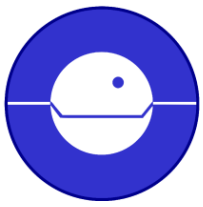
Deutsche JuniorAkademien

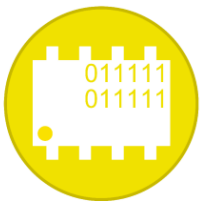
JuniorAkademie Adelsheim

13. Science Academy Baden-Württemberg 2015



Astronomie

Bodenkunde



Digitaltechnik

Kulturgeschichte/ Medienwissenschaft

Physik

TheoPrax

H.W. & J. Hector Stiftung

Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 7 – Schule und Bildung

Stiftung Bildung und Jugend

Dokumentation der JuniorAkademie Adelsheim 2015

13. Science Academy Baden-Württemberg

Träger und Veranstalter der JuniorAkademie Adelsheim 2015:
Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 7 –Schule und Bildung–
Hebelstr. 2
76133 Karlsruhe
Tel.: (0721) 926 4454
Fax.: (0721) 933 40270
E-Mail: georg.wilke@scienceacademy.de
petra.zachmann@scienceacademy.de
www.scienceacademy.de

Die in dieser Dokumentation enthaltenen Texte wurden von den Kurs- und Akademieleitern sowie den Teilnehmern der 13. JuniorAkademie Adelsheim 2015 erstellt. Anschließend wurde das Dokument mit Hilfe von LaTeX gesetzt.

Gesamtredaktion und Layout: Jörg Richter
Druck und Bindung: RTB Reprotechnkik Bensheim
Copyright © 2015 Georg Wilke, Petra Zachmann

Vorwort

Dieses Jahr fanden sich wieder 72 Schülerinnen und Schüler sowie Leiter, Mentoren und die Leitung zur mittlerweile 13. JuniorAkademie Baden-Württemberg in Adelsheim ein.

Die Akademie beginnt mit dem Eröffnungswochenende und findet durch das Schreiben der Dokumentation an einem Wochenende im Herbst ihren Abschluss. Im Sommer nennen wir zwei Wochen lang das Landesschulzentrum für Umwelterziehung auf dem Eckenberg unser Zuhause.

Zwischen dem Eröffnungswochenende und dem Dokumentationswochenende durchleben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine Entwicklung nicht nur in fachlicher, sondern auch in persönlicher Hinsicht. Sie bekommen einen Einblick in wissenschaftliches Arbeiten und setzen sich intensiv mit ihrem Kursthema auseinander. Die Arbeit im Kurs stellt für sie eine Herausforderung dar, an der ihre Persönlichkeit reift.

Während des Sommers wachsen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu einer großen Gemeinschaft zusammen. Auf dem Campus herrscht eine unbeschreibliche Atmosphäre, die einen durch die Akademiezeit trägt.

Symbolisiert werden diese Entwicklungen durch ein Motto. In diesem Jahr betrachteten wir einen Baum, der für verschiedene Aspekte der Akademie steht. Am Jahresanfang ist der Baum noch kahl. Für die Teilnehmer ist alles neu und unbekannt, und sie kennen sich noch nicht. Indem sie sich auf ihre Weise im Kurs oder bei kursübergreifenden Angeboten engagieren und die Akademie gestalten, geben sie dem Akademiebaum Nährstoffe, sodass er Blätter, Äste und Früchte bilden kann. Diese können wir ernten und mit in die Zukunft nehmen. Die geschlossenen Freundschaften, neuen Interessen und schönen Erinnerungen werden uns noch lange prägen.

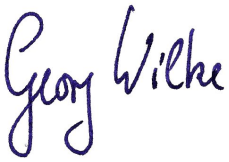
Während der Akademie begleitete uns ein Baum aus Holz, an den Erlebnisse angepinnt werden konnten. Um den Akademiebaum zum Leben zu erwecken, wurde am Dokumentationswochenende ein Mispelbaum auf dem Eckenberg gepflanzt. Der „reale“ Baum wird wachsen, Wurzeln schlagen und Früchte tragen – selbst wenn die gemeinsame Zeit zu Ende ist. Auch für die folgenden Akademiegenerationen wird der Baum sich weiterentwickeln – und wer weiß, vielleicht treffen wir einen von euch dort wieder.

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

Eure/Ihre Akademieleitung

Anna Kandziora (Assistenz)

Maybritt Schillinger (Assistenz)



Georg Wilke

Dr. Petra Zachmann

Inhaltsverzeichnis

VORWORT **3**

KURS 1 – ASTRONOMIE **7**

KURS 2 – BODENKUNDE **27**

KURS 3 – DIGITALTECHNIK **55**

KURS 4 – MEDIEN **71**

KURS 5 – PHYSIK **97**

KURS 6 – THEOPRAX **117**

KÜAS – KURSÜBERGREIFENDE ANGEBOTE **131**

DANKSAGUNG **147**

Kurs 1 – Exoplaneten: fremde Welten

Unser Kurs

Alissa Die Musikalische opferte freundlicherweise den ein oder anderen Tischtennisball der Wissenschaft („FOR SCIENCE!“) Dank des Stickstoffs flogen uns die Trümmerteile regelrecht um die Ohren. Sie war immer hilfsbereit und stets zur Stelle, wenn jemand Unterstützung brauchte. Mit ihrer ruhigen und freundlichen Art trug sie zu einem angenehmen Kursklima bei.

Raffaela Wir bewunderten insbesondere ihre erstaunliche Sehfähigkeit bei Nacht, da sie Flugzeugaufschriften wie LH375 mit bloßem Auge erkennen konnte. Die englischliebende Einhornfanatikerin ließ am Dokuwochenende lobenswerterweise erfolgreich ihre Doppelkekssucht hinter sich. Trotz ihres Keksleidens sorgte sie mit sehr schön formulierten Vorträgen und gewissenhafter Protokollierung für Seriösität im Astrokurs.

Philipp D. „Ach, und übrigens ... Ich bin der Philipp.“ Der Spaßvogel und Entertainer unserer Crew hatte immer einen Witz parat. Nicht nur sein breitgefächertes Wissen, sondern insbesondere sein unterhaltsamspaßiger Charakter hat unserem Kurs einen besonderen Touch verliehen.

Christian Unser stets freundlich grüßender Motivationscoach trug maßgeblich zur guten Gruppendynamik bei und sorgte so für ein fröhliches Arbeitsklima. Seine bewundernswerte Gelassenheit zeigte sich bei der Abschlusspräsentation. Unser Knirps bescherte uns immer größere Vorfreude auf das nächste Kurstreffen.

Antonia Ihr Fachwissen trug sie nicht nur im Kopf, sondern auch in Form ihrer schlauen T-Shirts mit sich: Aufschriften wie „Think like a proton and stay positive“ verkörper-

ten auch ihre sympathische Art und trugen zur Entstehung ihres Spitznamens (Anti)-Protonia bei. Sie plante unter anderem eine Umgestaltung der ROTAT-Sternwarte in eine Kanarienvogelgrillstätte.

Dinh Tien Die etwas ruhigere, aber äußerst Kreative mit den charakteristisch langen Haaren brachte den Kurs durch konstruktive Vorschläge und ihr freundliches Wesen weiter. Beim Bau unseres eigenen Exoplanetensystems sorgte sie mit der Gestaltung der Sonne für herzliche Wärme in unserer Truppe.

Tobias isch der Gründer des sagenhaften Astro-Stammtisches und führte dadurch die angenehm positive Stimmung der Astronomen auch beim Mittagessen weiter. Wenn es etwas zu lachen gab, war der nette Trompetenspieler immer mit von der Partie.

Philipp S. Philipps, wir in zur Unterscheidung von Philipp D. getauft haben, war eher der Ruhepol unseres Kurses, deshalb hat sein temperamentvolles Vorspiel beim Hausmusikabend alle vom Hocker gehauen. Der phänomenale Pianist komplettierte unsere schwungvolle Gruppe mit seiner Höflichkeit, die das Kursklima perfekt ergänzte.

Moritz Erst in der zweiten Akademiewoche fiel uns die fälschliche Beschriftung seines Namensschildchens auf – der Spitzname Mortiz war geboren. Beim Hausmusikabend gab er ein bemerkenswertes Orgelkonzert. Mortiz kam bereits mit einem fundierten Fachwissen in den Kurs und trat mit seinem ausgesprochen guten Humor der philippschen Flachwitzfront entgegen.

Christoph Unser tatkräftiger Sprengmeister bei den Tischtennisball-Stickstoff-Versuchen wirkte Langeweile auf Zugfahrten mit seiner lustigen und unterhaltsamen Art entgegen. Auch im Kurs zeigte sich der begeisterte Programmierer als ein humorvoller Kamerad, der unsere Arbeit durch sein Wissen optimierte.

Adriana Ihre anfängliche Angst vor flüssigem Stickstoff konnte sie durch Dominiks Konfrontationstherapie überwinden. Neben dem Design des Kurs-T-Shirts und ihrem Engagement beim Improtheater fanden wir alle ihre selbsbewusste Art sowohl im Kurs als auch bei Präsentationen bemerkenswert. Ihre Fähigkeit konstruktive Kritik zu äußern, kam uns allen zu Gute.

Ilya Von Anfang an war Ilya ein kompetenter, fast allwissender Astronom, der vor allem beim Aufbau der Teleskope glänzte. Auch seine schauspielerischen Fähigkeiten blieben beim allabendlichen Improtheater nicht unentdeckt. Seine herzliche, offene und fröhlich-spaßige Art kam bei allen gut an.

Dominik Der glorreiche Knetkrieger war trotz Panzertape-Phobie ein grandioser Kursleiter. Wir konnten immer auf seine Unterstützung und sein umfangreiches Wissen zählen. Seine unverwechselbar positive Aura wirkte sich auf die gesamte Akademie aus. Auch sein schier grenzenloser Einfallsreichtum zeigte sich in Ideen wie Tischtennisballexplosionen. Zitat: „Keine Ahnung was passsiert, aber wir könnten doch mal. . . “ *KRAWUMM* Wir wurden von ihm vor anstehenden Präsentationen immer ermutigt und seine Lockerheit linderte unsere Nervosität. Aufgrund seiner humorvollen Kommentare in Kombination mit einfallsreichen Lösungsvorschlägen war er für den Astrokurs unverzichtbar.

Caro konnte uns auch schwierige Theoriethemen anschaulich und verständlich erklären. Sie half uns dabei, vorgesehene Fristen einzuhalten und sorgte für eine disziplinierte Kursarbeit. Trotzdem vergaß sie nie den Spaß an der Sache. Auch ihre lehrreiche Führung durch ihren Arbeitsplatz, das Haus der Astronomie, hat allen sehr gefallen. Caro war eine fantastische Kursleiterin, die uns all ihre Ziele mit Freude erreichen ließ.

Katrin behielt immer das Ziel im Auge und sorgte dadurch sowohl für Effektivität im Kurs als auch für Pausen mit der nötigen Bewegung und einfallsreichen Spielen. Dank ihr erreichten wir beim Sportfest den 3. Platz. Ihre fast anhaltend gute Laune konnte nur durch das Fehlen von Buchstabenkeksen getrübt werden. Kurz gesagt: die beschde Aschdro-Schülermentorin, die man sich nur wünschen kann.

Einleitung

Katrin Geng

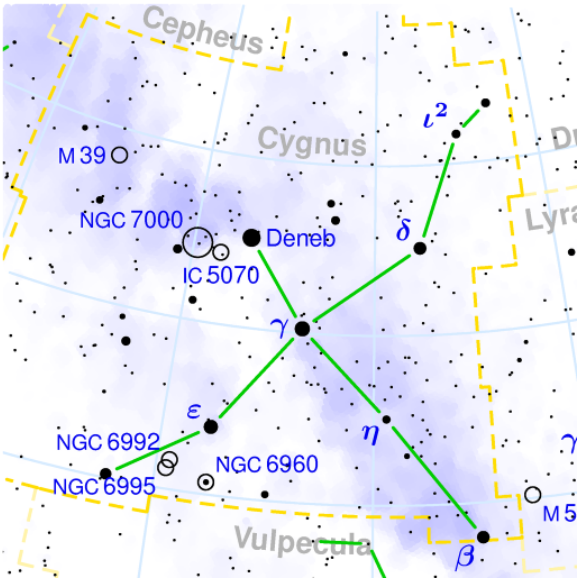
Der Countdown läuft: 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, Abflug! Los geht die Reise zur JuniorAkademie 2015 und zum Astronomiekurs, in dem wir in die Welt der Exoplaneten eintauchen werden. Wir fliegen auf einen Kursraum zu, in dem sich zwölf Kursteilnehmer, zwei Kursleiter und eine Schülermentorin versammelt haben, um sich mit einem der spannendsten Forschungsgebiete der Astronomie zu beschäftigen – den Exoplaneten. Wenn Sie später durch die Fenster schauen, werden Sie sehen, wie der Astronomiekurs fleißig und mit viel Freude die Exoplaneten kennenlernt, sei es durch Theorie, Modelle, Experimente oder Versuchsreihen.

Sie haben Ihr Ziel erreicht, herzlich willkommen beim Astronomiekurs. Sicherlich sind Sie daran interessiert, womit wir uns hier beschäftigt haben:

Orientierung am Sternenhimmel und unsere Nachtwanderung

Adriana Toepfer

Unser Nachthimmel bietet einen schönen Anblick mit einer Fülle von Sternen, aber die Kenntnisse der meisten Menschen darüber beschränken sich auf das wohl bekannteste Sternbild, den Großen Wagen. Neben diesem gibt es aber noch unzählig viele weitere interessante Himmelskörper und Sternkonstellationen zu entdecken, die wir uns im Astronomiekurs näher angeschaut haben. Zum groben Zurechtfinden am Himmel dienen einerseits Verbindungen von Sternen, wie zum Beispiel das Sommerdreieck bestehend aus den Sternen Wega im Sternbild Leier, Deneb im Schwan und Atair im Adler. Aber auch der Polarstern ist eine Stütze zur Orientierung, er steht nahe am Himmelsnordpol, deshalb ist er am Nordsternhimmel zu jeder Jahreszeit zu sehen. Er markiert im Grunde die Verlängerung der Erdachse und so dreht sich scheinbar der nördliche Sternhimmel um ihn. Am einfachsten ist der Polarstern zu finden, indem man die Länge der der Deichsel entgegengesetzten Kante des Großen Wagens knapp fünfmal verlängert. Am Horizont direkt unterhalb des Polarsterns ist ziemlich genau Norden aus Sicht des Betrachters. Gut zu erkennen sind auch Sternbilder wie Kleiner Wagen, Kassiopeia (manchmal auch Himmels-W genannt), Schwan und Herkules.



Das Sternbild Schwan. Grafik: Torsten Bronger, CC-BY-SA 3.0

Um noch mehr Sternbilder zu lokalisieren, würden vor allem junge Leute zur Sternbilder-App auf dem Smartphone greifen. Das wäre jedoch ein fataler Fehler, denn wenn man nach dem Blick auf das im Vergleich zum Nachthimmel unglaublich helle Handydisplay wieder gen Himmel schaut, brauchen die Augen einige Zeit (etwa eine halbe Stunde!), um sich wieder an die Dunkelheit zu gewöhnen. Aus diesem Grund versammelten wir uns stattdessen ausgestattet mit drehbaren Sternkarten und Rotlichtlampen auf dem Sportplatz und starteten unsere Entdeckungsreise am Sternhimmel. Auf der Sternkarte sind all die Himmelsobjekte und Sternbilder verzeichnet, die sich (je nach Lichtverhältnissen) mit bloßem Auge erkennen lassen. So kann man nicht nur unauffälligere Sternbilder identifizieren und sich damit besser am Nachthimmel zurechtfinden, sondern auch bereits im Vorfeld klären, welche Sterne in einer bestimmen Nacht zu einer bestimmten Uhrzeit überhaupt sichtbar sind.

Zur professionellen Orientierung am Sternhimmel reichen uns die Sternbilder allein aber noch nicht aus. In Anlehnung an das Gradnetz der

Erde gibt es deshalb ein Koordinatensystem an der scheinbaren Himmelskugel, damit man die Position jedes Sterns genau angeben kann. Die Breitenkreise werden hierbei Deklination δ genannt; analog zur geografischen Länge gibt es die Rektaszension α. Der Nullmeridian des Himmels wird durch den Frühlingspunkt beschrieben, einer der beiden Schnittpunkte der Ekliptik, also der scheinbaren Bahn der Sonne, und des Himmelsäquators. Die Deklination wird in Winkelgrad, die Rektaszension im Zeitmaß angegeben. Das liegt daran, dass die scheinbare Rotation der Sterne am Himmel proportional zur Zeit ist: In beinahe 24 Stunden dreht sich die Erde einmal um sich selbst, also um 360 °. Jede Stunde entspricht 1/24 des Vollkreises, also 15 °. Jedes Grad entspricht damit 1/15 Stunde, also vier Minuten. Folglich wandern die Sterne um etwa 15 ° pro Stunde westwärts, bis sie nach 24 Stunden wieder fast an ursprünglicher Stelle stehen. So hat beispielsweise der Stern Wega eine Rektaszension von 18 h 36 m 56,34 s und eine Deklination von +38 ° 47 ’ 1,3 ”.

Um unsere Kenntnisse des Himmels unter Beweis zu stellen, haben wir für die ganze Akademie eine Nachtwanderung organisiert. Der Weg, der uns Astronomen bei Tageslicht noch so simpel erschien, verlief durch den Wald und entpuppte sich bei Nacht dann doch als echte Herausforderung. Trotzdem fanden alle Gruppen zum Teleskop und wieder zurück und kein einziger Teilnehmer ging verloren.

Neben der Sternbetrachtung mit bloßem Auge und Erklärung einiger Sternbilder unseres Nordsternhimmels konnten wir durch die Teleskope zusätzlich noch den Mond und den Doppelstern Albireo im Schwan bestaunen. Viel später als wir es von der Akademie sonst gewohnt waren, gingen wir an diesem Abend erschöpft zu Bett, mit der Gewissheit, den Wissenshorizont von 60 anderen Schülerinnen und Schülern erweitert zu haben.

Typen von Exoplaneten

Philipp Dittrich

Und was ist so interessant daran, in den Sternhimmel zu schauen und ferne Planeten zu suchen? Astronomen tun dies seit langer Zeit. Ihnen genügt der Reiz nach dem Neuartigen, dem Fremden, dem Unbekannten. Vor 20 Jahren hatten sie Erfolg, die ersten extrasolaren Planeten waren entdeckt. Bevor wir jetzt aber richtig tief in dieses spannende Thema eintauchen, sollten wir wissen, was ein Exoplanet (oder extrasolarer Planet) überhaupt ist. Das Wort setzt sich zusammen aus der Vorsilbe „exo“ (außerhalb) und „Planet“. So ist ein Exoplanet also ein Planet, der außerhalb unseres Sonnensystems um einen anderen Stern kreist.

Heute wissen wir, dass es eine gewaltige Anzahl an Exoplaneten gibt, die zudem auch sehr verschieden sein können. Das Forschungsgebiet ist noch sehr jung, man hat aber schon an die zweitausend Exoplaneten entdeckt. Anhand dieser doch schon relativ großen Zahl trauten sich die Forscher, die Exoplaneten grob in vier Untergruppen aufzuteilen.

Fangen wir mit den offensichtlichsten Planeten an: den erdähnlichen Gesteinsplaneten. Diese Planeten ähneln den Planeten im inneren Gürtel unseres Sonnensystems. Doch bereits hier sieht man, wie breit gefächert diese Definition ist: Selbst zwischen der Erde und dem Nachbarplaneten Venus liegen schon so große Unterschiede, dass auf der Venus kein einziger Einzeller gefunden werden konnte – die Venus ist komplett tot. Aufgrund der Sonnennähe ist es dort viel zu warm, und mit einer Atmosphäre, die so gut wie keinen Sauerstoff beinhaltet, ist dort kein Leben so wie wir es kennen möglich. Natürlich kann dies auch an ganz anderen Faktoren hängen, aber schon dieses Beispiel zeigt sehr anschaulich, dass Gesteinsplanet nicht gleich Gesteinsplanet ist. Sie haben eine hohe Dichte und bestehen aus festen oder geschmolzenen Materialien – Gesteine und Metalle. So ist also der Aufbau das Einzige, was alle Gesteinsplaneten gemeinsam haben. Außerdem haben Gesteinsplaneten eine relativ dünne Atmosphäre, die keinen außerordentlich starken Druck erzeugt, wie das bei den Gasplaneten der Fall ist.

Dagegen kann man jupiterähnliche Gasplaneten so definieren: Sie bestehen aus einer dicken Gasschicht, die einen immer größeren Druck erzeugt, wenn man sich dem Mittelpunkt des

Planeten nähert. Vermutlich geht das Gas dort in einen flüssigen, später metallisch-festen Aggregatzustand über. Im Zentrum befindet sich möglicherweise ein fester Kern, der so groß wie die Erde werden kann. Leben ist nicht möglich, auch auf Grund der fehlenden festen Oberfläche. Manchmal sind Wolken sichtbar. Zumindest die Gasplaneten in unserem Sonnensystem haben verglichen mit der Erde außerdem eine nur sehr kurze Tageslänge.

Weil die Gasplaneten in unserem Sonnensystem relativ weit von der Sonne entfernt sind, rechneten die Astronomen zunächst nicht damit, dass es sie auch sehr nah an ihren Zentralsternen geben könnte. Der erste entdeckte extrasolare Planet, 51 Pegasi b, ist aber ein Gasplanet und befindet sich so nah an seinem Zentralstern, dass er stark aufgeheizt wird. Man nennt solche Exoplaneten daher Hot Jupiters. Hitzebedingt blähen sie sich auf und haben eine geringere Dichte als normale Gasplaneten. Die Umlaufzeiten sind deutlich geringer (ein Jahr kann bei einem solchen Planeten sechs Stunden dauern).

Unserem Heimatplaneten in Aufbau und Struktur deutlich ähnlicher sind die Super-Erden. Sie sind jedoch größer und haben die bis zu 10-fache Masse der Erde, so dass auch die Schwerkraft an ihrer Oberfläche deutlich größer ist.

Im Werkraum beim Bau der Modelle.

Im Kurs haben wir unser eigenes Exoplanetensystem gebaut. Dabei waren wir auf unsere handwerklichen Fähigkeiten im Werkraum des LSZU I angewiesen. Unsere Kursleiter Caro und Dominik hatten einiges mitgebracht, um unseren Ideen freien Lauf zu lassen: von Styroporhalbkugeln über Holzmurmeln und Tapetenkleister bis hin zu Knete. Es hat nicht lang gedauert, bis wir alle in eine verbitterte Kneteschlacht verwickelt waren. Danach ging dann aber die Bastelei los. Immer zu zweit widmeten wir uns dem ernsthaften Teil: Monde basteln, Planeten bemalen, Oberflächenstrukturen erschaffen, Modelle bauen. Es gab keine Malkittel, also haben wir uns mit alten Vorhängen und Panzertape beholfen. Im Nachhinein wäre es vielleicht auch gut gewesen, das Gesicht irgendwie zu schützen, denn nach unserem Werkraumbesuch hatten einige von uns Farbe im Gesicht.

Am Ende des Tages hatten wir einiges zustande gebracht und in unserem Kursraum aufgehängt: Das Zentrum unseres Planetensystems bildete großer, gelb-oranger Stern, bestehend aus der größten Styroporkugel, die wir hatten. Umkreist wurde er von einem nur wenig kleineren Hot Jupiter, den wir braun-orange-rot angemalt hatten, um die immense Hitze darzustellen, der er ausgesetzt ist. Außerdem klebten ein paar lange Wattebausche auf der Oberfläche, die Wolken darstellen sollten.

Etwas weiter außen folgte ein Gesteinsplanet mit einem riesigen Meer auf der Oberfläche, komplett ohne Land – eine Wasserwelt, bestehend aus einer kleinen Styroporkugel. Noch weiter außen hing dann ein großer Gasplanet, umkreist von größeren und kleineren Monden. Wir malten den Gasplaneten grün an – wer weiß, ob es nicht auch solche Planeten im All gibt? Hier war außerdem ein Ring geplant, ähnlich wie beim Saturn. Letztendlich wurde daraus nichts, da sich die Konstruktion als sehr empfindlich herausstellte. Auch einen sehr großen Mond mussten wir als eigenständigen Teil des Mobiles aufhängen – er war einfach zu schwer.

Abgesehen von dem Mobile war auch ein schönes Modell eines Gesteinsplaneten entstanden: Eine Styroporkugel mit einem angeschnittenen Teil, das man herausnehmen konnte, um den inneren Aufbau eines Gesteinsplaneten zu begutachten. Die Styroporkugel war an der ausgeschnittenen Stelle deutlich in äußeren und inneren Mantel sowie den Kern des Planeten unterteilt. Außerdem hatte auch dieser Planet einen kleinen Mond und eine sehr unebene Oberfläche.

Das fertige Exoplanetensystem.

Als weiteres hatten wir ein sehr schönes Modell des Doppelsternsystems Albireo im Sternbild Schwan – jeweils eine gelb und eine blau angemalte Styroporkugel, verbunden mit Holzstäben, die um einen gemeinsamen Schwerpunkt kreisen (hier eine senkrechte Holzachse). Dieses Modell konnte jederzeit in einen Sockel auf einer Plexiglasplatte gesteckt und wieder abgenommen werden, um die Drehbewegung zu demonstrieren.

Es stellt sich aber natürlich auch die Frage: Wie sieht es denn nun wirklich auf fernen Planeten aus? In dieser Hinsicht mussten uns unsere Kursleiter aber schon früh enttäuschen, denn mit der heutigen Technik ist man noch nicht in der Lage, Bilder von der Oberfläche eines Exoplaneten zu erhalten. Spätestens am zweiten Kurstag wurde uns jedoch allen klar, dass es nicht solche Bilder sind, durch die man heute die wichtigsten Informationen über Exoplaneten enthält. Es sind vielmehr verschiedenste Forschungsmethoden, die uns letztendlich zum Erfolg führten.

Direkte Beobachtung

Moritz Schmoll

Die offensichtlichste Methode, um einen neuen Exoplaneten zu entdecken, ist ihn mit einem Teleskop direkt zu sehen oder zu fotografieren. Die gewaltigen Entfernungen und die Tatsache, dass die Exoplaneten nicht selbst leuchten und deshalb neben den Sternen kaum zu erkennen sind, macht diese Methode sehr schwierig, aber nicht unmöglich. Um die Beobachtung eines Exoplaneten zu vereinfachen, gibt es zum Beispiel die Möglichkeit, den Stern, der vom Planeten umkreist wird, abzudunkeln oder zu verdecken, sodass der Exoplanet nicht von seinem Mutterstern überstrahlt wird, wodurch er deutlich besser erkennbar ist. Sehr junge Exoplaneten sind für die direkte Beobachtung besonders gut geeignet, da diese heiß sind, sie strahlen nämlich Infrarotstrahlung ab, die wir auf unserer Erde durch spezielle Teleskope messen können. Es ist für die Astronomen also ein kleiner Trick, um sich das Leben zu vereinfachen.

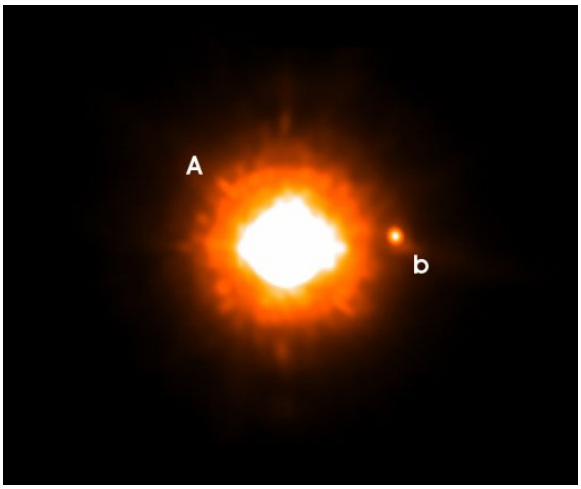


Bild des Exoplanetenkandidaten GQ Lupi b und seines Zentralsterns. Der Stern ist mit A beschriftet, b bezeichnet den Planetenkandidaten. Bild: ESO

Aufgrund der Schwierigkeiten und Probleme der direkten Beobachtung greift man meist auf andere, indirekte Nachweismethoden zurück, bei denen beispielsweise der Stern, um den der Exoplanet kreist, beobachtet und untersucht wird.

Die Radialgeschwindigkeitsmethode

Ilya Volkov

Die Radialgeschwindigkeitsmethode ist ein solches Verfahren. Sie beruht auf dem Doppler-Effekt. Dieser Effekt ist jedem sicherlich schonmal begegnet: Fährt nämlich ein Krankenwagen mit seiner Sirene auf einen zu, hört man den Ton der Sirene höher. Entfernt sich der Wa-

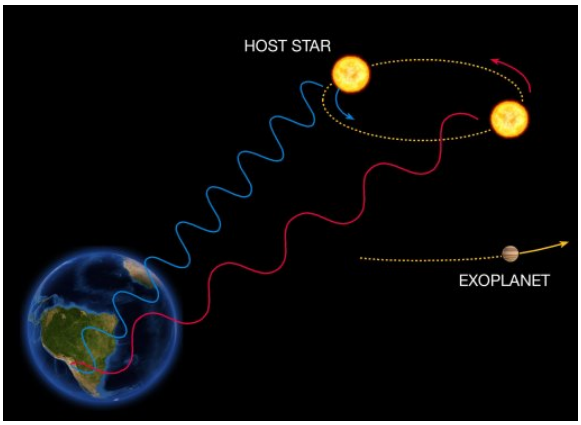
gen, wird der Ton wieder tiefer. Das Phänomen beruht darauf, dass der Schall sich als Welle in der Luft ausbreitet. Da beim Näherkommen die Wellen zusammengedrückt werden, steigt die Frequenz und man vernimmt den Ton höher. Wenn der Krankenwagen vorbeigefahren ist, werden die Schalwellen auseinandergezogen, weshalb die Frequenz sinkt und der Ton nun tiefer erscheint.

Skizze zum akustischen Dopplereffekt

Dieses simple Alltagsbeispiel eignet sich bestens für das Verständnis der Radialgeschwindigkeitsmethode, denn auch Licht breitet sich in Wellenform aus. Bei der Untersuchung eines Sterns zerlegt man sein Licht mit einem Spektrografen. Das Spektrum wird in der Wissenschaft als eine Art „Fingerabdruck“ betrachtet, zumal jedes chemische Element eindeutig identifizierbare Spektrallinien besitzt.

Unter dem Einfluss der Gravitation kreisen sowohl Planet als auch Stern um einen gemeinsamen Schwerpunkt, so dass sich der Stern einmal auf uns zu und ein anderes Mal von uns weg bewegt, wenn man von der Seite auf die Umlaufbahnen schaut. Wenn der Stern sich auf uns zu bewegt, werden die Lichtwellen so zusammengedrückt, dass die Wellenlänge kleiner wird. Dadurch verschiebt sich die Farbe des Lichtes ins Blaue. Wenn sich der Stern von uns wegbewegt, werden die Wellen auseinandergezogen, ihre Wellenlänge wird größer und es gibt eine Verschiebung ins Rote. Schaut man von oben auf die Umlaufbahn, kann man keine Änderungen sehen. Liegt die Umlaufbahn von uns aus gesehen schräg, ist nur ein Teil der Bewegung auf uns zu oder von uns weg gerichtet, man kann den Effekt aber trotzdem sehen.

Misst man die Wellenlängenänderungen der Spektrallinien im Licht eines Sterns über einen längeren Zeitraum, kann man sie als sogenannte Radialgeschwindigkeitskurve grafisch auftragen. Wird ein Stern von einem Planeten umkreist, ergibt sich eine sinusförmige Kurve.



Veranschaulichung des Dopplereffekts bei der Radialgeschwindigkeitsmethode. Grafik: ESO

Die Periodendauer ist die Umlaufdauer des Planeten und aus der Amplitude kann man eine Untergrenze für die Masse des Exoplaneten berechnen.

Die astrometrische Methode

Moritz Schmoll

Verwandt mit der Radialgeschwindigkeitsmethode ist die astrometrische Methode, die ebenfalls auf der Bewegung eines Sterns um den gemeinsamen Schwerpunkt mit einem Exoplaneten beruht. Anders als bei der Radialgeschwindigkeitsmethode sollte bei der astrometrischen Methode am besten von oben auf die Umlaufbahn des Planeten schauen. Diese Methode basiert darauf, dass die durch den Gravitationseinfluss des Exoplaneten verursachte Bewegung des Sterns gemessen wird. Dabei ist eine Taumelbewegung des Sterns zu erkennen, wodurch man auf das Vorhandensein eines Exoplaneten schließen kann. Wenn sowohl die Masse als auch die Entfernung des Sterns bekannt sind, könnte auch die Masse des Planeten bestimmt werden.

Da diese Taumelbewegungen jedoch verhältnismäßig klein sind, konnten mit dieser Methode bisher noch keine Exoplaneten entdeckt werden, obwohl man bereits Mitte des 20. Jahrhunderts begonnen hatte, mit der astrometrischen Methode nach Exoplaneten zu suchen. Bei allen angeblichen Entdeckungen waren die Messungen zu ungenau und der Nachweis stellte sich als falsch heraus. Doch die Technik und

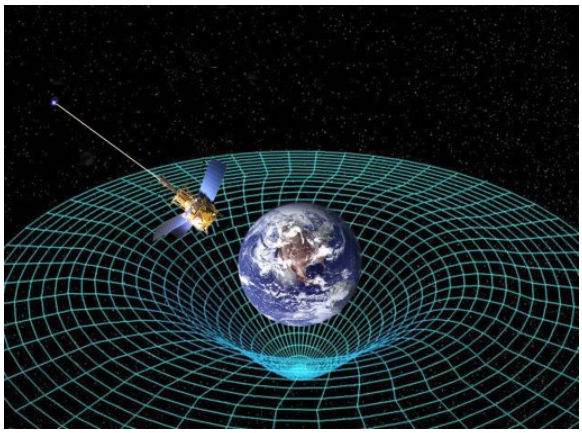
die Messgenauigkeit werden immer besser. So soll beispielsweise der ESA-Satellit Gaia unter anderem Sterne astrometrisch vermessen, um Exoplaneten zu finden.

Der Mikrogravitationslinseneffekt

Christian Keller

Neben den oben beschrieben Methoden zur Entdeckung von Exoplaneten haben wir noch zwei weitere Entdeckungsmöglichkeiten kennen gelernt. Eine von diesen ist die Gravitationslinsenmethode. Um sie zu verstehen, mussten wir uns aber erst einmal ein Bild davon machen, wie der Weltraum aufgebaut ist.

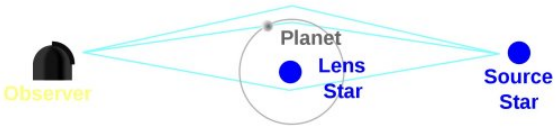
Dazu stellten wir uns den Weltraum ohne Körper und als zweidimensionales Gitternetz vor. Dies ist aber nur eine bildliche Darstellung und der Weltraum ist in Wirklichkeit nicht so aufgebaut. Da es im Weltall aber Körper gibt, sieht dieses Netz etwas anders aus: Jeder Körper hat eine Gravitationskraft und wir wissen durch Albert Einstein, dass die Gravitationskraft eines jeden Körpers den Raum beeinflusst, und zwar wird das imaginäre Netz zu einem Trichter ausgebeult. Nachdem wir uns dies alles klar gemacht hatten, konnten wir damit beginnen, die Gravitationslinsenmethode zu erforschen.



Einfluss eines Himmelskörpers wie der Erde auf die Raumzeit. Illustration: NASA

Wie schon der Begriff Gravitationslinsenmethode andeutet, geht es bei dieser Methode um eine Linse bzw. um einen Linseneffekt. Diese Linse ist vergleichbar mit einer optischen Linse, wie man sie zum Beispiel man von Brillen kennt. Jedoch wird der Linseneffekt durch die Gravitation und nicht durch den Übergang des Lichtstrahls von einem Medium in ein anderes erzeugt. Um den Effekt zu sehen, müssen wir auf der Erde mit zwei weiteren Himmelskörpern exakt auf einer geraden Linie sein. Auf Exoplaneten übertragen heißt das dann: Wir müssen einen Hintergrundstern sehen und benötigen zusätzlich ein Objekt, das die Strecke zwischen uns und dem Hintergrundstern kreuzt. Handelt es sich dabei ebenfalls um einen Stern, kann man mit dieser Methode nach Exoplaneten um diesen Stern suchen.

Damit das grundlegende Prinzip besser verstanden wird, gehen wir vorübergehend nur von einem Stern ohne Planet aus. Diesen Stern bezeichnen wir als Hauptstern. Wandert also dieser Hauptstern durch die Strecke zwischen der Erde und dem Hintergrundstern, krümmt die Gravitationskraft dieses Hauptsterns das imaginäre Netz. Das vom Hintergrundsterns ausgesendete Licht sucht sich immer den kürzesten Weg (wie generell jedes Licht) und bewegt sich daher gerade, bis es durch die Gravitation des Hauptsterns umgelenkt wird. Der Stern wurde also zu einer Gravitationslinse. Beobachten wir also den Hintergrundstern über längere Zeit durch ein Teleskop, wird die Helligkeit des Hintergrundsterns beim Vorüberziehen des Hauptsterns verstärkt.

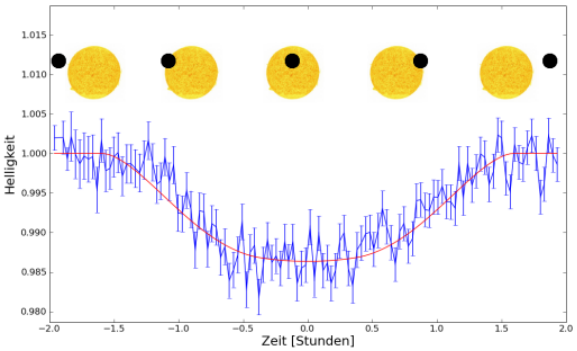


Schematische Darstellung der Lichtablenkung beim Gravitationslinseneffekt. Grafik: NASA

Sollte dieser Hauptstern allerdings noch einen Exoplaneten haben, wird beim Vorüberziehen des Exoplaneten das Licht des Hintergrundsterns nochmals verstärkt. In der Lichtkurve des Hintergrundsterns wird man zuerst eine langsame Steigung der Kurve sehen (der Hauptstern mit dem Exoplaneten wandert zwischen uns und den Hintergrundstern), dann ein Maximum (der Hauptstern mit dem Exoplaneten beginnt die Linie zu verlassen), eine Abnahme der Helligkeit (Stern wandert langsam aus der Linie zwischen uns und dem Hintergrundstern) und dann einen Anstieg der Kurve, wenn

der Exoplanet zwischen uns und den Hintergrundstern wandert, weil auch der Exoplanet als Linse wirkt, gibt es einen erneuten bzw. zweiten Linseneffekt. Sieht man folglich eine solche Lichtkurve, kann man auf einen Stern mit einem Exoplaneten schließen.

Die Gravitationslinsenmethode ist vor allem dann hilfreich, wenn man den Hauptstern mit dem Exoplaneten gar nicht oder nicht ausreichend hell sieht. Von den zur Zeit bekannten Exoplaneten wurden 33 mit der Gravitationslinsenmethode entdeckt.



Schematische Darstellung des Ablaufs eines Exoplanetentransits (oben) und die daraus resultierende Lichtkurve (unten). Grafik: Astronomiewerkstatt Hamburger Sternwarte mit Daten von Dimitris Mislis

Die Transitmethode

Philipp Schmid

Die in den letzten Jahren aber erfolgreichste Methode zur Entdeckung von extrasolaren Planeten die Transitmethode. In den letzten Jahren sind die meisten Neuentdeckungen darauf zurückzuführen. Dafür ist vor allem der Kepler-Satellit verantwortlich, ein Weltraumteleskop, das gezielt nach neuen Exoplaneten sucht. Bis Mai 2013 hat es etwaa 190.000 Sterne in den Sternbildern Schwan und Leier beobachtet und sie auf einen Transit hin überprüft. Mit einem Spiegeldurchmesser von 1,4 Metern ist dieses Teleskop für ein Weltraumexemplar eines der größeren Modelle.

Aber was passiert denn eigentlich genau bei der Transitmethode? Von der Erde aus gesehen kann ein Planet auf seiner Umlaufbahn auch unmittelbar vor seinem Stern vorbeilaufen. Dies kann man zwar nicht direkt beobachten, es findet aber ein winziger Helligkeitsabfall statt, da der Planet dann einen Teil des Sterns verdeckt.

Unsere Technik ist heute so gut, dass man diesen Helligkeitsabfall messen kann, obwohl er maximal ein paar Prozent beträgt. Das erklärt auch, warum Astronomen erst 1999 den ersten Exoplanetentransit beobachtet haben. Davor gab es einfach noch nicht die technischen Voraussetzungen für Transitbeobachtungen.

Allerdings können Wissenschaftler nicht von jedem Helligkeitsabfall auf einen Exoplaneten schließen. Sternflecken verursachen ebenfalls Helligkeitsschwankungen, ohne dass ein Planet an ihnen vorüberzieht. Deshalb beobachten Forscher solche Sterne über sehr lange Zeit. Erst wenn man mindestens drei sich periodisch wiederholende Transits aufzeichnen könnte, lässt sich mit großer Sicherheit auf einen Exoplaneten schließen. Dabei spielt natürlich die Entfernung des Planeten zum Stern eine wichtige Rolle. Befindet sich der Planet näher am Stern, dauert ein Umlauf nicht so lange, wie wenn er weiter entfernt ist. Die Forschung nach Exoplaneten ist also eine Geduldsprobe für Wissenschaftler.

Eigene Beobachtungen mit dem ROTAT-Teleskop

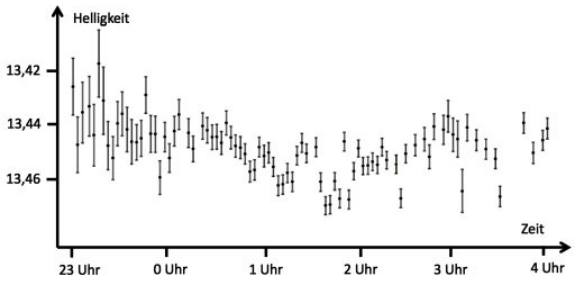
Tobias Schmalzried

Nachdem wir die Transitmethode kennenglernt hatten, war der ganze Kurs hellauf begeistert, als Caro und Dominik verkündeten, dass wir selber einen Transit beobachten würden. Dazu benötigten wir allerdings ein Teleskop, das überhaupt Transits aufzeichnen kann. Da hatten Caro und Dominik aber schon vorgesorgt: Wir konnten das ROTAT-Teleskop am Observatoire de Haute Provence in Südfrankreich nutzen. ROTAT steht für Remote Observatory Theoretical Astrophysics Tübingen. Prof. Hanns Ruder ließ dieses Teleskop im Jahr 2000 errichten. Es hat einen Spiegeldurchmesser von 60 cm und ist über das Internet fernsteuerbar. Nachdem Caro uns die Bedienung des Teleskops erklärt hatte, durften wir selber einmal

das Teleskop fernsteuern – wer kann von sich behaupten schon mal so ein großes Teleskop bedient zu haben?

Gemeinsam suchten wir dann auf der Webseite der Exoplanet Transit Database nach einem geeigneten Transit. Wichtige Kriterien für die Auswahl des Planeten waren die Dauer des Transits, die Helligkeit des Sterns und der Zeitpunkt. Wir einigten uns schlussendlich auf HAT-P 51 b, einen Exoplaneten im Sternbild Fische. Sein Zentralstern, HAT-P 51, hatte eine akzeptable Helligkeit, so dass wir den Transit gut sehen konnten. Der Transit war auch mitten in der Nacht, was für uns natürlich optimal war, denn während der Transit stattfand und auch direkt davor und danach ging die Sonne weder auf noch unter. Die Dämmerung hätte sonst nämlich die Helligkeitswerte verfälscht. Desweiteren stand HAT-P 51 relativ hoch am Himmel, ROTAT konnte ihn also sehr gut beobachten. Die ganze Nacht über schoss das ROTAT-Teleskop dann Bilder mit einer Belichtungszeit von 180 Sekunden.

Am nächsten Morgen waren wir alle schon sehr gespannt auf die ROTAT-Bilder. Caro erklärte uns, wie man die Bilder auswertet. Dazu benutzten wir das Programm „Muniwin“, das die Helligkeiten von Sternen auf Bildern miteinander vergleichen kann. Zuerst löschten wir alle Bilder, die verwackelt waren. Von 103 Bildern blieben dann noch 97 übrig. Nun ließen wir das Programm alle Sterne in den Bildern erkennen. Wir wählten einen Vergleichsstern aus, dessen Helligkeitswert von dem von HAT-P 51 abgezogen wurde. So konnten wir sicher sein, dass HAT-P 51 seine Helligkeit auch wirklich veränderte und nicht der ganze Himmel zum Beispiel wegen einer durchziehenden Wolke dunkel wurde. Aber was wäre, wenn der Vergleichsstern auch seine Helligkeit ändert? Deshalb mussten wir auch den Vergleichsstern noch einmal überprüfen. Dies taten wir mithilfe der sogenannten Check-Sterne. Nun rechnete Muniwin den Helligkeitsabfall aus und erzeugte eine Lichtkurve. Allerdings sah die Kurve bei vielen von uns am Anfang sehr komisch aus. Gemeinsam diskutierten wir mögliche Ursachen und kamen zu dem Ergebnis, dass unsere Vergleichs- oder Checksterne teilweise ungeeignet waren. Schließlich fanden wir Sterne, mit denen sich eine sinnvolle Transitlichtkurve ergab.



Die Lichtkurve von HAT-P 51 b

Wenn man bedenkt, dass Wissenschaftler diese Methode erstmals im Jahr 1999 erfolgreich bei einem Exoplaneten angewendet hatten, war es ein sehr großer Erfolg für uns mit solchen einfachen Mitteln selbst einen Transit beobachtet zu haben.

Der Rotationstag

Antonia Münchenbach

Zur Halbzeit der Akademie fand die Rotation statt, bei der alle Kurse sich gegenseitig die bisher erarbeiteten Ergebnisse vorstellten, auf die wir alle sehr gespannt waren. Dafür teilte sich am Mittwoch jeder Kurs in vier Gruppen A, B, C und D. Unsere Gruppe A sollte sich dann am Donnerstag mit den anderen A-Gruppen in den jeweiligen Kursen treffen, um sich gegenseitig Vorträge zu halten. Wichtig war, dass die streng getakteten Abläufe eingehalten wurden, die in einem Zeitplan festgelegt waren.

So bereiteten wir eine Präsentation vor, in der wir berichteten, was wir bisher gemacht hatten. Wir beschrieben zum Beispiel die ROTAT-Daten. Jede Gruppe entwarf einen Teil und zum Schluss wurde die Präsentation zusammengeführt. Dominik hielt einen Probevortrag, an dem wir uns bei unseren eigenen Vorträgen orientieren konnten. Caro, Dominik und Katrin gaben uns dann noch Tipps, was wir verbessern könnten und wir übten weiter. Anschließend richteten wir den Raum noch schön her und hängten unsere Modelle auf. Am Ende waren wir ziemlich stolz auf das Ergebnis.

Alles verlief wie geplant. Vor unseren Vorträgen waren wir zwar aufgeregt, aber alles ging

gut und wir haben die Rotation souverän gemeistert.

Die Bewohnbarkeit von extrasolaren Planeten

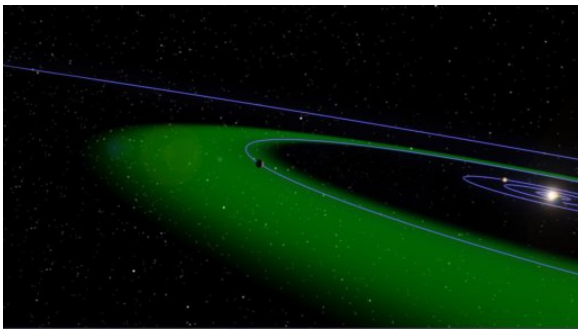
Dinh Tien Nguyen

„Erde 2.0 in Sicht“, „Erdähnlicher Planet entdeckt“, „Im All wimmelt es von Erdzwillingen“ usw.– solche Schlagzeilen liest man momentan sehr häufig, denn in letzter Zeit wurden eine Menge neuer Exoplaneten entdeckt und darunter können sich natürlich auch erdähnliche Planeten befinden. Dieses Thema scheint viele Leute zu beschäftigen, und auch wir wollten gemeinsam im Kurs herausfinden, ob es wirklich soetwas wie eine zweite Erde gibt.

Dazu haben wir viele Versuche durchgeführt, die im Folgenden noch näher beschrieben werden, doch zunächst schauten wir uns an, welche Bedingungen das Leben überhaupt benötigt. Zunächst betrachteten wir den Planetentyp: Der Exoplanet sollte ein Gesteinsplanet sein, da Gasplaneten keine feste Oberfläche besitzen. Hierbei spielen Größe, Dichte und Masse eine große Rolle, wobei die Masse auch die Schwerkraft an der Oberfläche beeinflusst. Daraus können wir schließen, dass der Planet eine sehr erdähnliche Masse und Größe aufweisen sollte.

Eine der Grundvoraussetzungen für Leben, so wie wir es kennen, ist flüssiges Wasser, weil es viele wichtige Eigenschaften hat. Ozeane beispielsweise beugen aufgrund ihrer hohen Wärmekapazität großen Klimaschwankungen vor. Wasser wird zum anderen für chemische eaktionen und viele biologische Prozesse benötigt. Doch damit es flüssiges Wasser überhaupt geben kann, müssen verschiedene Faktoren zusammenspielen: Zunächst muss der Planet sich innerhalb der sogenannten habitablen Zone befinden. Die habitable Zone beschreibt einen Bereich um einen Stern, in dem gemäßigte Temperaturen herrschen und genügend Sonnenlicht an die Planetenoberfläche gelangt, damit Wasser flüssig ist. Das hängt vom Typus des Sterns und vom Abstand des Planeten zu ihm ab.

Ein weiterer Faktor ist die Dichte und die Zusammensetzung der Atmosphäre, die man mithilfe der Transitmethode bestimmen kann. Zusätzlich werden die Spektren der Exoplaneten ausgewertet, so dass man deren Zusammensetzung bestimmen kann. Die Atmosphäre der Erde besteht beispielsweise zum größten Teil aus Stickstoff und Sauerstoff. Dabei sollte die Atmosphäre auch gefährliche UV-Strahlung und Ahnliches von der Planetenoberfläche fernhalten, wofür wir auf der Erde die Ozonschicht haben. Die Atmosphäre erzeugt zudem den Druck. Bei uns auf der Erde beträgt der Luftdruck auf Meereshöhe etwa 1 bar. Ist die Schwerkraft des Planeten zu gering, kann die Atmosphäre und auch das Wasser auf der Oberfläche nicht dauerhaft auf dem Planeten gehalten werden. Es würde verdampfen und schließlich in den Weltraum entweichen, wie vermutlich beim Mars.



Künstlerische Darstellung der habitablen Zone im Exoplanetensystem 55 Cancri. Illustration: NASA/JPL-Caltech

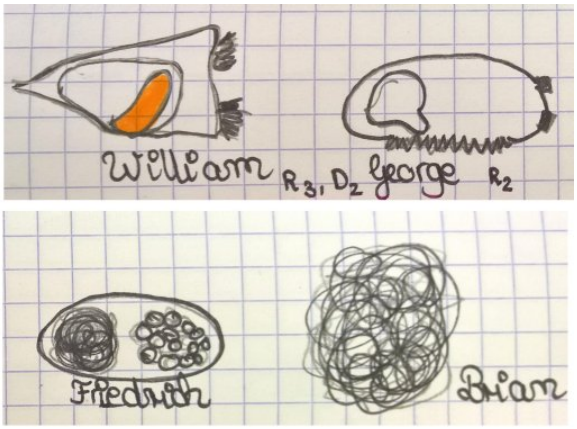
Der Planet sollte auch eine relativ stabile Rotationsachse haben, denn sonst wäre das Wetter unvorhersehbar. Leben wäre zwar möglich, doch es müsste sich wahrscheinlich auf extreme Klimabedingungen einstellen.

Aufgrund der Vielfalt und der gewaltigen Anzahl an Exoplaneten scheint es gar nicht unwahrscheinlich zu sein, dass einige von ihnen bewohnbar sein könnten. Das Problem dabei ist allerdings, dass die Exoplaneten sich mehrere Lichtjahre von uns entfernt befinden, was ihre Erforschung sichtlich erschwert. Außerdem kann man davon ausgehen, dass Lebensformen existieren, die sich von den irdischen stark unterscheiden, da sie völlig anderen Bedingungen ausgesetzt sind und sich an diese anpassen müssen.

Bodenprobe und Wasser

Ilya Volkov, Antonia Münchenbach

Wir haben uns gefragt, ob Leben in der Art, wie wir es kennen, außerhalb der Erde existieren kann und welchen Extrembedingungen Leben der komplexeren Art trotzen kann. Dazu haben wir verschiedene Wasser- und Bodenproben sowohl aus dem LSZU-Teich als auch aus dem Wald besorgt. Wir mikroskopierten diese Proben, um festzustellen, ob und wenn ja welche Art von Leben dort vorherrscht. Im Wasser fanden wir Pflanzenzellen und Kleinstlebewesen wie zum Beispiel Rädertierchen, Wasserflöhe und wurmartige Kleinstlebewesen. Im Moos entdeckten wir ebenfalls wurmartige Kleinstlebewesen.



Skizzen der mit dem Mikroskop beobachteten Kleinstlebewesen.

Jetzt haben wir uns natürlich mit der Frage beschäftigt, welche Extrembedingungen im Weltall herrschen könnten: Da es allerdings viele verschiedene Köglichkeiten (Strahlung, extreme Kälte/Hitze, chemische Einflüsse etc.) gibt, haben wir uns auf ein paar wenige beschränkt, nämlich diejenigen, die in kurzer Zeit für uns reproduzierbar waren.

Leben ist im Vakuum wahrschinlich nicht möglich. Dieser Vermutung gingen wir nach, indem wir die Moosprobe mit Kleinstlebewesen unter eine Vakuumglocke legten. Wir setzten die Probe mehrere Minuten einem Druck von 0,1 bar aus, und wir dachten, das reicht aus, um jegliches Leben zu beenden. Doch das wurmartige Kleinstlebewesen trotzte dem Beinahe-Vakuum volle fünf Minuten. Aber würde es auch Lauge aushalten? Dies testeten wir aus: Wir gaben einen Tropfen Lauge auf den Objektträger mit Teichwasser. Danach suchten wir vergeblich nach Bewegungen von den Kleinstlebewesen, die vorher noch munter herumflitzten. Das Leben, so wie es sich auf der Erde entwickelt hat, trotzt Vielem, zumindest für kurze Zeit. Allerdings benötigt es, so wie wir es kennen und untersucht haben, flüssiges Wasser bei moderatem pH-Wert.

Experimente mit Flüssigstickstoff

Christoph Stelz

Als eines Tages ein Lastwagen auf dem LSZU-Campus vorfuhr und Dominik alle verfügbaren Kursleiter zusammentrommelte, um eine ganz besondere Fracht auszuladen, hatten wir Astros nicht den geringsten Schimmer, welche Erkenntnis und welchen Spaß uns diese bescheren würde.

Im morgendlichen Kurs am Tag nach der Lieferung plagte uns die Ungewissheit: Im Plenum hatte Dominik verkündet, dass der Astronomie-Kurs eine ganz besondere Überraschung parat habe, und dass alle, die daran interessiert seien, sich nach dem Abendessen vor der Mensa einfinden sollten. Im Kurs wurde uns erstmal eine spezielle Kleiderordnung vorgestellt: Kurze Hosen, keine Schuhe, keine Socken. Außerdem erhielten wir ausführliche Sicherheitsanweisungen von Katrin: Falls unsere Kursleiter es sagen würden, müssten wir im Extremfall sogar sämtliche Kleidung ausziehen. „Das ist alles nur zu eurer eigenen Sicherheit, vertraut uns."

Nachdem wir uns also auf das Schlimmste eingestellt und uns passend angezogen hatten, lüfteten Caro und Dominik endlich das Geheimnis, als sie die Tür zum Hinterzimmer unseres Kursraumes öffneten: Wir, die schon viel spekuliert und einigen Respekt wegen den Sicherheitsanweisungen hatten, erkannten einen Flüssiggasbehälter (ein Dewar) mit 50 Litern flüssigem Stickstoff. An dem Behälter befestigt war ein metallener Schlauch, den man nur mit Thermohandschuhen anfassen durfte. Öffnete man einen bestimmten Hahn, kam aus dem Schlauch eine dampfende Flüssigkeit: der Stickstoff. Mit einer Temperatur von −196 °C

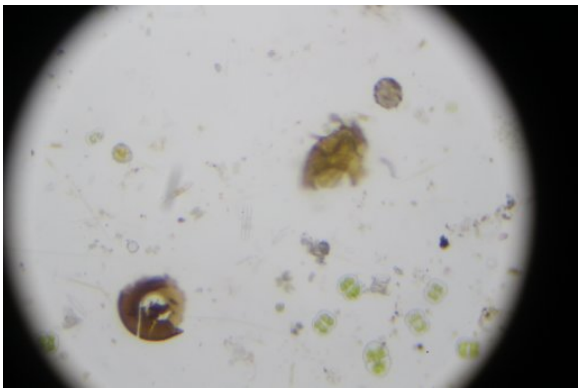
half er uns, annähernd kosmische Temperaturen zu simulieren. Besonders spannend war auch der Nebel, der sich aufgrund der unglaublichen Kälte bildete. Perfekt ausgestattet mit Schutzbrillen, Thermohandschuhen und ohne Schuhe starteten unsere Experimente.

Zuallererst zeigte uns Dominik, dass es nicht gefährlich ist, für einen kurzen Moment mit der bloßen Hand in den flüssigen Stickstoff zu greifen, auch wenn solche Temperaturen eigentlich erhebliche Schäden der Zellen hervorrufen würden: Die enorme Temperaturdifferenz zwischen Hand und Flüssigkeit sorgt dafür, dass sich eine isolierende Gasschicht bildet, da der Stickstoff in Nähe der Hand augenblicklich in den gasförmigen Zustand übergeht. Auch wenn man ihn auf den Boden gießt, verdampft er innerhalb weniger Sekunden und es bilden sich kleine Bläschen, die wie Perlen über den Boden gleiten. Tritt man versehentlich barfuß darauf, verspürt man einen kurzen Stich an der entsprechenden Stelle.

Um die Gefahr und die Kälte des Stickstoffes zu demonstrieren, tauchte Katrin kurzerhand eine Blume mit der Blüte voran einige Sekunden in einen mit Flüssigstickstoff gefüllten Styroporbehälter. Als die Blume nach der Schockfrostung auf den Boden geschlagen wurde, zersprang sie in viele Stücke.

Aber sind die einzelnen Zellen wirklich zerstört? Dieser Frage gingen wir mit zwei Lichtmikroskopen und einem USB-Mikroskop nach. Und tatsächlich, viele Pflanzenzellen überleben solch eine extreme Temperaturdifferenz. Dass selbst das irdische Leben derartig flexibel ist, hat uns überrascht. Die Pflanze als Ganzes ist jedoch „eliminiert“.

Pflanzenzellen scheinen extremen Temperaturen kurzzeitig standzuhalten. Aber was ist mit Kleinstlebewesen? Auf einer Probe mit Moos tummelte sich das Leben geradezu. Diese Fauna setzten wir kurz dem flüssigen Stickstoff aus. Als wir dann das Ganze unter dem Mikroskop untersuchten, ähnelte die Probe einem Schlachtfeld: Fast alle Kleinstlebewesen hatte die extreme Kälte getötet – bis auf eines, das allerdings ein zweites, noch längeres Bad dann doch nicht aushielt und platzte. Trotzdem: Wir nannten es „Brave George“ und ehrten seine Dienste im Namen der Wissenschaft.



Brave George nach dem zweiten Stickstoffbad

Flüssigen Stickstoff haben wir primär zum Erlangen wissenschaftlicher Erkenntnis benutzt. Aber auch der Spaß ist im Akademiealltag nie zu kurz gekommen. Beispielsweise kam Dominik auf die Idee, den gewaltigen Volumenunterschied von flüssigem und gasförmigem Stickstoff anschaulich an einem Tischtennisball darzustellen. Wir bohrten zwei Löcher hinein und tauchten ihn minutenlang in Flüssigstickstoff unter, bis er sich damit gefüllt hatte. Mehrere Anläufe waren nötig, bis wir die richtige Lochgröße herausgefunden hatten. Dann wurde flugs ein Topf mit kochendem Wasser herbeigebracht und der Ball hineingeworfen. Das Ergebnis: Die Überreste des Balls flogen zwei Meter hoch, umgeben von einer Nebelwolke, da der Tischtennisball dem plötzlichen Ausdehnen des Stickstoffe nicht lange entgegenwirken konnte. Der Medienkurs befand sich zu diesem Zeitpunkt im Zuge der Dreharbeiten für ihren Film auf dem Sportplatz, von dort konnten sie den Knall und den Jubel der Astronomen vernehmen.

Was passiert, wenn man flüssigen Stickstoff in heißes Wasser gießt

Die Überraschung, die für die komplette Akademie geplant war, entpuppte sich letztendlich als mit Stickstoff angefertigtes Speiseeis: Man gebe fünf Becher Sahne in einen Eimer. Dazu gebe man beispielsweise pürierte Bananen und übergieße das Ganze mit flüssigem Stickstoff. Eindrucksvoll quoll der Nebel aus den Eimern hervor – eine richtige Hexenküche, wie Dominik immer zu sagen pflegte. Insgesamt konnten die Teilnehmer und Leiter drei verschiedene Sorten ausprobieren: Schokolade, Banane und Apfel. Nach dieser gelungenen Überraschung versammelten wir uns und brüllten die abgewandelte Version des Schlachtrufs des Medienkurses („Mund auf – Werbung rein – Gender sein“): „Mund auf – Süßes rein – Astro sein!“.

Kresseversuche

Alissa Bauer, Christoph Stelz

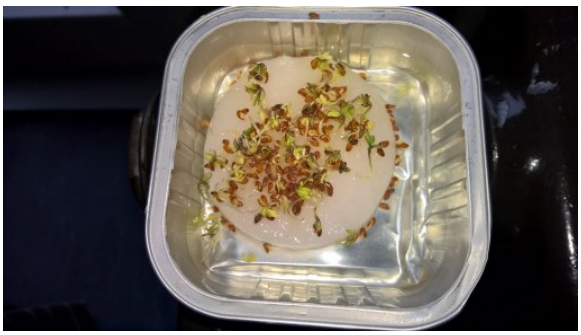
Um die Möglichkeiten von Leben auf fremden Planeten gut abwägen zu können, führten wir außerdem Versuche mit Kressesamen durch. Wir untersuchten ähnliche Bedingungen wie in den oben aufgeführten Experimenten. Kann es unter solchen Voraussetzungen pflanzliches Leben geben?

Während eine Vergleichsprobe ungerührt auf der Fensterbank keimte, hatten andere Proben einiges durchzustehen: Wir übergossen zwei mit flüssigem Stickstoff, eine davon war bereits angekeimt. Etwa fünf Minuten lang brutzelte es in den für den Stickstoff extrem heißen Schälchen. Nach dieser Tortur wurden die Proben mit Wasser gegossen und zurück neben die Vergleichsprobe gestellt. Doch bereits wenige Tage nach diesem Versuch staunten wir nicht schlecht: Die Vergleichsprobe und die stickstoffübergossenen Proben waren kaum mehr voneinander zu unterscheiden, alle drei befanden sich in demselben Wachstumsstadium; lediglich die Beschriftungen Schälchen halfen uns bei der Identifikation.

Doch was würde passieren, wenn Proben der Kälte dauerhaft ausgesetzt sind? Im Kühlschrank simulierten wir andauernde Kälte bei +12 °C. Die Probe keimte, doch ihr Wachstum lag weit hinter der Vergleichsprobe zurück.

Aber was ist mit dem Gegenteil von Kälte? Überstehen die Samen 15 Minuten bei 150 °C im Backofen? Nein, fanden wir anhand unserer Kresseprobe heraus. Die Samen waren braun, wiesen aber sonst keine Veränderungen auf. Auch bei intensiver Bestrahlung mit der Infrarotlampe wollten die Samen nicht sprießen, offensichtlich waren die Temperaturen zu heiß. Doch das waren nicht die einzigen Proben, die wir getestet hatten. Auch Lauge und Säure wurden zu jeweils einer Samenprobe dazugegeben. Keine der beiden Proben keimte.

Zudem stellten wir eine Probe unter UV-Licht und eine unter einen Karton. Die Samen unter dem UV-Licht keimten fast normal, die Probe in der Dunkelheit wies dahingegen Anomalien, wie eine gelbe Färbung, kleinere Blätter und ein übernatürliches Wachstum in die Höhe auf. Außerdem behandelten wir eine weitere Probe mit einer Salzlösung, die nicht gekeimt hat.



Keimende Kresse, die mit UV-Licht bestrahlt wurde.

Kresse keimt nicht in stark basischer Umgebung.

Somit kamen wir zu dem Schluss, dass schon Planeten mit relativ geringen Abweichungen in der Temperatur nicht mehr ideal für Pflanzen von der Erde wären. Auch ausreichend Licht ist für pflanzliches Leben eine wichtige Bedingung. Allerdings haben wir die Tests ja mit Lebens-

formen von der Erde durchgeführt, die sich den Gegebenheiten hier angepasst haben. Deshalb können wir nicht direkt Leben auf Planeten ausschließen, die keinen unserer Punkte erfüllen. Zumindest müssten die Eigenschaften eines Exoplaneten aber sehr genau mit den Bedingungen auf der Erde übereinstimmen müssten, um erdähnliches Leben hervorzubringen.

SETI

Raffaela De Pascali

Ist die Menschheit einzigartig? Oder ist die Erde doch nicht der einzige Planet im Universum, auf dem intelligentes Leben existiert? Genau diese Frage stellt sich auch die SETI-Forschung. SETI steht für Search for ExtraTerrestrial Intelligence, also Suche nach außerirdischer Intelligenz.

Bei der Suche nach außerirdischen Zivilisationen stellt sich die Frage, ob sich auch Leben auf Monden von Exoplaneten abspielen könnte. Man stelle sich da nur einen großen Gasriesen mit einem kleineren Mond mit fester Oberfläche und flüssigen Ozeanen vor.

Die Drake-Gleichung

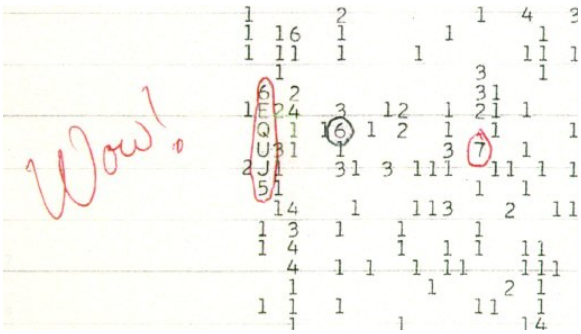
Die Drake-Gleichung, die 1961 von dem US-amerikanischen Astrophysiker Frank Drake entwickelt wurde, dient zur Abschätzung der Anzahl an fremden Zivilisationen in unserer Galaxie, der Milchstraße.

$$N = R \cdot f(p) \cdot n(e) \cdot f(L) \cdot f(i) \cdot f(c) \cdot L$$

Dabei ist R die Bildungsrate geeigneter Sterne, $f(p)$ der Anteil dieser Sterne mit Planetensystemen, $n(e)$ die Anzahl der Planeten in der habitablen Zone, $f(L)$ der Anteil der Planeten, auf denen Leben entsteht, $f(i)$ der Anteil der lebenstragenden Planeten, auf denen sich intelligentes Leben entwickelt, $f(c)$ der Anteil der technologisch ausreichend entwickelten Zivilisationen und L die Lebensdauer solcher Zivilisationen.

Während sich die ersten Faktoren der Gleichung über astronomische Beobachtungen eingrenzen lassen, tauchen bei den letzten vier große Unsicherheiten auf.

Seit 1960 gab es diverse wissenschaftliche Projekte, um solche fremden Zivilisationen ausfindig zu machen. Für unser Sonnensystem speziell heißt das, dass nach Anomalien Ausschau gehalten wird. Ein beträchtlicher Anteil bei SETI wird aber mit Radioteleskopen und Sendern unternommen. Zum einen werden Botschaften verschickt, zum wird anderen nach ungewöhnlichen Signalen Ausschau gehalten, die womöglich auf Außerirdische schließen lassen. Ein möglicher Kandidat ist das berühmte Wow-Signal, bei dem man sich aber bis heute nicht sicher ist, ob es sich wirklich um einen Hinweis auf eine fremde Zivilisationen handelte.



Das im Jahr 1977 empfangene Wow-Signal war signifikant stärker als das Hintergrundrauschen. Bisher ist man sich seiner Ursache nicht bewusst. Bild: Ohio State University Radio Observatory und North American AstroPhysical Observatory (NAAPO)

Am einfachsten ist es jedoch wohl, auf einen direkten Besuch von Fremdlingen in Ufos zu warten.

SETI ist zweifellos ein höchst spannendes, aber auch problematisches Forschungsgebiet, weil das Prinzip hauptsächlich darauf beruht, dass fremde Zivilisationen ähnliche Kommunikationstechniken wie wir verwenden. Doch was wäre, wenn sich ihre Sprache oder ihre Technologie von unserer drastisch unterscheidet? Die Wahrscheinlichkeit ist groß, dass sie entweder im Moment gar nicht über die erforderlichen Geräte verfügen oder uns umgekehrt technologisch meilenweit voraus sind. Hinzu kommt, dass Versuche zur Kontaktaufnahme womöglich richtungsorientiert sind und uns infolgedessen einfach verfehlen.

Wegen der langen Laufzeiten können empfangene Radiowellen außerdem Hunderte Jahre

alt und die Zivilisation in der Zwischenzeit ausgestorben sein, die sie ausgesendet hat. Genauso würde, selbst wenn man wirklich mal ein Signal langlebiger Zivilisationen empfangen würde, schon ein einfacher Dialog jahrzehntelang dauern, wenn man bedenkt dass uns schon eine Distanz von knapp 15 Lichtjahren vom nächsten bekannten Exoplaneten trennt.

Die Menschheit muss sich außerdem fragen, ob wir überhaupt auf uns aufmerksam machen wollen, denn wer weiß, ob die Außerirdischen nicht eine Bedrohung für uns darstellen und unserem Planeten vielleicht feindlich gesinnt sind. Unterm Stich würden Zeichen von fremden Zivilisationen fraglos eine neue Ära begründen, solange wir aber keins beobachten, können wir letzten Endes nichtmal entscheiden, ob das intelligente Leben auf der Erde einzigartig ist.

Interstellare Raumfahrt

Raffaela De Pascali

Was wäre, wenn ein Wissenschaftler am Very Large Telescope in Chile bei der spektroskopischen Untersuchung der Atmosphäre eines Exoplaneten gleichzeitig auf die beiden Gase Sauerstoff und Methan treffen würde? Würde das denn nicht etwa für dort existierendes Leben, vielleicht auch höheres, gar intelligentes Leben, sprechen?

Unser Kurs wollte dem Ganzen einfach noch ein Stückchen näher auf den Grund gehen und beschäftigte sich mit der Frage, ob wir nicht einfach auf eigene Faust Exoplaneten bereisen können – also zu interstellarer Raumfahrt in der Lage sind.

Um die Flugdauer zu dem von uns beobachteten Exoplaneten HAT-P 51 b zu veranschaulichen, eignet sich das folgende Rechenbeispiel: Als Reisegeschwindigkeit setzen wir die Fluchtgeschwindigkeit von der Erdoberfläche voraus, also die Geschwindigkeit, die erforderlich ist, um ins ins Unendliche zu gelangen. Sie beträgt 11,2 km/s. Da wir wissen, dass das eine Geschwindigkeit ist, die mit heutiger Raketentechnik sicher erreicht werden kann, nehmen wir für das Beispiel einfach an, dass wir genau diese Geschwindigkeit während der gesamten Reise beibehalten könnten. Bei einer Distanz von 1500 Lichtjahren zu unserem Planeten beträgt die Flugdauer sage und schreibe 40 Millionen Jahre – eine ziemlich gewaltige Zeit, die zweifellos unvorstellbar viele Menschengenerationen umfassen würde.

100 Menschen in einem riesigen Raumschiff loszuschicken und auf Fortpflanzung zu hoffen, wäre gewiss auch keine Lösung des Problems, denn kein technisches Gerät hält auch nur annähernd so lange. Faktoren wie Vorräte und die Extrembedingungen Kälte und kosmische Strahlung, denen das Raumschiff und seine Besatzung ausgesetzt wären, spielen eine erhebliche Rolle. Nicht zuletzt sollte man sich vor Augen führen, dass es vor 40 Millionen Jahren noch gar keine Menschen gab. Wie sähe das Leben aus, wenn man eine Population ins All schickt? Die Evolution würde gewiss ganz andere Wege einschlagen.

Durchaus berechtigt ist es, sich die Frage zu stellen, ob jene Insassen bei ihrer Ankunft nach unserer Definition noch Menschen wären, geschweige denn, ob sie motiviert wären, die 80 Millionen Jahre dauernde Rundreise fortzuführen. Zurück auf der Erde könnte es einem also vorkommen, als ob sich zwei außerirdische Rassen träfen, deren Verwandtschaft sich lediglich über DNA-Proben erkennen ließe.

Denkbar wäre auch, dass die Menschheit zum Zeitpunkt ihrer Rückkehr bereits ausgestorben ist, vernichtet zum Beispiel durch einen Asteroideneinschlag oder durch Kernwaffen.

Spezielle Relativitätstheorie

Interstellare Raumfahrt mit Raketen nach dem heutigen Stand unserer Technik – selbst mit denen, die Ionenantrieb besitzen – scheint ausgeschlossen zu sein. Dennoch kann man sich die Frage stellen, ob man die Reise nicht stark beschleunigen könnte. Zu fremden Welten mit Überlichtgeschwindigkeit zu reisen ist zwar keine Schwierigkeit für Raumschiff Enterprise, außererhalb von Science Fiction hingegen sehr wohl, zumal Albert Einsteins Spezielle Relativitätstheorie jeglicher Materie untersagt, Licht-, geschweige denn Überlichtgeschwindigkeit anzunehmen.

Die Relativitätstheorie besagt, dass Gleichzei-

tigkeit keine physikalische Größe ist – eine Person auf der Erde sieht Passagiere eines Raumschiffes langsamer altern:

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

wobei c die Lichtgeschwindigkeit, v die Geschwindigkeit des Raumschiffs im Vergleich zur Erde, t die im Raumschiff vergehende Zeit und t' die auf der Erde vergehende Zeit bezeichnet.

Darüber hinaus besagt die Theorie, dass der Person auf der Erde die Passagiere des Raumschiffs schwerer erscheinen:

$$m = \frac{m'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

m ist hier die Masse im Raumschiff, und m' die Vergleichsmasse auf der Erde.

Infolgedessen sorgt die Natur dafür, dass ein Massekörper niemals Lichtgeschwindigkeit erreichen kann, da man es zu einem Zeitpunkt nicht mehr schafft, die Masse weiter zu beschleunigen.

Selbst mit 80–90 % der Lichtgeschwindigkeit wäre die Menschheit nicht dazu fähig, extrasolare Planeten zu besuchen – denn Hunderte oder Tausende von Jahren sind schlichtweg immer noch unbeschreiblich lange.

Es bleibt aber natürlich immer die Hoffnung, dass zukünftige Fortschritte in der Physik und Technik möglicherweise uns noch völlig unbekannte Wege zu den Sternen aufzeigen könnten.

Der Exkursionstag

Raffaela De Pascali

Nachdem wir im Kurs zu dem Schluss gekommen waren, dass ein Besuch bei einem Exoplaneten für uns Menschen außerhalb des Möglichen liegt, hatten wir bei unserer Exkursion an das Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) in Heidelberg am Montag der zweiten Akademiewoche ein deutlich näher liegendes Reiseziel. Nichtsdestotrotz waren auch wir auf der Anreise Extrembedingungen ausgesetzt: Kälte und Nässe erinnerten uns die Leiden von Brave George. Nach unserer Ankunft in Heidelberg mit dem Zug hob die Enge im Minibus auf den Königstuhl den ersten Faktor durch unsere eigene Körperwärme auf.

Oben angelangt, begaben wir uns zunächst einmal zur Landessternwarte. Dort erfuhren wir mehr über ihren Begründer Max Wolf (1863–1932), der zahlreiche Asteroiden entdeckt hat. Ihm gelang es, private Stifter zur Anschaffung der Teleskope zu bewegen, zum Beispiel das 115 Jahre alte und noch immer intakte Bruce-Teleskop, das wir natürlich auch besichtigt haben.

Beim Bruce-Teleskop an der Landessternwarte

Anschließend tauchten wir dann dann im MPIA in die Infrarotastronomie ein. Dabei durften wir einem Wissenschaftler bei seinem experimentellen Aufbau für neue Geräte hautnah über die Schulter schauen, bevor es zum Haus der Astronomie (HdA) ging, in dem unsere Kursleiterin Caro arbeitet. Das HdA ist ein Zentrum für Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit und hat zum Ziel, Astronomie möglichst jeder Zielgruppe, egal ob jung oder alt, verständlich zu vermitteln. Im Planetarium konnten wir dann auch die uns eigentlich verwehrte Reise zu den Exoplaneten nachholen – zumindest virtuell. Wir durften die Reise sogar komplett selbst steuern, und wer kann schon von sich behaupten, einmal Planetarium bedient zu haben?

Bei der Gelegenheit haben wir auch den Astronomen Florian Rodler kennengelernt, einen Experten für extrasolare Planeten. Er hat sich über zwei Stunden für uns Zeit genommen und all die Fragen zu Exoplaneten beantwortet, die uns noch auf der Seele brannten. Er beschäftigt sich seit acht Jahren mit der Bestim-

mung der Zusammensetzung von Exoplaneten-Atmosphären über Spektroskopie. So erhielten wir auch einen Einblick in das Leben eines echten Wissenschaftlers und bekamen den aktuellen Stand der Forschung vermittelt.

Zum Abschluss unserer Exkursion ließen wir uns die Sicht vom Königstuhl auf die Altstadt von Heidelberg nicht entgehen.

Die Abschlusspräsentation

Antonia Münchenbach

Um unsere Kursarbeit nicht nur der Akademie sondern auch unseren Eltern und anderen Interessierten vorzustellen, stellten wir alles zu einer Präsentation zusammen. Hierzu ergänzten wir die bestehende Rotationspräsentation mit den restlichen spannenden Dingen, die wir seit der Rotation gemacht hatten, zum Beispiel weitere Nachweismethoden, die Versuche mit dem flüssigen Stickstoff und der Frage nach intelligentem Leben auf Exoplaneten. Wir bereiteten ein letztes Mal den Raum vor und übten wie verrückt.

Als die Abschlusspräsentationen endlich anfingen, waren wir sehr aufgeregt. Diesmal konnten wir selbst aber leider nicht alle Vorträge hören, da es nur vier Zeitschienen gab und wir ja einmal auch selber unseren eigenen Vortrag halten mussten. Die übrige Zeit konnten wir auch mit unseren Eltern verbringen.

Unsere Präsentationen waren ein voller Erfolg und wir waren alle sehr stolz, dass wir sie so souverän gemeistert hatten. Am Abend belohnten wir uns deshalb mit dem leckeren Essen vom Buffet und dem wundervollen Abschlussabend, den wir entspannt genießen konnten. Insgesamt war das ein gelungener Abschluss unserer Akademiezeit.

Nachwort

Katrin Geng

Ankunft! Die Reise zu den Exoplaneten ist hiermit leider beendet. Wir hoffen Sie haben sie genossen und dabei erfahren, womit wir uns im Astronomiekurs beschäftigt haben.

Volles Haus bei der Abschlusspräsentation

Gemeinsam konnten wir ein wenig Licht das Dunkel des Weltalls bringen, denn wir haben unglaublich viel gelernt und unser Wissen in einem brandaktuellen Forschungsgebiet erweitert. Während der Akademie wurde mit Feuereifer präsentiert, geplant, experimentiert, gebastelt – und auch Süßigkeiten gegessen. Im Kurs herrschte eine angenehme und doch lernintensive Atmosphäre, die durch kleine und große Späßchen, ein Spiel draußen oder durch die eine oder andere Kneteschlacht aufgelockert wurde. Dass wir so viel erreicht haben, lag sicherlich auch daran, dass unser Kurs immer motiviert war und einzigartig harmoniert hat. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wir eine wunderbare, bereichernde und unvergessliche Akademie erlebt haben, in der wir unglaublich viele neue Dinge erfahren haben. Und wer weiß – vielleicht werden wir ja zu einem Nachtreffen auf den von uns detektierten Planeten reisen können?

Zitate aus dem Kurs

- Astros auf dem Sportplatz beim Sterneschauen. Ilya: „Hey, seht ihr dieses Flugzeug?“ Raffaela: „Ja, LH375!“ Ilya: „Du kannst das lesen?!“
- Probe Rotations-Präsentation, Philipp redet viel zu schnell los und vergisst, sich vorzustellen. Katrin macht ihn mit großen Gesten darauf aufmerksam. Philipp: – Redepause – „Ach, und übrigens: Ich bin der Philipp.“
- Christoph: „Hallo, ich bin der Aschdro-

Chris.“ Philipp: „Ja, und ich der Aschdro-Phil.“

- Stickstoff-Experimente, Topf mit kochendem Wasser hat soeben Tischtennisball zersprengt, Wasser immer noch heiß, Reste von Stickstoff noch im Schaumstoffbehälter. Dominik nimmt den Behälter in die Hand, stellt sich neben den Topf „Keine Ahnung, was jetzt passiert, aber . . . “ (Kippt flüssigen Stickstoff auf kochendes Wasser) * KRA-WUMM *
- Philipp D.: „Ich krieg’ hier gleich ’nen Colaps!“
- Katrin beim Üben der Präsentationen: „Wenn ihr Karteikarten benutzt, bring’ ich euch um!“
- Dominik grummelt über das Akademiethema: „Baumplanet!“
- Unser Schlachtruf (von Raffaela): „Pegasus fliegt, Astrokurs siegt!“
- Bei Verteilung des Speiseeises: Abwandlung des Schlachtrufes der Medienkursler („Mund auf, Werbung rein, Gender sein“) in „Mund auf, Süßes rein, Astro sein!“
- Christoph sieht abgetrennte Tastatur von Alissas Surface, weicht erschrocken zurück, Alissa zeigt stolz, dass sie die Tastatur OH WUNDER wieder anhängen kann. Christoph (mit goldener, runder Brillenfassung auf der Nase): „HEXE!“ Daraufhin Alissa: „Sagt der, der wie Harry Potter aussieht!“
- Raffaela beim Üben der Rotationspräsentation: „Hier seht ihr eine komplexe Grafik, die sehr anschaulich ist.“
- Antonia bezüglich der Exkursion zum MPIA in Heidelberg: „Anschließend haben wir einen Ausflug zum Max-Planck-Institut für Astrologie in Mannheim gemacht . . . “
- Mittagessen am Astrotisch: „Wie groß ist denn das Würstchen?“ – „0,00000. . . 0001 Astronomische Einheiten!“
- Raffaela beim Üben der Abschlusspräsentation zur Unmöglichkeit der Reise zu HAT-P 51 b: „Ein Menschenleben passt ja nicht in 40 Millionen Jahre.“
- Kurs erstellt die Doku, Christoph singt vor sich hin: „Look at my text, my text is amazing . . . “ Caro (verzweifelt): „OH NEIIIIN, jetzt hab’ ich ’nen Ohrwurm!“ Dominik (sofort aufmerksam): „Was ist das denn für ein Lied?“ Ilya: „Dieses Look at my horse, my horse is amazing . . . “ Christoph: „Wozu gibt’s Youtube?“ Dominik: „Bestimmt nicht, um solche bescheuerten Lieder anzuhören!“
- Dominik: „Schaumstoff ist nicht Styropor. Schaumstoff ist Schaumstoff!“
- Philipp D. in der Anfangsversion seiner Dokumentation, zu Malerkitteln und der Farbschlacht: „Im Nachhinein wäre es vielleicht gut gewesen, das Gesicht irgendwie zu schützen. Denn nach unserem Werkraumsbesuch hatten einige von uns Farbe im Gesicht. Ob das auch gegen Farbe in den Haaren geholfen hätte, weiß ich nicht. Das war nämlich das Ergebnis der Farbschlacht Adriana vs. Katrin. Wer am Ende die Farbe im Haar hatte und duschen gehen durfte, lasse ich mal offen.“
- Auch in der Anfangsversion, Philipp D. zur Sinnhaftigkeit der Arbeit eines Astronomen: „Ich hoffe nun, dass ich anschaulich genug erklärt habe, warum man nicht nur zur Orientierung, für romantische Augenblicke oder zum Lesen von Aufschriften winziger am Himmel vorbeifliegender Flugzeuge in die Sterne schaut.“
- Caro: „Das sind Hot Jupiters.“ Jemand: „Es gibt aber auch Hot Saturns.“ Dominik: „Vielleicht auch Hot Earths.“ Jemand: „. . . oder Hot Venuses.“ Dominik: „Oder Hot Dogs.“
- Caro: „Das gibt es doch schon!“ Christoph: „Ja, aber wir können es ja mal so rüberkommen lassen, als wären wir kreativ.“

Kurs 2 – Boden, ist das wirklich alles Dreck?

Vorwort

Lucas Wollenhaupt, Silas Nägele,
Patricia Keppler

Wenn Sie bei einem Spaziergang nicht nur die Landschaft, die Bäume, die Wiesen und Blumen betrachten, sondern den Blick auch tiefer schweifen lassen und genauer betrachten, worauf wir gehen und stehen, dann könnten Sie wohl zu unseren Teilnehmern gehören.

Der Boden lag im Zentrum unserer Kursarbeit und hat uns immerhin zwei Wochen beschäftigt und fasziniert. Vor allem wollten wir verstehen, wie das Ökosystem Boden funktioniert und aufgebaut ist, und auch, welche Umweltfaktoren den Boden beeinflussen und ihn in seinen Eigenschaften charakterisieren.

Wir gingen der Bedeutung des Bodens für uns Menschen auf den Grund und untersuchten unseren Boden bis ins kleinste Detail. Wir beschäftigten uns mit der Frage, wie wir unseren wertvollen Boden behandeln sollten, um ihn für noch viele folgende Generationen fruchtbar und nutzbar zu halten. Natürlich untersuchten wir auch die Bewohner dieses faszinierenden Lebensraumes und fragten uns, welche Leistungen sie wohl für uns erbringen. Welches Jahr hätte sich dafür besser angeboten, als das „Internationale Jahr des Bodens“, das wir in diesem Jahr zelebrieren?

Aber wie eine Akademie so ist, gab es neben dem Kurs noch genügend, über das man viele kleinere und größere Geschichten erzählen könnte. Die folgenden Seiten können hier nur einen groben Eindruck vermitteln, mehr erzählen und erklären könnten wir immer. Für uns war dieser Kurs der Erste, den wir gestalten durften, und ohne große Umschweife können wir sagen, dass wir auf die Leistung unserer Teilnehmer stolz sind!

Und nun wünschen wir Ihnen viel Spaß beim Lesen.

Unser Kurs

Sarah Wetzel, Zoé Klaiber

Silas, unser Kursleiter, erklärte uns selbst schwere Inhalte immer so, dass wir sie alle verstehen und nachvollziehen konnten. Auch am Ausflugstag gab er uns zahlreiche Informationen zu den Pflanzen auf Feldern und Wiesen. Mit Hilfe von Schwamm und Kehrschaufel sorgte er für eine immer perfekt geputzte Tafel.

Patricia, unsere Kursleiterin, darf trotz ihrer kleinen Körpergröße auf keinen Fall unterschätzt werden! Sie hat einiges auf dem Kasten und erklärte uns auch die kompliziertesten Dinge mit Bravour. Besonders hervorzuheben sind dabei ihre genauen Skizzen, die sie zur Veranschaulichung anfertigte. Ihr Defizit an Körpergröße glich sie mit ihren unverwechselbaren Holz-Clogs mit Ziegenfell aus, die sie mit den 5 cm hohen Absätzen um einiges größer erscheinen ließen. Sie hatte immer gute Laune und stand uns zu jeder Zeit mit Rat und Tat zur Seite.

Lucas, unser Schülermentor, führte uns mit vielen Sprüchen und starker Motivation zu einem hervorragenden 2. Rang beim Sportfest. Man kann eindeutig sagen, dass er den höchsten Chipskonsum von uns allen hatte. Wenn Lucas jedoch in seinen Professorenmodus schaltete und uns mathematische und physikalische Begriffe oder Zusammenhänge erklärte, war es manchmal ziemlich schwer, ihn zum Lachen zu bringen oder wenigstens zu stoppen.

Lisa brachte uns mit ihrem sympathischen schwäbischen Dialekt des Öfteren zum Schmunzeln. Sie ist aufgeweckt und lernbegierig, was sich unter anderem dadurch zeigte, dass sie eine ganze Zeit lang verzweifelt auf der Suche nach jemandem war, der ihr sagen konnte, welche Art von Baum wohl im Schulgarten wächst.

Louisa, immer in der Lage, uns durch ihr episches Kampfgebrüll zu heroischen Taten zu motivieren, war stets gut gelaunt und hatte immer einen witzigen Spruch auf Lager. Sie hatte für jeden ein offenes Ohr und trat allen Herausforderungen frohen Mutes entgegen.

Judith war mit Abstand die Größte in unserem Kurs. Ihr Markenzeichen sind ihr Zopf und ihre offene und freundliche Art. Sie war der Ruhepol unseres Kurses und sorgte mit ihrer ruhigen Art für ein ausgeglichenes Kursklima.

Jens, unser Rhetorikspezialist. Mit seiner konstruktiven Kritik sorgte er dafür, dass unsere Abschlusspräsentation nicht den kleinsten Fehler beinhaltete. Auch er selbst hielt gerne schön formulierte Reden und beteiligte sich sehr aktiv am Kurs.

Nico, unsere Spaßkanone, war immer mit großer Leidenschaft dabei, egal ob im Kurs oder beim Sportfest. Dort leitete er unser Wikingerschiff als unser Kapitän sicher ans andere Ufer.

Von ihm stammt außerdem unser Schlachtruf: „Fight like Famous Amos!“ Abends beim Improtheater hatten wir dank Nico immer etwas zu lachen.

Luca strahlte stets Ruhe und Gelassenheit aus. Wenn er nicht gerade ein Nickerchen im Schulgarten machte, half er uns mit seinen durchdachten und aussagekräftigen Beiträgen immer dann, wenn der Rest gerade nicht weiterkam. Gerade wenn man nicht damit rechnete, hatte er einen scharfsinnigen Kommentar parat.

Tim, laut Silas der coolste Typ im Kurs, wird auch Tennisgott oder Boris Becker genannt. Er schnappte sich den lustigsten Laborkittel und war immer für einen Spaß zu haben. Im Kurs hatte er zu jeder Frage stets eine passende und kompetente Antwort parat. Für seine Fairness beim Sportfest erhielten wir sogar einige Extrapunkte sowie einen Fairnesspreis.

Sarah G. erklärte in ihrem Vortrag die Zusammenhänge der Bodenfruchtbarkeit besser als Patricias Professorin. Sie war stets interessiert und aktiv, wollte allem auf den Grund gehen und stellte so viele Fragen, dass die andere Sarah im Kurs am Ende beinahe nicht mehr auf ihren Namen hörte. Für die Verfärbungen bei den Nährstoffnachweisen konnte sie sich so begeistern, dass sie die Proben am liebsten mitgenommen hätte.

Sarah W. war immer gut gelaunt und steckte jeden mit ihrem fröhlichen Lachen an. Sie war für alle Fragen und Themen offen und konnte sich für alle Dinge begeistern. Manchmal war sie mit ihren Gedanken schon bei ganz anderen Themen, doch auf die aktuellen Fragen wusste sie immer eine gute Antwort.

Sophia K. war auf den ersten Blick eher zurückhaltend. Ihre zuvorkommende Höflichkeit und ihr fröhliches Gemüt hätten wir jedoch nicht missen wollen. Sie war für uns alle eine sehr gute Gesprächspartnerin. Trotz der Wärme ihres Herzens und dreier Jacken fror sie auf unserer Exkursion bitterlich.

Zoé war immer offen, engagiert und wissbegierig. Wie eine fröhliche Quelle schenkte sie uns beständig ihr erquickliches Lachen. Sie hinterfragte unsere Ideen und Pläne immer sehr gewissenhaft und deckte so den ein oder anderen Denkfehler auf.

Sophia H. erkannte man vor allem an ihrer wunderschönen Lockenmähne. Sie regte uns immer dazu an, in den Texten die Worte genauer zu lesen und zu verstehen, sodass jeder von uns genau verstand, worum es eigentlich ging. Mit ihrer ruhigen, freundlichen und hilfsbereiten Art war sie immer für ein Gespräch zu haben. Nicht selten führten uns ihre guten Ideen auf die entscheidende Spur.

Der Aufbau des Bodens

Judith Dohm

Der Boden zählt neben Wasser und Luft zu den kostbarsten Gütern der Menschheit und ist die Grundlage des Lebens von Menschen, Tieren und Pflanzen. Diese Tatsache verdeutlicht uns, wie wichtig der Boden für die Menschen ist.

Im Allgemeinen versteht man unter Boden den lockeren oberen Teil der Erdkruste. Dabei ist Boden nicht gleich Boden. Bei näherer Betrachtung stellt man fest, dass sich der Boden nicht nur durch Farbe und Beschaffenheit, sondern auch durch die Fruchtbarkeit unterscheidet.

Die Bodeneigenschaften und Bodenarten sind von vielen Faktoren abhängig. Durch das Zusammenspiel des Ausgangsgesteins, der Hangneigung, des Wasserhaushalts, des Klimas, der Bodenlebewesen, der Pflanzen, des menschlichen Einflusses, sowie des Alters entstehen unterschiedliche Bodenarten, wobei das Ausgangsgestein und der Verwitterungsgrad maßgeblich für die Bodenart bzw. den Bodentyp sind.

Die Böden sind die Grundlage der Land- und Forstwirtschaft. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, die organischen und mineralischen Bestandteile des Bodens, das Wasserspeichervermögen und seine Durchlüftung zu kennen, da unterschiedliche Pflanzen auch unterschiedliche Anforderungen an den Boden stellen. Für einen optimalen Fruchtertrag ist aber nicht nur der Boden selbst maßgeblich, sondern auch eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung.

Die Bodenarten

Zunächst einmal betrachten wir die festen mineralischen Bestandteile des Bodens, die als Bodenarten bezeichnet werden.

Ein einfaches Kriterium zur Bestimmung der Qualität eines Bodens ist die Farbe. Eine allgemeine Regel besagt, je dunkler der Boden, desto fruchtbarer ist er. Die dunkle Farbe wird durch einen hohen Humusanteil verursacht. Sie kann aber auch durch übermäßige Feuchtigkeit im Boden verursacht werden. Dies wiederum bedeutet, einen weniger fruchtbaren Boden in der Hand zu halten. Böden, deren Farbton rot oder rot-braun ist, enthalten – bedingt durch das Ausgangsgestein – einen höheren Anteil an Eisenoxid. Gelbe Böden sind weniger fruchtbar. Die Farbe dieser Böden beruht auf reduzierten Eisenverbindungen. Gräulichen Böden liegt meist ein Eisen- oder Sauerstoffmangel zugrunde.

Detaillierter wird die Qualität eines Bodens unter anderem durch das Vorkommen verschiedener **Bodenarten** und deren Korngrößenzusammensetzung bestimmt, wobei die Körnung die Größe der einzelnen Partikel beschreibt.

Dabei werden 3 Hauptbodenarten unterschieden:

Sand hat eine grobe Körnung, das heißt die Körner besitzen einen Durchmesser zwischen 0,063 bis 2,0 mm.

Schluff besitzt eine Körngröße von 0,002 bis 0,063 mm.

Ton besitzt eine Körnung, die kleiner als 0,002 mm ist.

Diese drei Bodenarten bilden die Feinbodenarten, weil die Körner kleiner als 2 mm sind. Die einzelnen Bodenarten treten jedoch nie rein auf, sondern immer nur in Gemischen, die je nach Anteil der einzelnen Bodenarten zum Beispiel als toniger Schluff oder sandiger Schluff bezeichnet werden. Der Mischungsanteil von Sand, Schluff und Ton bestimmt die Bodenart. Lehm wiederum ist ein Gemenge aus Sand, Schluff und Ton.

Der Porenraum

Als Poren bzw. Porenvolumen werden die Zwischenräume oder auch die Hohlräume zwischen den einzelnen Körnern bezeichnet.

Sandböden besitzen grobe Poren, welche ein Volumen von 50 µm bis 10 µm haben. Die grobe Körnung von Sand bedingt eine starke Durchlüftung und hohen Wasserdurchfluss. Dies wiederum führt zu trockenen Böden, da bei fehlender Oberflächenhaftung die Fähigkeit, Wasser zu halten, gering ist. Infolgedessen ist die Nährstoffspeicherung gering, weil es zur Auswaschung von Nährstoffen kommt. Sandböden lassen sich leicht bearbeiten und werden deshalb im allgemeinen Sprachgebrauch auch als „leichte Böden“ bezeichnet.

Schluff besitzt hauptsächlich Mittelporen, die 50 µm bis 0,2 µm groß sind.

Ton weist mit einer Porengröße von einem Durchmesser kleiner 0,2 µm hauptsächlich Feinporen auf. Tonböden besitzen ein hohes Gesamtporenvolumen, bei nur sehr wenig Grob- und Mittelporen. Dies bedingt ein hohes Wasserhaltevermögen, wodurch Nährstoffe nicht so leicht ausgewaschen werden können. Tonböden sind schwer zu bearbeiten und schwer durchwurzelbar. Sie werden deshalb auch als „schwere Böden“ bezeichnet. Zusammengefasst bedeutet das: Je feinkörniger ein Boden ist, desto höher ist sein Porenvolumen bei kleinerem Porenraum.

Lehm ist ein Gemenge aus Sand, Schluff und Ton, annähernd zu gleichen Teilen, und besitzt keine Kornfraktion. Ein optimales Verhältnis von Grob-, Mittel- und Feinporen ist ein Garant für eine gute Wasser-, Sauerstoff- und Nährstoffversorgung für die Pflanzen. Lehmböden lassen sich gut bearbeiten und sind gut durchwurzelbar.

Die Bodenhorizonte

Judith Dohm, Zoé Klaiber

Böden werden nach ihrer Entstehung und nach ihren Merkmalen eingeteilt. Dabei kann man die Eigenschaften, z. B. die Tiefe, die Farbe, das Gefüge und die Zusammensetzung, mit einfachen Mitteln bestimmen. Die einzelnen Teile, aus welchen sich Böden zusammensetzen, also die Bodenarten, haben wir bereits kennengelernt. Im Profil jedoch kann man auch mit bloßem Auge deutliche Unterschiede in Form von Schichten erkennen.

Die einzelnen Schichten unterscheiden sich von Boden zu Boden in ihrer Art, Anzahl und Anordnung. Diese sind für die Identifizierung der Böden grundlegend. Die Bodeneigenschaften sind ein Spiegelbild ihrer Entstehungsgeschichte, wobei der Prozess der Bodenentstehung nie abgeschlossen ist. Pro Jahr entstehen dabei ca. 0,1 mm neuer Boden. Dabei sind unter anderem Klima, Verwitterung, Vegetation, sowie das vorkommen verschiedener Bodenorgansimen von großer Bedeutung. Das Ergebnis dieses Entstehungsprozesses spiegelt sich in den Schichten wieder.

Die Abfolge der einzelnen Bodenhorizonte ist entscheidend für die Unterscheidung der verschiedenen Bodentypen.

Diese Schichten werden, wie auf folgender Abbildung zu sehen ist, von oben nach unten in den 0-/A-/B- und C-Horizont eingeteilt.

Der oberste Horizont wird **0-Horizont** genannt und bezeichnet die Streuschicht. Diese besteht aus abgestorbenen organischen Materialien, wie z. B. Blättern, an der Erdoberfläche.

Der **A-Horizont** ist die nächste Schicht und besteht aus einem mit Humus vermischten Oberboden. Er reicht bis in eine Tiefe von 30 cm, ist gut durchwurzelt und verfügt über

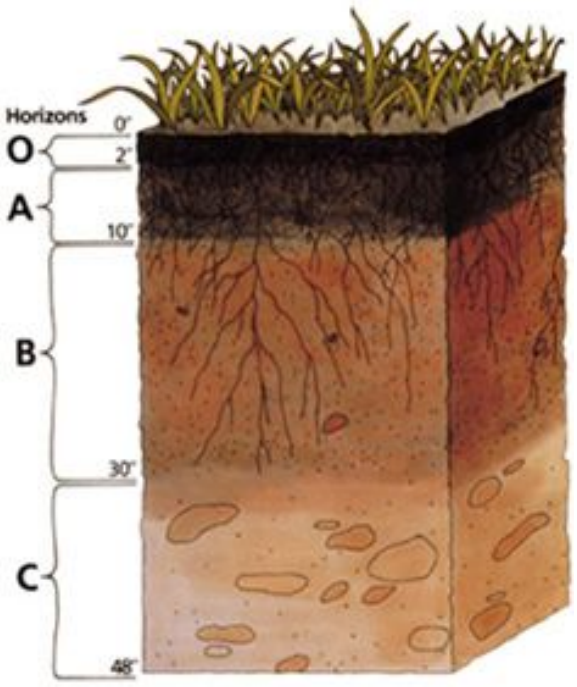


Abb. 1: Das Bodenprofil

eine hohe Anzahl an Bodenlebewesen, die für einen humosen Boden maßgebend sind. Er besitzt infolge der Verarbeitung des organischen Materials durch die Bodenorganismen eine dunkle Farbe. Gleichzeitig wird der A-Horizont auch Auswaschungshorizont genannt, da aus ihm verschiedene Huminstoffe oder Eisen in tiefer gelegene Horizonte ausgewaschen werden. Unter Huminstoffen versteht man natürliche organische Moleküle, die sich beim Abbau von Pflanzenresten im Boden bilden. Sie dienen unter anderem der Nährstoffspeicherung.

Der **B-Horizont** bezeichnet den Unterboden, in dem Tonmineralien gebildet werden. Er wird auch Anreicherungshorizont genannt, da dort die meisten Nährstoffe, welche vom A-Horizont ausgewaschen wurden, gespeichert werden. Er kann bis zu einer Tiefe von 150 cm reichen. Sein Humusanteil sinkt, und es reichern sich schon kleinere Steine an. Der B-Horizont ist für die Wasseraufnahmefähigkeit, die Nährstoffaufnahme und für die Wurzelverankerung von großer Bedeutung.

Der **C-Horizont** liegt meist unter dem B-Horizont und besteht aus noch nicht verwittertem oder kaum verwittertem Ausgangs- oder Grundgestein. Eine klare Abgrenzung zwischen dem B- und C-Horizont ist selten möglich, da die Grenzen sehr fließend sind. Dieser Horizont ist für die Stabilität des Bodens zuständig.

Anhand der oben genannten Merkmale werden die verschiedenen Bodentypen charakterisiert.

Schwarzerde hat einen sehr stark entwickelten A-Horizont. Daran schließt sich gleich der C-Horizont an, der meist aus Löss besteht, wobei der B-Horizont gänzlich fehlt. Die Schwarzerde ist einer der nährstoffreichsten und fruchtbarsten Böden. Er kommt in Osteuropa und Asien sehr häufig vor.

Braunerde besitzt ein A-B-C-Profil und kommt in Landschaften mit Laubwäldern häufig vor.

Boden, der auf kalkigen Gesteinen basiert, wird Rendzina genannt. Diese findet sich vor allem in Gebirgen und besteht aus einem A-Horizont, der direkt über dem C-Horizont liegt.

Die Entstehung von Boden

Um verstehen zu können, wie die einzelnen Bodenarten und auch die Horizonte des Bodens zustande kommen, muss zunächst geklärt werden, wie Boden überhaupt entsteht. Dafür spielt insbesondere die Lithosphäre eine entscheidende Rolle. Sie beinhaltet zum einen die verschiedenen Gesteine und zum anderen die Verwitterung, also den Zerfall des Gesteins nahe der Erdoberfläche.

Boden kann nur im Zusammenspiel der Hydrosphäre (dem Wasserbereich), der Atmosphäre (dem Gasbereich), der Biosphäre (alle lebenden Organismen) und der Lithosphäre entstehen. Aus diesem Grund wollen wir im folgenden diese Sphären genauer beleuchten.

Die Lithosphäre

Zoé Klaiber, Judith Dohm

Das Gestein ist der Ausgangsstoff der Bodenentstehung. Dieses wird, nach ihren Entstehungsbedingungen, in drei Gruppen unterteilt: den sedimentären, den metarmorphen und den magmatischen Gesteinen.

Die Gesteine

Sedimentäre Gesteine, auch Ablagerungsgesteine genannt, entstehen durch die Diagenese von feinen Ablagerungen wie Sand oder Staub. Als Diagenese bezeichnet man den Ablauf der Verfestigung dieser Ablagerungen durch Druck und Temperatur. Sedimentäre Gesteine können durch Metamorphose zu Metamorphiten werden. Das heißt sie wandeln sich unter hohem Druck oder hohen Temperaturen um. Metamorphite können durch Temperaturveränderungen sowie Druckentlastungen teilweise aufschmelzen. Bei diesem Vorgang, der meist in den tiefer gelegenen Erdkrusten stattfindet, kann Magma entstehen. Dieses ist jedoch auch als primäres Material in der Erdkruste zu finden. Durch die Kristallisation des Magmas entstehen Magmatide. Sie werden auch Erstarrungsgesteine genannt und wandeln sich, wie sedimentäre Gesteine, durch Metamorphose zu Metamorphiten um.

Abb. 2: Dieses Bild zeigt einen Syenit. Er gehört zu den Magmatiden.

Magmatide werden nach der Tiefe, in welcher sie entstehen, in zwei Gruppen unterteilt, den Plutoniten und den Vulkaniten. Magmatide, die innerhalb der ersten 100 m unter der Eroberfläche erkalten, zählen zu den Plutoniten. Sie werden auch Tiefengesteine genannt. Vulkanite, auch Ergußgesteine genannt, treten hingegen ruhig und langsam an die Erdoberfläche. Bei Magma mit einem hohen Anteil an Wasser und Luft, kann es auch zu Explosionen führen.

Die sedimentären Gesteine, Metamorphite sowie die Magmatide können durch Verwitterung zur Pedogenese, der Entstehung des Bodens, beitragen.

Verwitterung

Das Gestein kann durch äußere Einflüsse zerfallen. Diesen Vorgang nennt man Verwitterung. Er erfolgt meist in der Nähe der Erdoberfläche. Es gibt die physikalische, chemische und die biologische Verwitterung. Die **physikalische Verwitterung** beschreibt den Zerfall von Gestein in kleinere Teile. Eine Art dieser Verwitterung ist die Temperaturverwitterung. Sie erfolgt bei großen Temperaturschwankungen, wodurch sich das Volumen des Gesteins verändert. Durch die Spannungen die hierbei entstehen, bilden sich Risse und Spalten. Das Gestein platzt an der Oberfläche und zerfällt in Schutt. Ähnlich funktionieren auch der Spaltenfrost und die Wurzelsprengung.

Bei der **chemischen Verwitterung** wird Gestein in seiner chemischen Form verändert oder vollständig gelöst. Beispiele sind die Lösungsverwitterung, die hydrolytische Verwitterung und die Oxidationsverwitterung. Es lösen sich dabei Minerale durch Säuren (Lösungsverwitterung), Wasser (hydrolytischen Verwitterung) oder Metalle (Oxidationsverwitterung).

Wenn sich auf feuchtem Gestein niedere Pflanzen (Moose, Algen) ansiedeln, wird das Gestein leicht verwittert und es können sich höhere Pflanzen (Bäume, Sträucher) niederlassen. Diesen Prozess bezeichnet man als **biologische Verwitterung** .

Das Bodengefüge

Durch oben genannte Abläufe können kleinste Teilchen des Gesteins abgetragen werden. Setzen sich diese zu Aggregaten zusammen, bilden sie das Bodengefüge. Das Bodengefüge bestimmt die Menge und Form der Poren, welche auf die Durchwurzelungsintensität und die Nährstoffverfügbarkeit einen Einfluss haben.

Die Struktur des Bodengefüges wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Dazu gehören:

die Bodenart, die Menge und Art der organischen Substanz, der Wasserhaushalt sowie die Form der Bodenbearbeitung.

Eine Art des Gefüges ist das **Elementargefüge**, welches auch Einzelkorngefüge genannt wird. Es tritt bei Sandböden auf, da der Boden hier in seinen einzelnen Primärteilchen vorliegt. Die Sandkörner bzw. Bodenteilchen liegen ohne Zusammenhalt einzeln und lose nebeneinander. Sie werden weder durch einen biologischen noch durch einen chemischen Prozess zu Aggregaten verkittet. Damit lassen sich wiederum Rückschlüsse auf die Bodeneigenschaften ziehen. Je grober das Gefüge eines Bodens, desto schlechter sind die Bodeneigenschaften.

Beim **Krümelgefüge** sind die Aggregate rund, locker und porös. Die Böden besitzen eine hohe biologische Aktivität. Die Verkittungen der einzelnen Bodenteilchen beruhen auf biotischer Herkunft. Der Schleim bzw. die Absonderungen der Bodentiere dienen als Klebematerial, um die einzelnen Bodenpartikel zu verkitten. Damit zählt es als das beliebteste Gefüge, da es von einer hohen Bodenaktivität zeugt. Es ist ein Garant für einen guten Wasser- und Lufthaushalt, sowie für einen guten Nährstoffgehalt. Gleichzeitig profitiert es von einer hohen Niederschlagsaufnahme, wodurch Verschlämmung oder Erosion verhindert werden. Beispiele hierfür sind Schwarzerde, Gartenböden und Grünlandböden.

Das **Absonderungsgefüge** entsteht abiotisch, das heißt es entsteht durch Umwelteinflüsse. Infolge dessen wird es zu säulen-, blättchen- oder balkenartigen Aggregaten verklebt. Als Umwelteinflüsse zählen die Belastung des Bodens, Stauwasserbildung und die Austrocknung des Bodens mit anschließender Schrumpfrissbildung. Beispiele hierfür sind lehmhaltige Unterböden oder Niedermoore, bedingt durch Stauwasser.

Das **Fragmentgefüge** kann nur durch menschlichen Einfluss, wie beispielsweise der Bodenbearbeitung entstehen. Aus diesen mechanischen Bodenbearbeitungen bilden sich künstliche Fragmente, zum Beispiel Bröckel, Klumpen oder Schollen. Bröckel entstehen, wenn das schollenartige Gefüge während der kalten Winterzeit gefriert und dann im Frühjahr, nach dem Auftauen auseinander bricht. Die Bröckel ähneln in ihrem Aussehen stark dem Krümelgefüge, jedoch sind die Bröckel nur oberflächlich zu finden, während das Krümelgefüge viel tiefer in den Boden hineinreicht.

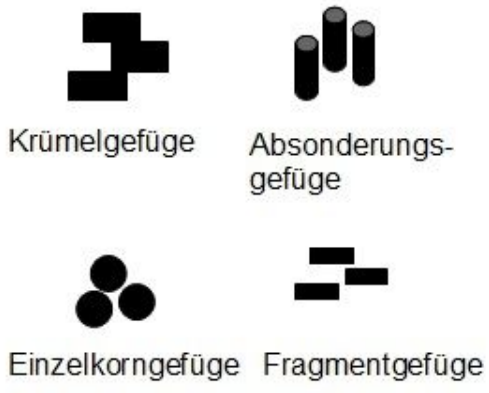


Abb. 3: Die Gefüge im Überblick

Die Entstehung des Bodens hängt somit von vielen Faktoren ab, die sich auch gegenseitig beeinflussen.

Die Hydrosphäre

Jens Fiedler

Neben den festen mineralischen Bausteinen des Bodens spielt auch der Wasserhaushalt eine entscheidende Rolle im Ökosystem Boden. Insbesondere die Eigenschaft, Wasser gegen die Schwerkraft zu halten und zu speichern, ist wichtig für das Pflanzenwachstum und das Bodenleben.

Wasser ist für die Pflanze ein limitierender Faktor. Doch was ist überhaupt ein „limitierender Faktor“? Justus von Liebig (1803–1873), ein Naturwissenschaftler, der sich viel mit der organischen Chemie auseinandersetzte, definierte diesen Begriff mit folgenden Worten: „Wie eine Tonne durch die unterschiedliche Höhe der Planken nicht voll werden kann, so können auch die Pflanzen bei Mangel eines Wachstumsfaktors – z. B. Eisen – nicht optimal wachsen.“[1] Pflanzen brauchen bestimmte Voraussetzungen, um wachsen zu können. Diese Wachstumsfaktoren sind:

[1] Quelle: http://green-24.de/forum/das-gesetz-vom-minimum-von-justus-von-liebig-t3675.html

- Wasser
- Licht
- Nährstoffe
- Luft
- Wärme

Justus von Liebigs Gesetz besagt nun, dass die Pflanze nicht oder nur unzureichend gut wachsen kann, wenn selbst nur ein Wachstumsfaktor fehlt beziehungsweise kaum vorhanden ist. Eisen, das unter die Gruppe der Nährstoffe gehört, ist für eine Pflanze ebenso unerlässlich wie auch Wasser, Licht, Luft und Wärme.

Da Wasser ein limitierender Faktor für das Pflanzenwachstum ist, beschäftigten wir uns mit der Frage, welche Böden Wasser am besten für die Pflanze verfügbar speichern können. Um diese Frage beantworten zu können, betrachteten wir die pF-Kurve, die diesen Sachverhalt aufklärt.

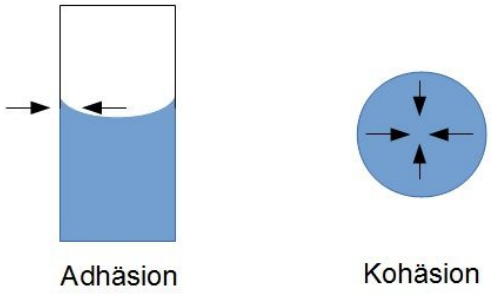


Abb. 4

Verschiedene Böden besitzen, wie bereits beschrieben wurde, unterschiedliche Poren. Die einzelnen Poren sorgen dafür, dass das Wasser im Boden gegen die Schwerkraft gehalten werden kann. Dafür sind zwei physikalische Kräfte verantwortlich: Die sogenannte Kohäsion beschreibt die gegenseitige Anziehung der Wassermoleküle in sich, während die Adhäsion für die wechselseitige Anziehung der Wassermoleküle mit den Bodenteilchen verantwortlich ist. Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 4 verdeutlicht.

Bei der Abbildung 5 ist auf der x-Achse der Wassergehalt des Bodens in Volumenprozent des gesamten Porenraumes dargestellt und auf der y-Achse die Wasserspannung mit dem zugehörige pF-Wert. Die Wasserspannung stellt

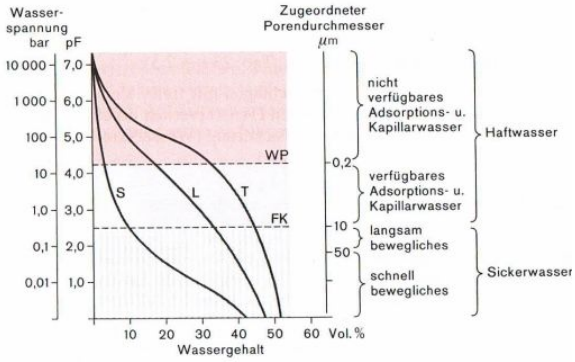


Abb. 5: die pF-Kurve

dabei den Einfluss der Matrix, sprich des Bodens, auf das Wasser dar und beschreibt die Intensität der Bindung des Wassers an die Bodenteilchen. Der pF-Wert ist dabei der logarithmierte Wert der Wasserspannung. Der pF-Wert und die Wasserspannung beschreiben also den gleichen Sachverhalt.

Die pF-Kurve wird in verschiedene Bereiche unterteilt: Ab einem pF-Wert von 1,8, sprich einer Wasserspannung von $-60\,\mathrm{hPa}$ oder höher, kann Wasser im Boden gehalten werden. Dieser Bereich wird auch Feldkapazität (FK) genannt. Den pF-Wert 4,2 bezeichnet man als permanenten Welkepunkt (PWP). Ab diesem pF-Wert ist das Wasser zwar im Boden gespeichert, aber für die Pflanzen nicht mehr erreichbar, da es zu stark im Boden an die jeweilige Bodenart gebunden wird. Deshalb wird der Bereich ab dem PWP auch Totwasserbereich genannt.

Ausschließlich das Wasser, das sich zwischen einem pF-Wert von 1,8 und 4,2 befindet, ist für die Pflanzen verfügbar, weil die Wasserspannung weder zu niedrig, sodass das Wasser durchsickert, noch zu hoch ist, sodass es zu stark in den Poren gebunden wird. Diesen Bereich bezeichnet man als die nutzbare Feldkapazität (nFK). Es steht also nicht das gesamte Wasser, das im Boden gehalten werden kann, den Pflanzen zur Verfügung.

In der obigen Abbildung der pF-Kuve (Abb. 5) sind drei Kurven abgebildet, und zwar diejenigen der Bodenarten Ton, Schluff und Sand. Weil Sand hauptsächlich Grob-, Schluff überwiegend Mittel- und Ton einen großen Anteil an Feinporen besitzt, wird das Wasser bei Vorliegen der jeweiligen Bodenart auch unterschied-

lich stark gehalten. Je nach Porendurchmesser treten Adhäsion und Kohäsion in Konkurrenz, sodass die Adhäsionskräfte in Poren kleinen Durchmessers, sprich in Feinporen, so hoch sind, dass die Saugspannung der Pflanze nicht ausreicht, diesen Kräften entgegen zu wirken. Gegenteilig verhält es sich in Poren großen Durchmessers, sprich Grobporen, wo die Kohäsionskraft die Adhäsionskraft übersteigt und das Wasser nicht im Boden gehalten werden kann. Die Mittelporen der schluffigen Böden können das Wasser aufgrund ihres Porendurchmessers gegen die Schwerkraft halten und es trotzdem pflanzenverfügbar speichern.

Auf tonigen Böden dagegen ist der Feinporenanteil bereits so hoch, dass ein Großteil des Wassers zwar im Boden gespeichert werden kann, jedoch für die Pflanzen nicht mehr nutzbar ist, da die Wasserspannung zu hoch ist. In sandigen Böden kann das Wasser sehr schlecht gespeichert werden, weil es aufgrund der viel zu niedrigen Wasserspannung (pF-Wert unter 1,8) durchsickert und als Sickerwasser ins Grundwasser gelangt. Diese Information kann man der pF-Kurve entnehmen, wenn man den Kurvenverlauf betrachtet und darauf achtet, ob die Kurve in den verschiedenen Bereichen steil oder flach verläuft. Durch den Verlauf der Kurve kann deshalb auch der Anteil der Poren abgelesen werden. Schluff ist also bezüglich des Wasserhaushaltes die beste Bodenart, weil das Wasser sowohl im Boden gehalten werden kann, als auch für die Pflanzen verfügbar ist.

Nachdem wir uns nun mit der pF-Kurve auseinandergesetzt hatten, wollten wir selbst einen Boden aus verschiedenen Schichtungen in einer Plastikflasche zusammenstellen, der so viel Wasser wie möglich halten und gleichzeitig noch so realistisch wie möglich aufgebaut sein sollte. Neben Steinen, die den C-Horizont simulierten und als Verschluss dienten, konnten wir noch zwischen verschiedenen Bodenarten wählen. Unter diesen gab es Lehm, tonigen Lehm, der etwas mehr Tonanteile besitzt, und sandigen Lehm mit etwas mehr Grobporen. Auch Humus, das zersetzte organische Material, welches sich im Boden befindet, musste in unserem Boden enthalten sein. Zu guter Letzt kam noch die Streu, welche das noch nicht zersetzte organische Material obenauf markierte.

Wie viel der Bestandteile verwendet und in welcher Schichtung diese angeordnet wurden, blieb jeder Gruppe selbst überlassen. Als die Bodenschichtung zusammengestellt war, schütteten wir eine bestimmte Menge an Wasser, die wir anhand einer realistischen Niederschlagsmenge berechneten, hinein, um auf diese Weise den Niederschlag zu simulieren. Je mehr Wasser hineingegeben werden konnte, ohne dass es unten heraustropfte, desto besser war das Wasserhaltevermögen. Diese Menge an Wasser fiel gemäß der Schichtung und Zusammensetzung des Bodens jeder einzelnen Gruppe verschieden hoch aus. Bei einer Gruppe konnte jedoch sehr viel Wasser hineingegeben werden, ohne dass es heraus sickerte (340 ml!). Warum dies so war, wird ist anhand der Abbildung 6 zu erkennen.

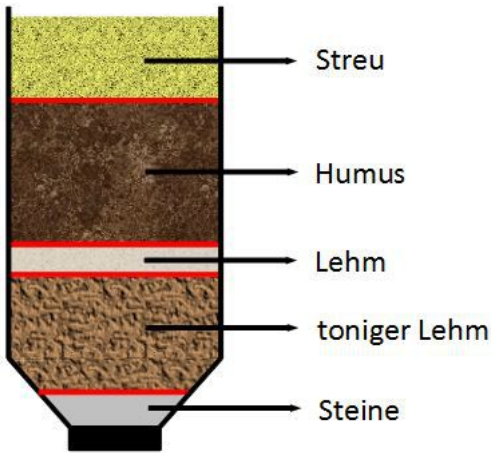


Abb. 6

1. Zuerst wurden Steine zur Simulation des Ausgangsgesteins und zum Verschluss der Flasche hinein gefüllt.
2. Danach kam eine große Schicht tonigen Lehms hinzu. Toniger Lehm besitzt ein hohes Wasserhaltevermögen. Diese Schicht kann das durchgesickerte Wasser gut speichern.
3. Darauf folgte eine kleine Schicht Lehm. Lehm kann das Wasser ebenfalls gut speichern.
4. Die nächste Schichtung bestand aus Humus. Humus ist in jedem fruchtbaren Boden enthalten und kann das Wasser gut aufnehmen, ohne es zu stauen.
5. Ein Geheimtipp war die verhältnismäßig

große Streuschicht. Das liegt daran, dass Streu das Wasser sehr gut aufsaugen kann.

Die Atmosphäre

Sarah Wetzel

Auch die Luft spielt für die Pflanzen und das Bodenleben eine entscheidende Rolle.

Da die Grobporen, wie bereits erwähnt, nicht in der Lage sind, Wasser gegen die Schwerkraft zu halten, steht dieser Anteil des Porenvolumens der Luft und ihren Gasen zur Verfügung. Der Luftgehalt nimmt dabei von oben nach unten bis zum Grundwasserspiegel leicht ab.

Der Boden steht über diese Poren in einer engen Wechselbeziehung mit der Atmosphäre. Um mehr darüber in Erfahrung zu bringen, recherchierten wir im Internet und in einigen Büchern und stießen dabei auf folgende Zusammenhänge:

Das gesamte Porenvolumen eines Bodens errechnet sich aus dem Wasservolumen und dem luftgefüllten Volumen eines Bodens. Den größten Anteil des gesamten Lufthaushaltes im Boden bilden Kohlendioxid, Methan, Sauerstoff und Lachgas.

Die Diffusion

Der Austausch von Gasen zwischen der Atmosphäre und der Bodenluft sowie in der Bodenluft selbst folgt den Gesetzen der Diffusion. Dabei streben die verschiedenen Gaskomponenten nach einem Konzentrationsausgleich zwischen Atmosphäre und Bodenluft oder zwischen verschiedenen Räumen im Boden.

Dazu ein Beispiel aus dem Alltag: Angenommen, Sie backen einen Kuchen und öffnen den Ofen, so strömt Ihnen sofort ein leckerer Duft entgegen. Nach kurzer Zeit riecht man den Kuchenduft im gesamten Raum.

Das liegt daran, dass die Duftmoleküle zu Beginn beim Ofen stärker konzentriert sind als in der Luft weiter weg im Raum. Mit dem Ziel, die Konzentration im gesamten Raum auszugleichen, verteilen sich die Duftmoleküle im Raum.

Der gleiche Vorgang geschieht auch zwischen Atmosphäre und Boden. Die Voraussetzungen für die Diffusion sind ein Ort mit einer hohen Gaskonzentration, den man Quelle nennt, und ein Ort mit einer niedrigeren Gaskonzentration, der Senke.

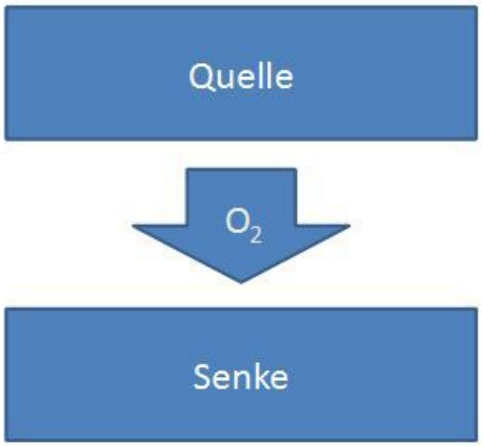


Abb. 7

Ob nun die Atmosphäre oder die Bodenluft die Quelle oder Senke bilden, hängt davon ab, wo die höhere Gaskonzentration herrscht. Diese kann sich aber je nach Gas und Umgebungsbedingungen auch so stark verändern, dass die Quelle zur Senke und die Senke zur Quelle wird. Für einen Konzentrationsausgleich strömt nun das entsprechende Gas von der Quelle zur Senke, also vom Ort höherer Konzentration zum Ort niedrigerer Konzentration, also entweder von der Atmosphäre in die Bodenluft oder von der Bodenluft in die Atmosphäre. Der dabei auftretende Teilchenstrom wird mit J bezeichnet und gibt an, welche Stoffmenge in einer Zeiteinheit durch eine Fläche diffundiert, die orthogonal zur Diffusionsrichtung liegt. Er ist abhängig vom Konzentrationsunterschied und vom Material beziehungsweise von der Umgebung, in der die Diffusion stattfindet. Die Eigenschaften der Umgebung werden dabei im Proportionalitätskoeffizienten D erfasst. Das erste Ficksche Gesetz drückt diesen Sachverhalt mathematisch aus: $J = -D \cdot (dc/dx)$

Im oben genannten Alltagsbeispiel mit dem Kuchen bildet also die Luft beim Backofen die Quelle und die restliche Luft im Raum die Senke.

Die Gase

Betrachten wir nun die vier verschiedenen Gase.

Kohlenstoffdioxid (CO_2): Bei der Zersetzung von organischer Substanz im Boden entsteht Kohlenstoffdioxid. Die für diesen Prozess zuständigen Mikroorganismen im Boden arbeiten besonders gut, wenn dort aerobe Verhältnisse vorherrschen, der Boden also nicht von der Luft abgeschlossen ist. Wird viel organisches Material zersetzt, bildet der Boden die Quelle von Kohlenstoffdioxid, welches in die Atmosphäre strömt. Wird wenig zersetzt, ist es genau umgekehrt. Dies kommt vor, wenn im Boden keine Mikrobenaktivität vorherrscht. Doch meist ist der Boden die Quelle.

Methan (CH_4): Dieses entsteht unter anaeroben Bedingungen, also wenn kein Sauerstoff zur Verfügung steht, und unter CO_2-Verbrauch, wenn organische Stoffe nicht vollständig abgebaut werden können. Es wird dabei von methanbildenden Bakterien produziert. Der Boden bildet also die Quelle, wenn anaerobe Bedingungen herrschen und die Senke, wenn aerobe Bedingungen herrschen und daher viel O_2 im Boden vorhanden ist.

Sauerstoff (O_2): In der Atmosphäre herrscht immer eine höhere Sauerstoffkonzentration als im Boden, da im Boden der Sauerstoff von den Bodenlebewesen und auch von den Pflanzen für die Zellatmung verbraucht wird. Die Bodenorganismen geben dafür CO_2 in die Bodenluft ab. Deshalb ist die Atmosphäre für O_2 immer die Quelle und der Boden die Senke.

Lachgas (N_2O): Dieses Gas entsteht, wenn im Boden anaerobe Bedingungen herrschen und Stickstoff vorhanden ist. Dabei gilt auch: Je mehr Stickstoff im anaeroben Boden, desto mehr Lachgas wird gebildet. Und da im Boden immer mindestens etwas Stickstoff vorhanden ist, bildet er für das Lachgas immer die Quelle.

Die Biosphäre

Nico Gläser, Louisa Ebert, Luca Braunger

Das Bodenleben

Der Boden ist nicht nur der Speicher der Nährstoffe oder ein Puffer für Wasser, sondern auch das Habitat des Edaphon – der Lebensraum des Bodenlebens. Die vielzähligen Bodenlebewesen vermischen, durchlüften oder lockern den Boden. Eine weitere Rolle im Boden spielen die Lebewesen, indem sie dafür sorgen, dass Wasser und Luft besser zirkulieren und organische Substanzen schneller abgebaut werden. Des Weiteren sind sie wichtige Indikatoren für die Bodenqualität.

Die Bodenlebewesen werden nach ihrer Größe in verschiedene Bereiche unterteilt.

Der kleinste Bereich ist die Mikroflora, zu welcher zum Beispiel Bakterien, Pilze oder Algen gehören. Sie sind kleiner als 0,002 mm, also kleiner als 2 µm.

Der nächstgrößere Bereich ist die Mikrofauna. Zu diesen kleiner als 0,2 mm großen Tieren zählen beispielsweise Fadenwürmer oder Wimperntierchen.

Mit einer Größe von 2 mm ordnet man Springschwänze oder Milben zum nächsten Bereich – dem Bereich der Mesofauna zu. Diese Tiere haben wir unter dem Mikroskop betrachtet und auch gezeichnet – unter anderem einen Pseudoskorpion.

Der Makrofauna gehören die Tiere an, die einen Durchmesser von 20 mm oder mehr haben, wie zum Beispiel Spinnen, kleinere Schnecken oder Asseln.

Die größten Bodentiere gehören zur Megafauna. Dazu zählen zum Beispiel Regenwürmer und auch Wirbeltiere. Sie werden größer als 20 mm.

Der Regenwurm

Der Regenwurm gehört zu den wichtigsten Lebewesen im Boden. Durch das Graben von Gängen durchmischt und belüftet er den Boden, was die Bodenfruchtbarkeit und die Bodenlockerung erhöht. Ebenfalls entstehen durch das Graben dieser Gänge Kanäle für Wurzeln,

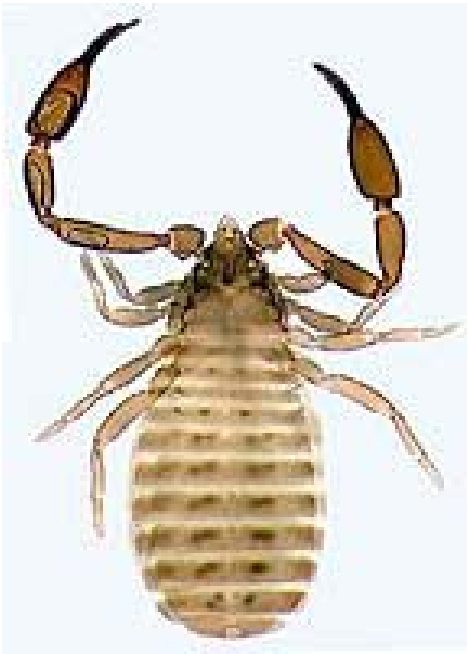


Abb. 8: Mikroskopische Aufnahme eines Pseudoskorpions.

Wasser und Wärme, die dadurch leichter bis in tiefere Schichten des Bodens gelangen können. Da der Regenwurm die Kanäle mit seinem nährstoff-, mineralsalz- und humusreichen Kot auskleidet, fördert er zusätzlich die natürliche Düngung des Bodens. Auch die Pflanzen profitieren vom Kot des Regenwurms, weil er viele Nährstoffe, unter anderem Stickstoff, enthält, die sie aufnehmen können. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Regenwürmer ihren Kot an die Wände ihrer Gänge kleben. So werden die Gänge sozusagen „tapeziert“, was ihnen mehr Stabilität verleiht. Im Herbst ziehen die Regenwürmer Falllaub von Obstanlagen in ihre Kanäle. Dadurch wird ein eventueller Schädlingsbefall bekämpft.

Nicht nur Falllaub, sondern das gesamte organische Material zählt zur Nahrung des Regenwurms. Nachts kommen die Regenwürmer an die Erdoberfläche, um ihr Futter zu sammeln. Da die Regenwürmer keine Zähne haben, können sie das Blatt nicht alleine essen. Deswegen ziehen sie ihre Nahrung in die oberen Schichten ihrer Bodenkanäle, wo viele Mikroorganismen, wie zum Beispiel Pilze, leben. In den Bodenkanälen wird die Nahrung dann an die Wand geklebt und mit Kot bedeckt. Der Kot bietet wiederum einen idealen Lebensraum für Mikroorganismen. Diese Mikroorganismen siedeln sich auf dem Blatt an und dienen dem Regenwurm als Nahrung. Der über den After wieder ausgeschiedene Kot besteht aus vielen unverdaulichen Resten, beispielsweise Cellulose. Diese Reste werden am oberen Gang als Kothäufchen wieder ausgeschieden.

Der Regenwurm gehört zum Stamm der Gliedertiere (Articula). Dieser wird unterteilt in den Unterstamm der Ringelwürmer (Annelida), welcher ebenfalls in zwei Klassen unterteilt werden kann. Zum Einen gibt es dort die Klasse der Vielborster (Polychaeta). Eine weitere Klasse bilden die Gürtelwürmer (Clitella). Unter ihnen gibt es Streubewohner, Flach- und Tiefgraber. In Deutschland leben 39 verschiedene Regenwurmarten, wie zum Beispiel der Tauwurm (Lumbricus terrestris).

Abb. 9: Lumbricus terrestris

Er ist die wohl bekannteste Regenwurmart. Der Lumbricus terrestris ist bis zu 30 cm lang, hat eine rötlichbraune Färbung und einen farblich abgesetzten Gürtel. Als Bodenart bevorzugt er lehmige Böden. Mit einer Röhrenlänge von bis zu zwei Metern gehört er zu den tiefgrabenden Arten. Der Tauwurm ist im vorderen Bereich dunkel gefärbt. Dadurch ist er vor Feinden und UV-Strahlung geschützt.

Eine weitere Art ist der Mist- oder auch Kompostwurm (Eisenia foetida). Er ist etwa 10 cm lang, rötlich bis purpurrosa gefärbt und durch gelbe Ringe zwischen den Segmenten zu erkennen. Der Mistwurm bildet oft Knäuel aus mehreren Tieren. Er ist nicht im heimischen Garten, sondern eher in Misthaufen zu finden, da er viel organisches Material zum Überleben

braucht.

Abb. 10: Eisenia foetida

Lebensformen des Bodenlebens

Der Regenwurm wird, wie auch die Mikroorganismen, als permanentes Bodenleben bezeichnet. Unter diesem Begriff versteht man alle Tiere, die ihr ganzes Leben im Boden verbringen.

Eine weitere Art von Bodenleben ist das temporäre Bodenleben. Zu ihm gehören Tiere wie Schmetterlingslarven, die nur einen Teil ihrer Entwicklung im Boden leben und danach andere Lebensräume besiedeln.

Die dritte Art ist das alternierende Bodenleben. Darunter versteht man, dass Tiere von Generation zu Generation den Lebensraum Boden mit einem anderen Lebensraum tauschen. Hierzu zählen beispielsweise Wespen, die einerseits Nester im Boden wie auch an Bäumen oder ähnlichem haben.

Die Erdkröten gehören zum periodischen Bodenleben. Diese Lebewesen leben nur eine bestimmte Periode im Jahr im Boden.

Natürlich sind im Boden auch die uns allen bekannten Bakterien angesiedelt. Sie sind einzellig, haben aber keinen Zellkern und werden deswegen als Prokaryot bezeichnet. Bakterien bewegen sich mit Hilfe von Geißeln fort. Sie erfüllen verschiedene Aufgaben im Boden. Es gibt Bakterien, wie zum Beispiel die Rhizobien, zu deren Aufgaben die Fixierung von Luftstickstoff gehört. Nitrosomonas und Nitrobacter, die auch Bakterien sind, reduzieren Ammonium zu Nitrat. Die sogenannten Actinomyceten produzieren den Stoff Geosemin, der für den typischen Erdgeruch verantwortlich ist.

Eine weitere Gruppe der Bodenorgansimen bilden die Pilze. Sie sind hauptsächlich für den Abbau von Lignin und die Streuzersetzung zuständig.

Auch Pflanzen leben im Boden. Ein Beispiel sind Algen. Sie besiedeln zuerst Steine und sind hauptsächlich in den oberen, feuchten Schichten des Bodens zu finden.

Wie alle Pflanzen ernähren sich auch Algen pflanzlich, also autotroph. Diese autotrophe Ernährung wird in drei Teilgebiete unterteilt. Pflanzen, die Licht als Energiequelle nutzen, ernähren sich photoautotroph. C-autotroph ernähren sich Pflanzen, die Kohlenstoff als Energiequelle haben und chemoautotroph ernähren sich die Pflanzen, die die Energie aus anorganischen Verbindungen gewinnen.

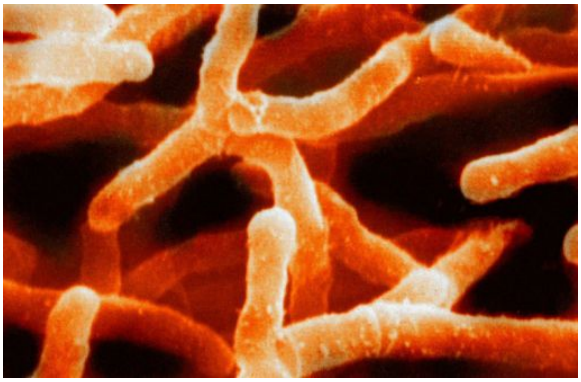


Abb. 11: Mikroskopische Aufnahme der Aktinomyceten.

Bei Tieren nennt man diese Ernährung heterotroph. Die Tiere, die totes Material fressen, sind saphrophag. Diejenigen, die Ausscheidungen fressen, sind koprophag. Tiere, die Lebendfresser sind, nennt man zoophag.

Humus

Bevor wir die Entstehung und Bedeutung von Humus näher betrachten, ist es hilfreich zu wissen, wie Humus definiert wird. Humus beschreibt den Anteil aller toter organischer Materialien, die im Boden vorhanden sind.

Damit Humus entstehen kann, bedarf es gewisser Abläufe im Boden. Der erste Prozess,

der stattfindet, ist die biochemische Initialphase. Bei diesem Schritt stirbt die Pflanze ab und Kohlenstoff, der in der Pflanze gespeichert war, wird freigesetzt. Der nächste Vorgang, der stattfindet, nennt sich Primärzersetzung. Hierbei wird das tote organische Material durch die Makro- und Mesofauna zerkleinert, um im nächsten Schritt weiterverarbeitet werden zu können. Diesen Schritt bezeichnet man als die Sekundärzersetzung. Das Gewebe des zuvor zerkleinerten Materials wird aufgelöst und getrennt. Diesen Vorgang, der hauptsächlich von der Mikrofauna bewerkstelligt wird, nennt man auch Verwesung.

Anschließend gibt es zwei Wege, wie das verweste Material genutzt werden kann:

1. Mineralisierung (mithilfe von Mikroben):

Dies ist der Endabbau des übriggebliebenen organischen Gewebes in seine anorganischen Ausgangsstoffe, bei dem zum Beispiel Wasser entsteht.

Damit dieser Endabbau schlussendlich stattfinden kann, müssen verschiedene Abläufe passieren: Durch die Synthese von Enzymen, wie zum Beispiel Cellulase oder Protease, durch Bakterien, können aus der toten organischen Substanz niedermolekulare Verbindungen wie Glucose oder aber auch anorganische Verbindungen entstehen. Diese Einfachzucker und andere Nährstoffe werden wiederum von den Mikroorganismen aufgenommen, womit ihr Wachstum ermöglicht wird. Sie können aber auch von der Pflanze als Nährstoff aufgenommen werden.

2. Humifizierung:

Die Humifizierung beschreibt den Vorgang der Umwandlung von Pflanzenrückständen, Streustoffen und Produkte der Bodenorganismen in Huminstoffe. Damit am Ende Huminstoffe entstehen können, müssen zwei Oxidationsvorgänge ablaufen. Bei dem ersten Vorgang werden vorhandene Polyphenole in Chinone umgewandelt. Bei dem zweiten Oxidationsvorgang entstehen aus diesen entstandenen Chinonen die Huminstoffe. Der Begriff „Huminstoffe“ umfasst Humine, Huminsäuren und Fulvosäuren. Diese können Wasser und Kohlenstoff sehr gut speichern und spielen deshalb eine bedeutende Rolle im Kohlenstoffkreislauf.

Der Humusgehalt des Bodens ist von vielen Faktoren abhängig. Ein Beispiel: Je feinkörniger ein Boden ist, desto mehr Humus ist in diesem enthalten. Hierfür gibt es einen Richtwert, der besagt: pro 1 % Ton werden 0,05 % Kohlenstoff gespeichert. Außerdem spielen hier auch das Klima, also die Temperatur und die Niederschlagsmenge, die Höhenlage, der Sauerstoff und der Wasseranteil, die Vegetation und die Bodennutzung, bei der die Fruchtfolge und die Düngung wichtig sind, eine bedeutende Rolle.

Abbildung 12 zeigt, welche Faktoren den Humusgehalt eines Bodens beeinflussen. Um den Humusgehalt eines Bodens zu erhöhen, kann man verschiedene Variablen verändern. Eine Möglichkeit ist der Einsatz von organischem und anorganischem Dünger. Ein Beispiel für einen organischen Dünger ist Stroh. Dabei wird das Stroh in den Boden eingearbeitet und von den Organismen zersetzt. Weitere organische Dünger sind Klärschlamm, der relativ viel Phosphor enthält und Stallmist. Wie auch in den anderen organischen Düngern ist in Stallmist ein gewisser Anteil an Stickstoff und Kohlenstoff vorhanden. Ein weiterer Vorteil von Stallmist ist, dass er eher langsam abgebaut wird.

Eine hohe Bedeutsamkeit für den Humusgehalt und den Humusaufbau im Boden hat das C/N-Verhältnis, denn es beeinflusst maßgeblich die Mineralisierung und den Abbau der organischen Substanz. Das C/N-Verhältnis gibt an, in welchem Verhältnis Kohlenstoff und Stickstoff zueinander vorhanden sind.

Ein günstiges C/N-Verhältnis ist etwa 10:1. Hier ist Stickstoff und Kohlenstoff in einem optimalen Verhältnis vorhanden, das die Mikroorganismen für ihren Stoffwechsel und Aufbau benötigen.

Ist im Boden viel Stickstoff vorhanden, führt dies dazu, dass das Pflanzenwachstum und das Bodenleben stark gefördert werden. Dies kann zu einem Humusabbau führen, wenn nicht genug organische Masse wieder zugeführt wird. Bei einem weiten C/N-Verhältnis ist eine große Menge Kohlenstoff vorhanden, aber nur eine geringe Menge an Stickstoff.

Dies kann sich negativ auf das Pflanzenwachstum und auf die Aktivität der Mikroorganis-

men auswirken.

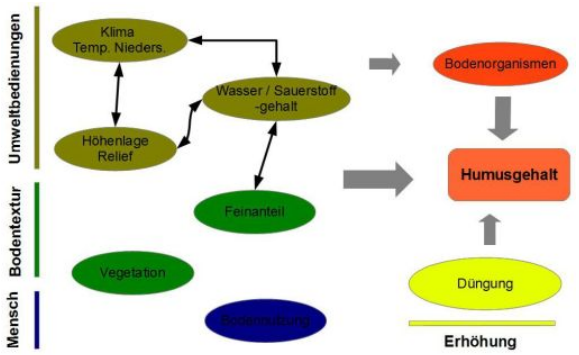


Abb. 12 :Faktoren, die die Humusbildung beeinflussen

Humus spielt eine bedeutende Rolle bei verschiedenen Aspekten im Boden. Zum Beispiel beeinflusst er maßgeblich die Bodenfruchtbarkeit, da durch die Mineralisierung und den Abbau von organischer Substanz Nährstoffe frei werden. Auch das Wasserhaltevermögen wird durch die Bildung von Ton-Humus Komplexen gesteigert. Außerdem kann er durch seine schwarze Farbe die Bodentemperatur erhöhen, sodass schneller die optimale Temperatur für die Mikroorganismen entsteht. Ebenso erwärmt sich die Bodenoberfläche durch die Farbe schneller und erlaubt einen früheren Saatzeitpunkt. Zudem trägt er zu einem verbesserten Bodengefüge und somit zu einer verminderten Erosionsgefahr bei.

Humusformen

Humus tritt in Deutschland hauptsächlich in drei verschiedene Formen auf, die sich hinsichtlich

ihrer Entstehungsbedingungen unterscheiden. Sie heißen Mull, Moder und Rohhumus.

L: Streuschicht

Of: Vermoderungshorizont

Oh: Humusstoffhorizont

Ah: humusartiger mineralischer Oberboden

Mull ist die nährstoffreichste und somit auch fruchtbarste Humusform. Er entsteht, wenn im Jahresverlauf genauso viel neues Streu gebildet wird, wie bereits vorhandenes abgebaut wurde. Deshalb wird diese Streuauflage maximal ein Jahr alt. Der humose Oberboden ist hier sehr

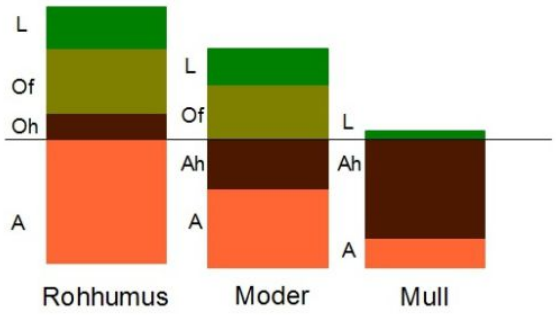


Abb. 13: Die Horizontierung der verschiedenen Humusformen.

mächtig, da die Streu stark in den Oberboden eingearbeitet wird. Damit dies geschehen kann, ist eine starke Bioturbation (= Durchmischung) nötig, die vor allem von Regenwürmern und anderen Bodenlebewesen durchgeführt wird. Das Bodenleben ist in dieser Form des Humus also sehr aktiv, weshalb die Streu auch in wenigen Monaten abgebaut werden kann.

Damit Mull entstehen kann, müssen gute Klimabedingungen vorhanden sein, die dem Bodenleben ein optimales Arbeitsumfeld ermöglichen. Außerdem sind günstige Wasser- und Nährstoffverhältnisse nötig, um eine optimale Streuzersetzung zu erreichen. Mull hat ein C/N-Verhältnis zwischen 8:1 und 13:1, was bedeutet, dass Pflanzen und Mikroorganismen genug Stickstoff zur Verfügung steht, um die tote organische Substanz abbauen zu können, ohne zunächst ihren Bedarf an diesen Substanzen decken zu müssen.

Mull ist in Deutschland hauptsächlich in Laubwäldern verbreitet.

Da Moder unter mäßig guten Bedingungen entsteht, ist er folglich weniger fruchtbar als der Mull. Moder wird unter ungünstigeren Zersetzungsbedingungen gebildet, die zum Beispiel klimatisch bedingt sind, aber auch, wenn dem Boden nur wenige Nährstoffe, vor allem Stickstoff, zur Verfügung stehen. Daher ist er nicht so fruchtbar wie der Mull. Da das Bodenleben aufgrund der mäßigen Bedingungen weniger aktiv ist, häuft sich die Streuschicht über mehrere Jahre an. Die Umsetzung benötigt sogar mehrere Jahrzehnte. Moder hat ein C/N-Verhältnis zwischen 15:1 und 20:1 und der Oberboden ist mit einem pH-Wert von ca. 4 relativ sauer.

Man findet ihn ebenfalls in Laubwäldern oder in höheren Lagen.

Die unfruchtbarste und nährstoffärmste Humusform ist der Rohhumus. Die Abbaubedingungen sind bei Rohhumus extrem ungünstig. Das heißt, der Boden ist sehr nährstoffarm und es herrscht ein sehr kühles Klima. Da das Edaphon aufgrund der geringen Temperaturen und der ungünstigen Nährstoffverhältnisse keine Bioturbation mehr durchführt, kann die Streuschicht bis zu 30 cm hoch werden. Das C/N-Verhältnis ist mit 25:1 im Rohumus extrem weit, was bedeutet, dass den Pflanzen und Mikroorganismen sehr wenig essentieller Stickstoff zur Verfügung steht. Rohhumus hat einen extrem niedrigen pH-Wert und ist somit die sauerste Humusart. Er entsteht an zum Teil über Jahrhunderte fehlgenutzten und gestörten Standorten unter sehr ungünstigen Bedingungen.

Zusammenfassend sind es also die Faktoren Streubildung, Zersetzung, Verwesung, Humifizierung und Bioturbation, die für die Entstehung der einzelnen Humusformen entscheidend sind.

Unsere Humusanalysen

Um unser erworbenes Wissen über Humus auch praktisch anzuwenden, führten wir zwei Versuche durch:

Für die **grobsinnliche Humusanalyse** nahmen wir verschiedene Bodenproben in der näheren Umgebung von Adelsheim und versuchten, aufgrund einiger typischer Merkmale, die Bodenart und den Humusgehalt zu bestimmen.

Humusgehalt und Humusmenge

Die Humusmenge eines Bodens ergibt sich aus der Lagerungsdichte, der Mächtigkeit und dem prozentualen Humusgehalt. Aus der Farbe in feuchtem oder trockenem Zustand konnten wir anhand einer Tabelle den Humusgehalt schätzen.

Humifizierungsgrad

Um den Humifizierungsgrad abzuschätzen, pressten wir die angefeuchtete Probe mit der Hand aus und betrachteten den Presssaft und dessen Rückstand. Trat z. B. farbloses, klares Wasser aus und der Rückstand war nicht breiartig, konnten wir daraus schließen, dass die

feucht

Farbe	Sand	Lehm	Schluff/Ton
hellgrau			
grau	< 0,3	< 0,4	0,3 – 0,6
dunkelgrau	0,3 – 0,6	0,4 – 1	0,6 – 1,5
schwarzgrau	0,9 – 1,5	1 – 4	1,5 – 3
schwarz	3 – 6	> 4	> 5

Abb. 14: Humusquantifizierung anhand der Farbe nach Blume und Helsper 1987

Probe nicht oder nur ganz schwach humifiziert war. War jedoch die ganze Probe als Brei vorhanden und blieben keine Rückstände übrig, konnten wir davon ausgehen, dass die Probe vollständig humifiziert war.

Um unsere Schätzungen zu überprüfen, bestimmten wir den Humusgehalt unserer Bodenproben auch anhand einer **quantitativen Humusanalyse.** Dabei machten wir uns zunutze, dass organische Substanz bei ca. 800 °C verbrennt.

Wir gaben eine Probe unserer Böden in Porzellantiegel und bestimmten die Masse. Anschließend stellten wir die Tiegel für eine Stunde in einen sogenannten Muffelofen, der auf 800 °C eingestellt war. Nachdem die Proben abgekühlt waren und alle organische Substanz verbrannt war, wogen wir die Tiegel erneut. Da wir das Leergewicht des Tiegels kannten, konnten wir daraus die Humusmenge und auch den Humusgehalt errechnen. Dabei stellten wir für Torf einen Humusgehalt von 86 % und für Blumenerde einen Gehalt von 69 % fest.

Abb. 15: Unsere Tigel, nachdem wir sie aus dem Ofen geholte hatten.

Nährstoffe im Boden

Sophia Kleinhans, Lisa Hauser,
Tim Zeitvogel

Ein weiteres und sehr wichtiges Teilgebiet der Biosphäre sind die Nährstoffe im Boden. Diese sind in mineralische Haupt- und Spurennährelemente unterteilt und gelangen sowohl durch die Verwitterung von Gesteinen, als auch durch das Absterben von organischem Material in den Boden.

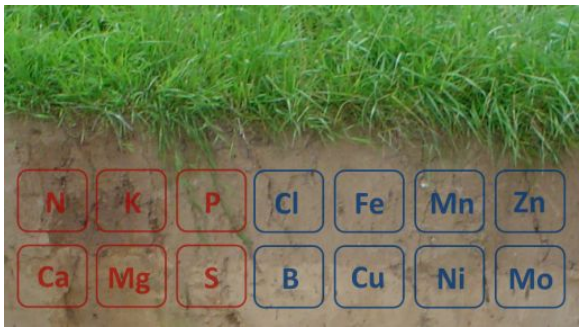


Abb. 16: Die essenziellen Nährstoffe im Überblick

Sie werden zunächst in essentielle (lebensnotwendige) und nützliche Nährstoffe unterteilt. In Abwesenheit der essentiellen Nährstoffe sind ein gesundes Wachstum der Pflanze sowie das Abschließen ihres Lebenszyklus nicht möglich. Denn das Wachstum wird von dem Faktor begrenzt, der am knappsten ist (Gesetz des Minimums). Der Grund dafür ist, dass jeder Nährstoff bestimmte Aufgaben und Funktionen hat, die nicht von anderen Nährstoffen erfüllt werden können. Die Pflanze nimmt diese über die Wurzeln vom Boden auf. Stehen ein oder mehrere Nährstoffe nicht in ausreichender Menge zur Verfügung, kommt es zu Mangelerscheinungen. Diese können an der Färbung der Pflanzenorgane und ihrem Wachstum erkannt werden.

Die erhöhte Zufuhr anderer Nährstoffe, die zum Ziel hat, einen anderen zu ersetzen, ist erfolglos und kann sogar schädlicher sein, als nützlich. Denn durch das Überangebot eines Nährstoffes, kann die Aufnahme eines anderen Nährstoffes gehemmt werden. Insgesamt gibt es 14 verschiedene Nährstoffe, welche in zwei weitere Gruppen unterteilt werden. Diese sind die Makro- und Mikronährstoffe. Von den Makronährstoffen, zu denen zum Beispiel Stickstoff, Phosphor oder Kalium zählen, muss die Pflanze deutlich größere Mengen aufnehmen, als von den Mikronährstoffen. Beispiele hierfür sind unter anderem Eisen oder Kupfer. Wenn mehr als 1 g/kg des Nährstoffs in der Trockenmasse vorhanden ist, so spricht man von einem Makronährstoff. Wenn dieser Wert kleiner als 0,1 g/kg ist, so ist es ein Mikronährstoff.

Kalium ist, wie oben erwähnt, ein Makronährstoff, der bei vielen Stoffwechselvorgängen in der Pflanze beteiligt ist. Es erhöht ebenfalls die Widerstandskraft, regelt den Wasserhaushalt und hat Einfluss auf die Photosyntheseleistung. Typisch für einen Kaliummangel sind die „Welktracht“ und die vom Rand her hellgrüne Verfärbung der Blätter. Bei einer Überdüngung kann es vor allem zu Wurzelschäden und Wachstumsstörungen kommen.

Die nützlichen Nährstoffe, wie zum Beispiel Silizium, stimulieren das Wachstum und die Resistenz der Pflanze, sind aber für sie nicht lebensnotwendig.

Nährstoffe liegen immer in Ionenform vor, meist in Ionenverbindungen, und werden so auch von der Pflanze aufgenommen. Allerdings sind die Nährstoffe selten frei verfügbar. Häufig sind sie zum Beispiel an Tonminerale gebunden. Deshalb geben Wurzeln Säuren ab, um diese von den Tonmineralen zu lösen und sie anschließend aufnehmen zu können. Durch die abgegeben Säuren wird der pH-Wert abgesenkt und die Verfügbarkeit von verschiedenen Nährstoffen erhöht.

Nährstoffe können auch aus unterschiedlichen Gründen ausgetragen werden. Hierzu zählen vor allem die Ernte und die Auswaschung, aber auch Erosion und Abschwemmungen. Bei der Ernte von Getreide bleibt von der Pflanze lediglich der Halm und die Wurzeln zurück. Dadurch können die Nährstoffe, die die Pflanze aufgenommen hat, nach Beenden ihres Lebenszyklus nicht mehr an den Boden zurückgeben werden. Somit wird der natürliche Kreislauf gestört. Um diese Nährstoffverluste wieder auszugleichen, muss gedüngt werden. Bei der Auswaschung, welche unter Einfluss von Niederschlag mit Sickerwasser stattfindet, werden die Nährstoffe aus den oberen Bodenschichten in den Unterboden gespült und sind für die Pflanze nicht mehr verfügbar.

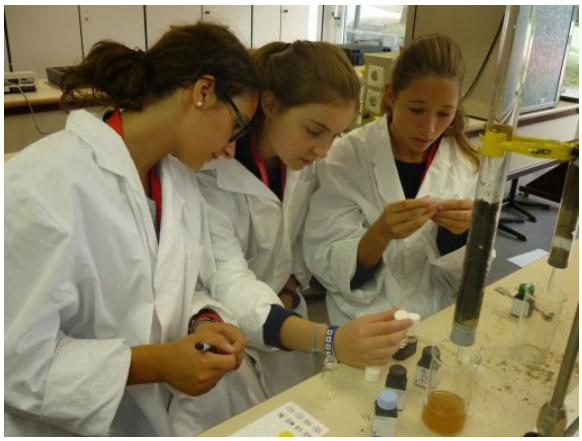


Abb. 17: Beim Durchführen der Nährstoffnachweise.

Nährstoffeinträge können anthropogen, aber auch natürlich bedingt sein. Düngung ist ein anthropogener Nährstoffeintrag, denn dieser wird vom Menschen eingesetzt, um die Nährstoffverluste wieder auszugleichen. Man unterscheidet zwischen organischen und mineralischen Düngern. Organische Dünger sind unter anderem Stallmist und Gülle, aber auch Klärschlamm. Vorteile sind, dass Abfälle wiederverwertet werden und diese viel organische Substanz enthalten, wodurch der Humusgehalt stabilisiert wird.

Allerdings kann organischer Dünger nicht gezielt eingesetzt werden, da der Nährstoffgehalt stark schwankt und die Verfügbarkeit der Nährstoffe nicht exakt planbar ist. Außerdem besteht bei Klärschlamm die Gefahr, dass Schwermetalle oder Schadstoffe in den Boden gelangen. Deshalb greifen viele Landwirte auch zu mineralischen Düngern, denn diese enthalten gleichbleibende Nährstoffmengen, wodurch eine gute Planung möglich ist. Es wird ebenso eine Über- und Unterdüngung vermieden. Mineralische Dünger werden industriell erzeugt, wobei natürliche Rohstoffe aufgearbeitet werden. Oft werden Stickstoff, Phosphor oder Kalium verwendet.

Natürlich bedingte Nährstoffeinträge erfolgen durch die Atmosphäre oder durch das Grundwasser. Die Atmosphäre kann gasförmige Verbindungen der Nährelemente transportieren, welche anschließend in den Boden gelangen können. Das Grundwasser kann einige Nährstoffe gut lösen und in den Wurzelraum transportieren.

Ein weiterer Faktor, der die Verfügbarkeit der Nährstoffe im Boden beeinflusst, ist der pH-Wert. Bei Phosphat zum Beispiel ist ein pH-Wert zwischen 5,5 und 7 am besten, denn in diesem Bereich ist viel Phosphor für die Pflanze verfügbar. Steigt der pH-Wert, nimmt die Festlegung, die Bindung an Bodenbestandteile, zu, und der Pflanze steht nicht mehr so viel Phosphor zur Verfügung. Bei den anderen Nährstoffen ist es ähnlich. Generell kann man sagen, dass extreme pH-Werte nicht gut für die Pflanzen sind und man auf einen angemessenen pH-Wert im Boden achten sollte.

Um starke Schwankungen und niedrige pH-Werte zu vermeiden, wird häufig auch mit Kalk gedüngt. Er reguliert den Basenhaushalt, indem er Säuren neutralisiert. Neben dieser wichtigen Funktion, sorgt Kalk auch für einen geregelten Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt.

Nun wollten wir auch praktisch herausfinden, welche Nährstoffe, in welchen Mengen in verschiedenen Bodentypen enthalten sind. Dazu haben wir einen Nitrat- und einen Phosphatnachweis mit den verschiedenen Bodentypen durchgeführt. Zu Beginn tränkten wir in Zweiergruppen zum Beispiel Torf oder sandigen Lehm mit Wasser und filtrierten dieses anschließend, bis wir eine klare Lösung hatten. Des Weiteren gaben wir 1 ml der filtrierten Flüssigkeit in eine Lösung, in der Chemikalien, unter anderem eine Säure, enthalten waren, und schüttelten sie.

Abb. 18: Unser Photometer

Mithilfe eines Photometers konnten wir nun zuletzt den Nitrat- und Phosphatgehalt bestimmen. Bei einem Photometer wird durch eine

Blende die gewünschte Menge an Licht durchgelassen. Dieses trifft auf ein Interferenzfilter, das nur den Wellenlängenbereich des Lichtes durchlässt, den man messen möchte. Anschließend wird die Probe platziert und zuletzt eine Linse, um die Farbveränderung sehen zu können. Das ist das allgemeine Prinzip, denn es gibt viele Unterschiede und auch noch komplexere Bestimmungsarten.

Auf untenstehender Abbildung sehen Sie die Ergebnisse unserer Nährstoffnachweise. Bei Torf ermittelten wir einen Nitratgehalt von 0,4 mg/l und bei sandigem Lehm auf einen Gehalt von 1,9 mg/l gekommen. Der Phosphatgehalt war bei beiden Proben deutlich höher, denn bei Torf konnten wir hier 2,4 mg/l und bei sandigem Lehm 4,2 mg/l feststellen. Dieses Ergebnis lässt sich auch auf die Auswaschbarkeit von Nitrat und Phosphat zurückführen, denn Nitrat ist im Wasser gelöst und wird so sehr schnell ausgewaschen, was bei Phosphat nicht der Fall ist.

Abb. 19: Die blau gefärbten Küvetten zeigen den Phosphat-Nachweis, die rot gefärbten Küvetten den Nitrat-Nachweis.

Stickstoff als wichtiger Pflanzennährstoff

Stickstoff ist für jede Pflanze lebensnotwendig, da er ein essenzieller Nährstoff ist. Die Pflanze benötigt ihn in größeren Mengen, deshalb gehört er zu den Makronährstoffen.

Stickstoff ist der wichtigste Nährstoff bei der Bildung von Proteinen, Aminosäuren und den Nucleinsäuren für die DNA. Darüber hinaus ist Stickstoff ein Bauelement von Chlorophyll, Vitaminen, vielen Enzymen und Hormonen, wie z. B. von Auxin, welches das vegetative Wachstum fördert. Deshalb kann man Stickstoff auch als „Motor des Wachstums“ bezeichnen.

Fehlt der Pflanze Stickstoff, kommt es zu Mangelsymptomen wie Chlorose und Nekrose. Bei der Chlorose verfärben sich die Blätter hellgrün bis gelblich, während sie bei der Nekrose absterben. Bei einem Stickstoffmangel bilden Pflanzen ihre neuen Triebspitzen mit Stickstoff aus den älteren Blättern, welche dann gelb werden und zuerst absterben. Dies ist möglich, da Stickstoff innerhalb der Pflanze mobilisiert werden kann.

Ein kümmerliches Wurzelwachstum, eine geringe Bestockung oder wenige Sprossverzweigungen können weitere Mangelsymptome sein. Ein Stickstoffmangel kann ebenfalls zu einer Notblüte führen. Die Folge sind schwach ausgebildete Früchte und ein reduzierter Ertrag.

Ein Stickstoffüberschuss, zum Beispiel durch eine zu starke Düngung, kann bei Pflanzen zu folgenden Symptomen führen. Die Blätter der Pflanze werden grün-blau. Es gibt einen mastigen Wuchs und eine verzögerte Blüte und Reife. Das Pflanzengewebe wird weich, wodurch die Pflanzen krankheits- und frostanfälliger werden. Durch die Überdüngung werden Parameter der Qualität, wie zum Beispiel Haltbarkeit und Geschmack beeinflusst.

Aber wie gelangt der Stickstoff überhaupt in die Pflanze? Was passiert mit dem von der Pflanze aufgenommenen Stickstoff, wenn diese stirbt? Diese Fragen können mit Hilfe des Stickstoffkreislaufs beantwortet werden.

Der Stickstoffkreislauf

Die Atmosphäre besteht zu 78 % aus Stickstoff (N_2). Dieser ist jedoch in seiner elementaren Form für die Pflanzen nicht nutzbar, da die Stickstoffmoleküle sehr reaktionsträge sind. Die beiden Stickstoffatome des elementaren Stickstoffs, wie er in der Luft vorliegt, sind durch eine Dreifachbindung ihrer Elektronen sehr stark aneinander gebunden. Pflanzen nehmen hauptsächlich wasserlösliche Nitrate oder Ammoniumsalze auf. Daher muss der molekulare Stickstoff in diese Stickstoffverbindungen

überführt, das heißt fixiert, werden. Wie dies im Einzelnen geschieht, kann anhand des Stickstoffkreislaufs, der aus mehreren Teilkreisläufen besteht, beschrieben werden. Einer dieser Teilkreisläufe ist die atmosphärische Stickstofffixierung.

Stickstoff kann unter anderem über atmosphärische Einträge in den Boden gelangen. Bei Gewittern werden durch die Energie der elektrischen Entladungen Stickstoffoxide in der Atmosphäre gebildet. Diese können sich mit dem Wasserdampf in der Luft zu Salpetersäure (HNO_3) verbinden. Die Salpetersäurekonzentrationen sind jedoch sehr gering. Wenn es regnet und mit den Niederschlägen Spuren von Salpetersäure in die Erde gelangen, kommt es im Boden zur Bildung von Nitraten. Das sind die Salze der Salpetersäure, die von den Pflanzen in wassergelöster Form sehr gut aufgenommen werden können. Allerdings ist die atmosphärische Stickstofffixierung von eher geringer Bedeutung.

Viel wichtiger ist die biologische Stickstofffixierung. Bei dieser Art von Fixierung wandeln die Bodenbakterien den molekularen Stickstoff über mehrere Zwischenstufen in Nitrat um. Zunächst reduzieren diese den molekularen Stickstoff zu Ammoniak (NH_3). Spezielle Bodenbakterien, die Nitrifikanten, wandeln das Ammoniak in Nitrit (NO_2^-) um. Dies wird als Nitrifikation bezeichnet. Andere Bakterien oxidieren das Nitrit schließlich zu Nitrat (NO_3^-).

Nun steht das Nitrat den Pflanzen zur Verfügung und sie können dieses aufnehmen. Die Pflanzen wandeln das Nitrat unter anderem zu Aminosäuren um. Aus diesen bildet sich pflanzliches Eiweiß.

Bei den Denitrifikanten handelt es sich um eine weitere Gruppe von Bodenbakterien, welche einen geringen Teil des Nitratvorrats in molekularen Stickstoff umwandeln. Dieser gelangt wieder in die Atmosphäre.

Es gibt auch Bakterien (Rhizobien), die den molekularen Stickstoff in Ammonium (NH_4^+) umwandeln können. Sie leben mit den Leguminosen, also Hülsenfrüchtlern, wie zum Beispiel Klee, Erbsen oder Bohnen, in einer Symbiose.

Tiere fressen die Pflanzen und nehmen so den gebundenen Stickstoff auf. Dieser wird in organische Stickstoffverbindungen wie Proteine umgewandelt und dann durch die Nahrungskette weitergegeben, beispielsweise an den Menschen.

Der Hauptbestandteil der verwertbaren Stickstoffverbindungen im Boden stammt jedoch aus dem Abbau toter organischer Substanz. Die ausgeschiedenen organischen Stickstoffverbindungen von Tieren und Menschen, sowie die organischen Stickstoffverbindungen aus der abgestorbenen Biomasse, werden durch Bakterien und Pilze zu anorganischen Stickstoffverbindungen abgebaut. Dazu werden Enzyme benötigt, die durch eine Synthese den in den Proteinen gebundenen Stickstoff zum Beispiel wieder zu Nitrat umwandeln. Man nennt diesen Vorgang Mineralisierung und damit schließt sich der Stickstoffkreislauf.

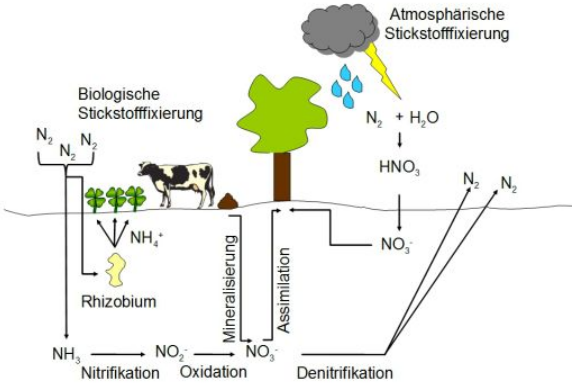


Abb. 20: Der Stickstoffkreislauf

Die Stickstoffaufnahme der Pflanze

Jede Pflanze muss, um leben zu können, Nährstoffe aufnehmen. Diese Aufnahme erfolgt an den Wurzeln. Wir haben uns speziell mit der Aufnahme von Nitrat beschäftigt.

Als Rhizosphäre bezeichnet man den Bereich des Bodens, der unter dem direkten Einfluss der Wurzeln steht. In der Rhizosphäre liegt der für die Proteinbildung und DNA wichtige Stickstoff in den Formen NO_3^- und NH_4^+ vor. Allerdings können die Pflanzen die an den Tonmineralen absorbierte Form NH_4^+ schlechter aufnehmen als die in Wasser gelöste Form NO_3^-. Wenn die Pflanze nun Nitrat benötigt, nimmt sie dieses über die Wurzel auf.

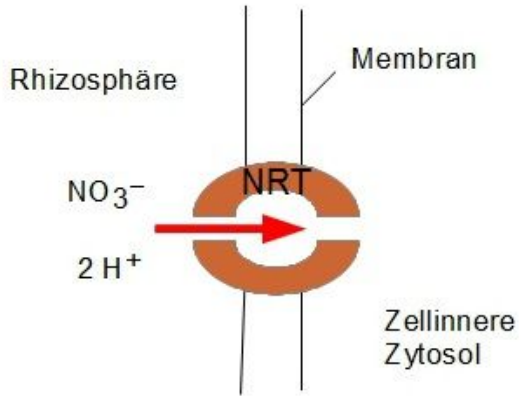


Abb. 21: Die Nährstoffaufnahme durch NRT 1

In der Membran der Wurzelhaare sind Transport-Proteine eingebaut, über welche die Pflanze Nährstoffe unter Energieverbrauch aufnimmt.

Die im Wurzelbereich vorliegenden Nitrat-Ionen werden durch solche Transporter, die in diesem Fall NRT1 bzw. NRT2 genannt werden, in das Zellinnere aufgenommen und dann in der Pflanze weitertransportiert. NRT steht hier für Nitrattransporter, die Zahl für die jeweilige Art des Transporters.

Damit dieser Weitertransport aber funktioniert muss ein Ladungsausgleich der Nitrat-Ionen erfolgen. Dies geschieht, indem der NRT2 ebenfalls Protonen (H^+) aufnimmt.

In der Rhizosphäre ist Nitrat in unterschiedlichen Konzentrationen für die Pflanzen verfügbar. Bei sehr geringer Konzentration nimmt der NRT2-Transporter NO_3^- auf. Aufgrund der hohen Affinität zu Nitrat, also der hohen Neigung, Nitrat aufzunehmen, nimmt dieser Transporter bei sehr geringer Konzentration Nitrat auf.

Bei einer höheren Konzentration von Nitrat nimmt der mit einer geringeren Affinität arbeitenden NRT 1 Transporter die Ionen auf. Die Anzahl an NRT1 und 2 kann je nach Gegebenheit von der Pflanze gesteuert werden. Auch für alle Mikro- und Makronährstoffe werden verschiedene Transporter zur Aufnahme verwendet.

Wenn die Nährstoffe nun durch die Transporter aufgenommen werden, befinden sie sich in der Außenhaut (Exoderm) der Wurzel. Die Nährstoffe gelangen über den Extrazellularraum oder durch die Zellen hindurch zum Inneren der Wurzel und erreichen eine Barriere, den Casparyschen Streifen, dessen Aufgabe die Selektion von Nährstoffen und Giftstoffen ist.

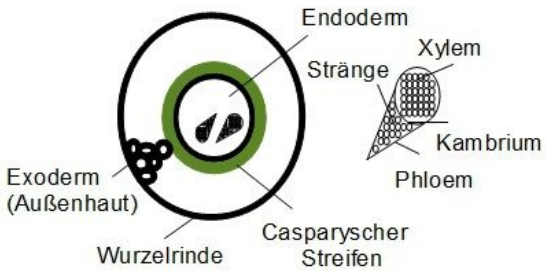


Abb. 22: Wurzelquerschnitt einer dikotylen Pflanze

Der Weitertransport erfolgt durch Xylem und Phloem. Xylem und Phloem befinden sich im Zentrum der Wurzel und werden bei dikotylen, sprich zweikeimblättrigen Pflanzen durch das Kambrium getrennt. Die Leitbündel sind dabei charakteristisch für mono- bzw. dikotyle Pflanzen angeordnet, was die untenstehende Abbildung verdeutlicht.

Durch den Transpirationssog werden Wasser und Nährstoffe, wie Stickstoff, von den Wurzel über das Leitsystem zu den Pflanzenorganen, wie Blätter oder Früchte, transportiert. Dieser Sog entsteht aufgrund des Wasserverlustes der Pflanzen über die Blätter, die Transpiration. Der Transpirationssog limitiert gleichzeitig auch die maximal mögliche Wuchshöhe einer Pflanze auf ca. 120 m, da ab dieser Höhe wegen der zu geringen Kohäsionskräfte kein konstanter Wasserstrom mehr in den Leitbündeln möglich ist.

Der Transport im Phloem kann anders als im Xylem in beiden Richtungen ablaufen.

Der Grund für den Transport in Richtung Wurzel ist vergleichbar mit der Osmose. Bei der Osmose ist es das Ziel, in zwei Räumen, die durch eine semipermeable Membran getrennt sind, einen Konzentrationsausgleich zu erwirken. Dadurch wird zum Beispiel Zucker von der Quelle (Ort der hohen Konzentration), dem Blatt zur Senke (Ort der niedrigen Konzentration), der Wurzel befördert. Um einen Druckausgleich zu erreichen, wird Wasser durch das Xylem in Richtung der Blätter transportiert.

Die Assimilate (Kohlenstoffverbindungen) aus der Photosynthese, wie zum Beispiel Glucose, werden über das Phloem zum Speicher, der Wurzel, befördert.

Ein weiterer Punkt, mit dem wir uns beschäftigt haben, war die Reaktion der Wurzel auf Nitratvorkommen im Boden.

In den oberen Schichten des Bodens (0–20 cm) ist das laterale Wurzelwachstum ausgeprägt, da in diesem Bereich die Mikroorgansimen die organischen Stoffe mineralisieren und die Nährstoffe für die Pflanze verfügbar sind. Außerdem sind in diesen Schichten Nährstoffe vorhanden, wie zum Beispiel Phosphor, das im Boden kaum mobil ist.

Aber wie erkennt die Wurzel diese Depots? Die Pflanze transportiert Indoldreiessigsäure (IAA), die in den Blättern gebildet wird, in die Wurzelspitzen. Die Indoldreiessigsäure gehört zu der Gruppe der Auxine, ein Pflanzenhormon. Es ist unter anderem für das Wurzelwachstum entscheidend.

Wenn im Boden wenig Nitrat vorhanden ist, transportiert der NRT1.1 Transporter das in der Wurzelspitze angesammelte IAA ab, sodass kein laterales Wurzelwachstum ausgelöst wird. Somit ist das Wachstum gehemmt. Sofern jedoch die Konzentration an NO_3^- hoch genug ist, wird NRT 1.1 durch das Nitrat inhibiert und somit der Abtransport von IAA innerhalb der Wurzel gestoppt. Als Konsequenz akkumuliert sich IAA in der Wurzelspitze und stimuliert das laterale Wurzelwachstum.

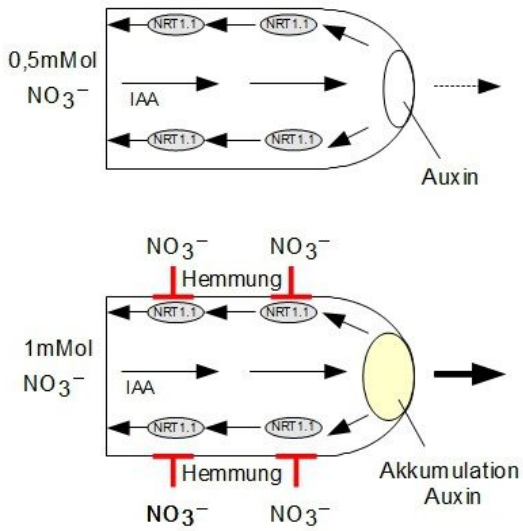


Abb. 23: Modell des Wurzelwachstum bezogen auf NRT 1.1

Die Bodenfruchtbarkeit

Sarah Geringer

„Bodenfruchtbarkeit und Bodengesundheit sind zwei grundlegende Voraussetzungen menschlicher Existenz auf unserer Erde“, das sagte unser ehemaliger Bundeskanzler Dr. Helmut Kohl[2]. Mit diesen Worten wollte er auf die Wichtigkeit aufmerksam machen, diese Faktoren zu erhalten, beziehungsweise die Bodenfruchtbarkeit noch zu steigern. Denn nur durch diese Maßnahmen könne die Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung auch in Zukunft sichergestellt werden.

Die Bodenfruchtbarkeit, die ein Maßstab dafür ist, welchen Beitrag der Boden an der Ertragsbildung leistet, wird normalerweise am Ertrag gemessen. Wenn ein Landwirt einen Boden neu bewirtschaftet, kann dieser aber nicht mit einem Blick eine Aussage über die Bodenfruchtbarkeit dieses Feldes treffen. Unter diesem Gesichtspunkt beschäftigten wir uns intensiv mit den Parametern der Bodenfruchtbarkeit, also den Eigenschaften, die einen Boden und dessen Fruchtbarkeit charakterisieren.

Zunächst spielen dort grundlegende Bodeneigenschaften wie die Bodentiefe, das Verhältnis der Bodenarten und das Bodengefüge eine Rolle, genauso wie die Durchwurzelbarkeit und die Durchlüftung des Bodens. Weitere Parameter sind die Bodenfeuchte, welche besser bekannt ist unter dem Namen der „nutzbaren Feldkapazität“, die Bodenreaktion, beziehungsweise der pH-Wert und die Bodenaktivität. Außerdem sind der Humusgehalt, sowie dessen Zusammensetzung, die Verfügbarkeit und Speicherfähigkeit von Nährstoffen und andere Faktoren wie der Hemm- und Schadstoffgehalt des Bodens, die Klimabedingungen, das Oberflächenrelief oder die Hangneigung des Bodens relevant.

Nachdem wir uns zunächst mit den Begrifflichkeiten vertraut gemacht hatten, stellten wir

[2]Quelle: http://www.thomas-caspari.de/bodenkunde/zitate/index.htm, 16. 10. 2015 17:20

schnell einen Zusammenhang zwischen den einzelnen Parametern fest, welchen wir in folgendem Schaubild verdeutlichen möchten.

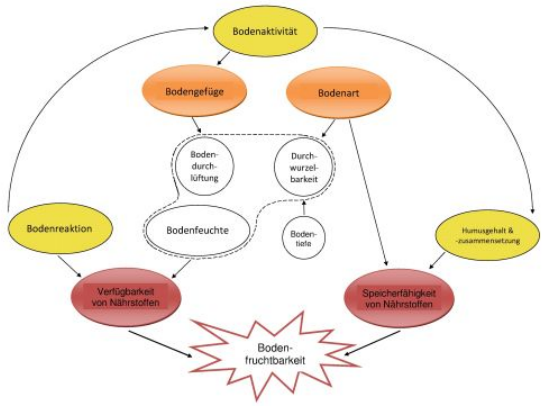


Abb. 24: Die Zusammenhänge der Bodenfruchtbarkeit

Mittels verschiedener Versuche fanden wir heraus, dass eine Mischung aller Bodenarten und ein Krümelgefüge optimale Voraussetzungen liefern. Das liegt daran, dass das Verhältnis der Bodenarten gemeinsam mit der Art des Bodengefüges die Bodenporung bestimmen, welche sich auf dreierlei Parameter auswirkt. Die Durchwurzelbarkeit des Bodens, dessen Durchlüftung und die Bodenfeuchte, also das für die Pflanze verfügbare Wasser, sind umso besser, je größer das Gesamtporenvolumen ist. Deshalb nimmt die Durchlüftung des Bodens bei zunehmender Bodentiefe auch ab, da sich dort das Bodengefüge verdichtet.

Eine kontinuierliche Durchlüftung ist jedoch wichtig, weil eine hohe Sauerstoffkonzentration des Bodens zum einen für gutes Wurzelwachstum sorgt, aber auch bessere Lebensbedingungen für Mikroorganismen schafft. Dies bewirkt eine hohe Aktivität der Lebewesen. Die Durchwurzelbarkeit des Bodens wird außerdem durch die Bodentiefe beeinflusst, weshalb dieser natürlich möglichst tiefreichend sein sollte. Damit die Pflanzen ausreichend Wasser haben und auch die Verwesungs- und Zersetzungsprozesse gut ablaufen können, sollte auch die Bodenfeuchte dementsprechend hoch sein.

Die Bodenreaktion, also der pH-Wert des Bodens, hat Auswirkungen auf die Bodenaktivität, sprich alle durch das Edaphon beziehungsweise das Bodenleben bewirkten Stoffumsetzungen. Das liegt daran, dass die Bodentiere auf Schwankungen von Säuren und Basen empfindlich reagieren und deren Aktivität somit negativ beeinflusst wird. In Anbetracht verschiedener Bodenvorgänge, wie der chemischen Verwitterung und der Humifizierung, liegt der ideale pH-Wert im schwach sauren Bereich zwischen 5 und 7,5. Außerdem ist eine hohe Bodenaktivität wichtig, da sie im weiteren Zusammenspiel das Bodengefüge und den Humusgehalt, beziehungsweise dessen Huminstoffgehalt, beeinflusst.

Etwas genauer haben wir uns mit der Verfügbarkeit von Nährstoffen beschäftigt. Dabei unterscheidet man, abhängig von der jeweiligen Bindungsform im Boden, vier Stufen. Die Reservefraktion bezeichnet die fest in die organischen oder mineralischen Bodenbestandteile gebundenen Nährstoffe. Diese werden erst durch noch anstehende intensive Verwitterungs- und Zersetzungsprozesse verfügbar. Zur nachlieferbaren Fraktion gehören die weniger fest gebundenen Nährstoffe. Das bedeutet, dass diese durch Verwitterung, Zersetzung oder Ionenausscheidung der Pflanzenwurzeln innerhalb einer Vegetationsperiode freisetzbar sind. Von Bodenpartikeln adsorbierte, also angelagerte Nährstoffe, bilden die austauschbare Fraktion. Diese sind, wie der Name schon sagt, gegen Ionen aus der Bodenlösung oder den von Pflanzen ausgeschiedenen Ionen austauschbar. Die letzte Stufe ist die lösliche Fraktion. Damit meint man alle im Bodenwasser gelösten, also sogenannten „freien“ Ionen, die die Pflanzen mithilfe ihrer Wurzeln direkt aufnehmen können.

Zusammengefasst wird die Verfügbarkeit von Nährstoffen also von der Bodenfeuchte und der Bodenreaktion beeinflusst. Bei der Speicherfähigkeit von Nährstoffen konnten wir unsere Überlegungen in folgendem Grundsatz festhalten: Je geringer die Auswaschung der verfügbaren Nährstoffe, desto besser die Speicherfähigkeit des Bodens. Die Auswaschung ist dabei umso kleiner, je besser sich das Adsorptionsvermögen der Bodenpartikel verhält. Da huminstoff- und tonhaltige Böden die Nährstoffe besser speichern, schlussfolgerten wir, dass die Speicherfähigkeit der Nährstoffe durch den Humusgehalt und dessen Zusammensetzung sowie den Bodenarten beeinflusst wird.

Die Verfügbarkeit und Speicherfähigkeit von Nährstoffen definiert schlussendlich die Bodenfruchtbarkeit und hat damit einen entscheidenden Anteil an der Ertragsausbildung. Zudem sollte der Boden möglichst hemm- und schadstofffrei sein, schließlich sind diese weder für die Pflanzen, noch für uns Menschen gesund.

Abb. 25: Fruchtbarer Boden

Ein Beispiel für einen fruchtbaren Boden stellte unserer Ansicht nach das obenstehende Bild dar, da dieser die Parameter zum Beispiel mit seiner dunklen Farbe, dem grünen Rasen und der angemessenen Bodenfeuchte sichtlich gut erfüllt.

Da die Bodenarten in der Bodenfruchtbarkeit eine wesentliche Rolle spielen, beschäftigten wir uns im Anschluss mit der Fruchtbarkeit der verschiedenen Bodenarten. Die untenstehende Tabelle macht ersichtlich, dass sowohl Sand, also auch Ton deutliche Vor- und Nachteile haben. Schluff dagegen nimmt in unseren Augen eine Mittelstellung ein und ist in allen Bereichen vorteilhaft.

Parameter	Sand	Schluff	Ton
Porung	**groß**	**mittel**	**klein**
Durchwurzelbarkeit	gut	in Ordnung	schlecht
Durchlüftung	intensiv	relativ gut	schlecht
Bodenfeuchte	gut	mittelmäßig	schlecht
Wasserspeicher-kapazität	gering	mittelmäßig	hoch
Nährstoffgehalt	gering	ausreichend	hoch
Adsorptions-vermögen	gering	mittelmäßig	hoch
Erwärmung	schnell	mittelmäßig	langsam
Bearbeitbarkeit	leicht	relativ leicht	schwer
Auswaschung	schnell	relativ gering	gering

Abb. 26: Die Eigenschaften der verschiedenen Bodenarten.

Anthropogene Einflüsse auf den Boden

Sophia Häussler

Anthropogene Einflüsse sind Einflüsse, die der Mensch auf den Boden ausübt. Dazu zählen nicht nur Bewässerung, die zum Beispiel zu Versalzung führen kann, sondern auch Bodenbearbeitung, Düngung und Veränderung des Bodens durch Druck. Wird der Boden befahren, verdichtet er sich, das lockere Gefüge wird verfestigt und das Wurzelwachstum der Pflanzen wird gestört.

Um das zu verhindern, ist ein aktives Bodenleben wichtig, welches allerdings durch Bearbeitung massiv beeinflusst wird. Durch Pflügen beispielsweise werden die Gänge der Regenwürmer abgeschnitten oder zerstört. Das führt dazu, dass das Bodenleben nicht mehr arbeiten kann und folglich schwindet. Dadurch verringern sich Bioturbation und Humusbildung. Der Boden kann so zum einen schlechter Nährstoffe und Wasser speichern und zum anderen muss verstärkt gedüngt und bearbeitet werden, um einen fruchtbaren und lockeren Boden zu erhalten. Auch eine enge Fruchtfolge, die übermäßig humuszehrende Pflanzen enthält, wirkt sich negativ auf den Nährstoffhaushalt des Bodens aus.

Wir beschäftigten uns auch mit weiteren anthropogenen Einflüssen wie beispielsweise Rodung, Entwässerung, Müll- und Klärschlammdeponie, aber auch mit der Abtorfung von Hochmooren. Während wir Abgase und Atommülllager nur kurz erwähnten, beschäftigten wir uns sehr intensiv mit Insektiziden, also Mitteln, die gegen schädliche Insekten angewandt werden. Wir diskutierten den Einfluss von Insektiziden in zwei Gruppen, wobei die eine die Befürworter und die andere die Gegner vertrat. Nach einer Recherche im Internet und in Fachbüchern, in welcher wir Argumente sammelten, führten wir eine teilweise recht hitzige Debatte.

Die Contra-Seite argumentierte gegen den Einsatz von Insektiziden, weil sie diesen für das Sterben von Bienen und anderen nützlichen Insekten verantwortlich machte. Die Pro-Seite hingegen vertrat die Meinung, dass manche Schädlinge nur durch Insektizide bekämpft wer-

den könnten und dass bei richtiger Anwendung keine nützlichen Insekten zu Schaden kämen. Schließlich einigten wir uns darauf, dass das Gesetz verschärft werden müsste und mehr Kontrollen durchgeführt werden müssten, um die richtige Anwendung von Insektiziden zu gewährleisten. Zudem hielten wir es für sinnvoll, die Schädlinge zunächst mit biologischen Mitteln zu bekämpfen.

Ein ebenfalls sehr wichtiger anthropogener Einfluss ist die Düngung. Diese ist notwendig, um dem Boden möglichst alle Nährstoffe wieder zuzuführen, die durch die Ernte abgefahren werden. Dabei ist allerdings auf die Vermeidung einer Überdüngung zu achten, da manche Dünger Nährstoffe enthalten, die ausgewaschen werden können und somit das Grundwasser belasten würden.

Um herauszufinden, wie stark welche Nährstoffform ausgewaschen wird, haben wir einen Auswaschungsversuch durchgeführt. Dazu füllten wir ein wenig Watte und je zwei verschiedene Böden in zwei Glaszylinder, die mit einem Stopfen verschlossen wurden, durch den ein Glasrohr führte. Uns standen zwei Stickstoffdünger zur Verfügung: Kalkammonsalpeter, welcher Stickstoff sowohl in Form von Ammonium als auch in Form von Nitrat enthält, sowie schwefelsaurer Ammoniak, welcher ausschließlich Ammonium enthält. Wir stellten aus beiden Düngern je eine mit 100 g pro Liter konzentrierte wässrige Lösung her, von der wir je 100 ml in die jeweiligen Glaszylinder gaben. Unter dem Stopfen mit dem Glasrohr stand ein Becherglas, in welches nach einigem Warten eine klare Lösung tropfte.

Den Ammoniumtest führten wir sowohl mit der Lösung, die durch den mit Kalkammonsalpter gedüngten Boden sickerte, als auch mit der Lösung, die durch den mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngten Boden gesickert war, durch. Dafür entnahmen wir beiden Bechergläsern je 5 ml der Lösung, tropften 12 Tropfen von NH_4-1 zu und gaben einen gestrichenen Löffel von NH_4-2 hinein. Anschließend warteten wir fünf Minuten und gaben dann fünf Tropfen von NH_4-3 dazu. Nach sieben weiteren Minuten sollte die Lösung eine grüne Färbung annehmen, was allerdings nicht geschah. Wir schlossen daraus, dass kein Ammonium ausgewaschen wurde.

Für den Nitrattest, welchen wir nur mit der Lösung, die durch den mit Kalkammonsalpeter gedüngten Boden sickerte, durchführten, entnahmen wir ebenfalls 5 ml der Lösung. Dann gaben wir zwei Messlöffel von NO_3-1 hinzu, schüttelten das Ganze eine Minute lang und warteten anschließend noch weitere fünf Minuten. Diesmal nahm die Lösung einen kräftigen Rotton an, was darauf schließen ließ, dass in der Lösung ungefähr 150 mg Nitrat pro Liter vorhanden waren.

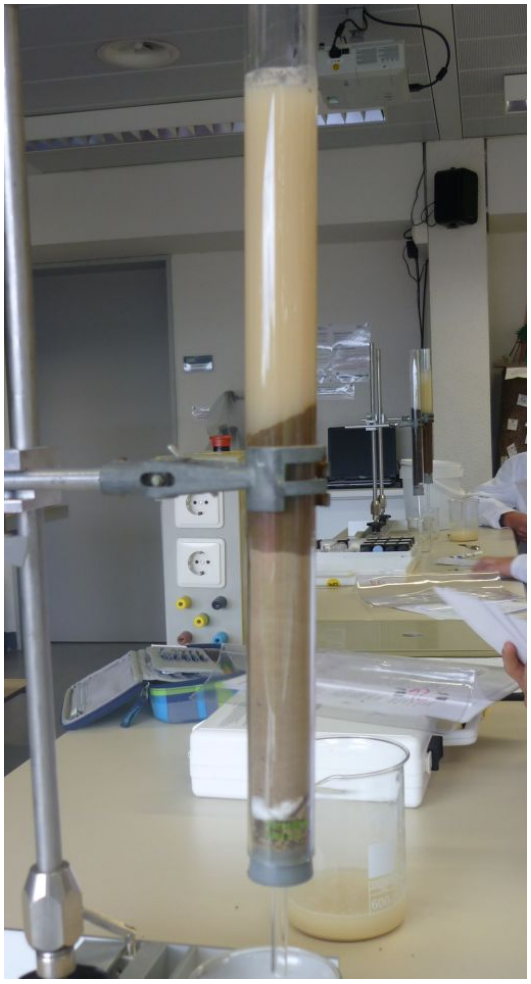


Abb. 27: Unser Auswaschunsversuch

Zusammenfassend konnten wir in diesem Versuch feststellen, dass es zur Auswaschung von Nitrat kommt, wenn die Pflanzen es gerade nicht benötigen. Da Ammonium nicht ausgewaschen wird, konnten wir es bei unserem Versuch nicht nachweisen. Tatsächlich enthält der schwefelsaure Ammoniak ca. 11 % und der Kalkammonsalpeter ca. 13,5 % Ammonium.

Unsere Exkursion

Sophia Häussler

Am Montag, unserem Exkursionstag, kam Klaus Keppler, ein Landwirt, zu uns. Wir wollten uns an diesem Tag damit auseinandersetzen, wie unser Gelerntes in der Realität aussieht. Morgens fuhr Theo uns zu einem Bauernhof, wo wir drei Profile gruben: Eins im Wald, eins auf der Wiese und eins auf dem Acker. Wir sahen uns die verschiedenen Böden an und bewerteten sie.

Abb. 28: Auf unserer Exkursion

Im Wald ließ sich das Profil sehr gut graben, da der Boden sehr locker war. Die Farbe des Bodens veränderte sich von oben nach unten hin von schwarz zu braun. Das liegt daran, dass der A-Horizont im Wald sehr humos ist, weil dort eine hohe biologische Bodenaktivität vorliegt. Das Fehlen von Regenwurmgängen verwunderte uns. Eine Erklärung hierfür konnten wir jedoch nicht finden.

Das Profil auf der Wiese ließ sich ebenfalls noch recht gut graben, allerdings wurde der Boden mit zunehmender Tiefe fester. Auch hier konnte man den humosen Oberboden erkennen; er war aber nicht so mächtig wie im Wald. Der Boden war so gut durchwurzelt, dass man ein gut 30 cm tiefes Stück am Gras hochhalten konnte, ohne dass Erde nach unten fiel. Das lag wohl teilweise an den Regenwürmern, denn hier konnten wir mehrere Gänge finden. Man konnte gut sehen, wie sie an den Wänden mit Kot ausgekleidet waren und wo sie in den Boden hineinführten.

Das Graben auf dem Ackerboden ist uns am schwersten gefallen. Zwar war er oben von der Bearbeitung aufgelockert, allerdings verfestigte er sich mit zunehmender Tiefe schnell. Hier konnte man Farbunterschiede, aber keinen Humus, erkennen. Die Durchwurzelung war gut, und man konnte auch ein paar Regenwurmgänge ausfindig machen, woran man erkennen konnte, dass dieser Acker nicht gepflügt wurde, da es dort sonst keine Regenwürmer gegeben hätte.

Am Nachmittag diskutierten wir noch ausführlich die verschiedenen anthropogenen Einflüsse, wie Nitratauswaschung in das Grundwasser und Bodenbearbeitung. Wir sprachen jedoch auch über die niedrigen Milchpreise oder den Bio-Trend.

Das Sportfest

Sarah Wetzel

Beim Sportfest wurde unser Kurs vor mehrere Herausforderungen gestellt. Aber dank unserer guten Gruppengemeinschaft, der Mithilfe und der Ideen von jedem Einzelnen meisterten wir diese alle mit Erfolg und errangen einen wohlverdienten 2. Platz, auf den wir auch sehr stolz sind.

Zuerst sollten wir unsere gesamte Gruppe durch ein Spinnennetz befördern, ohne dieses zu berühren. Dabei durfte jede Lücke aber nur ein einziges Mal benutzt werden. Unser Teamkapitän Nico entwickelte aber schnell eine Strategie und wir legten los. Das Ganze machte sehr viel Spaß. Nun ging es weiter zu dem großen, aus Holz gebauten A. Mit diesem und unserer Körperkraft sollten wir unseren Schülermentor Lucas sicher über die Ziellinie

bringen. Lucas hat uns außerdem viele hilfreiche Schlachtrufe gedichtet, mit denen wir unsere Rivalen in Verlegenheit brachten, bis sie nichts mehr erwidern konnten. Weiter ging es: Wir stachen mit einem Wikingerschiff in die weite und gefährliche See. Wieder unter Kommando von Kapitän Nico und durch viel Teamarbeit meisterten wir diese Aufgabe erfolgreich. Leider hatten wir aber drei Opfer für dieses Ziel erbracht.

Na ja, auf zur nächsten Station: Hier bestand die Aufgabe darin, ein Tuch zu wenden, während wir auf ihm standen. Das war gar nicht so einfach, und bald waren nur noch drei Personen auf dem Tuch. Doch diese meisterten das Umdrehen innerhalb kürzester Zeit, sodass wir doch noch einige Punkte holen konnten.

Bevor es weiter gehen konnte, mussten wir erst einmal ca. eine Viertelstunde warten, da noch eine andere Gruppe an dieser Herausforderung knabberte. Wir waren wohl einfach zu schnell gewesen. Bei dieser Station wurde von uns gefordert, Teebeutel möglichst weit zu spucken. Zwar war der Kamillegeschmack nicht sehr angenehm, aber mit viel Speichel und schnellem Anlauf erzielten wir Höchstleistungen.

Nur noch zwei Stationen waren zu bewältigen. Zuerst wurden wir dazu aufgefordert, ein Lied zu singen. Wir kamen sofort auf die glorreiche Idee dieses im Kanon zu versuchen und uns dadurch einige Extrapunkte zu sichern. Eine kleine Schwierigkeit war jedoch, dass manche von uns den Text des Liedes nicht kannten. Doch nach schnellem Beibringen war diese Schwierigkeit gleich behoben und wir schmetterten Elisabeth und Johannes „Fuchs, du hast die Gans gestohlen“ entgegen. Bei ihnen bekamen wir noch die Aufgabe uns an den Händen zu fassen und alle, ohne uns loszulassen, durch einen Hoola-Hoop-Reifen zu steigen. Da einigen von uns die Lösung schon aus der Kindheit bekannt war, war auch dies keine Schwierigkeit für uns.

Nun kamen wir zur letzten Aufgabe. Hier sollten wir einen Ball auf einem Ring, an dem zwölf Schnüre befestigt waren, auf einer leeren Flasche abgelegen. Auch dies gelang uns durch höchste Konzentration und Teamarbeit gleich beim ersten Versuch. Bei dem darauffolgenden Finale waren wir leider nicht allzu erfolgreich. Durch bloßes Klopfen auf Schultern und Kopf sollte man eine dreistellige Zahl und ihre Farbe weitergeben, doch dies gelang uns nicht. Trotzdem bekamen wir bei dieser Aufgabe einige Fairnesspunkte. Unser Mitstreiter Tim, der ganz vorne saß, konnte die gesuchte Zahl durch eine Spiegelung sehen. Dennoch teilte er der zuständigen Schülermentorin die falsche Farbe, die von hinten kam, mit. Wir hatten an diesem Nachmittag viel Spaß und er hat unsere Gruppengemeinschaft auch sehr gestärkt.

Unser Fazit

Sarah Geringer

In den zwei Wochen intensiver Kursarbeit hat uns die Frage: „Boden – Ist das wirklich alles Dreck?“, kontinuierlich begleitet. Immer konnten wir dabei Neues erfahren, beziehungsweise entdecken und uns weitere spannende Zusammenhänge des Bodens erschließen. Schlussendlich stellten wir fest, dass wir ohne den Boden nicht leben können. Aus diesem Grund ist das Jahr 2015 zum „Internationalen Jahr des Bodens“ bestimmt worden. Dies soll auch ein Appell sein, ein Bewusstsein für die Bedeutung und den Schutz der Böden zu entwickeln, damit die Welternährung auch in Zukunft gesichert sein wird, denn schließlich sollen die Böden von heute auch morgen noch genügend Früchte für alle bringen. Deshalb ist Boden für uns kein Dreck, sondern ein sehr komplexes und wertvolles Ökosystem.

Quellenverzeichnis

Literaturangaben

Scheffer/Schachtschabel; „Lehrbuch der Bodenkunde“, 15.Auflage; Spektrum Verlag

Norbert Lütke Entrup/Jobst Oehmichen; „Lehrbuch des Pflanzenbaues“, Band 1 & 2

Ernst Schlichting/Hans-Peter Blume/Karl Stahr; „Bodenkundliches Praktikum“; 2. überarbeitete Auflage; Blackwell Wissenschaftsverlag Berlin

D.L.Rowell; „Bodenkunde“; Springer Verlag

Karl Stahr/Ellen Kandeller/Ludger Herrmann/Thilo Streck; „Bodenkunde und Standortlehre“; 2. Auflage; Ulmer Verlag

http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/boden/12207.htm

http://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/magmatite/9896

Für Abb. 26: http://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/06.htm
und http://www.ahabc.de/bodeneigenschaften/korngroessen

Bildquellen

Abb. 1: Wikimedia (Hridith Sudev Nambiar, CC BY-SA), https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SOIL_PROFILE.png

Abb. 2: Wikimedia (Dave Dyet) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barkevikite_Syenite_-_igneous_rock_near_the_Dallas_Gem_Mine_San_Benito_County_California.jpg

Abb. 5: Hirt’s Stichwortbücher, Bodenkunde in Stichworten, 6. Auflage S. 44
http://www.schweizerbart.de/9783443031206

Abb. 8: fossilien.de, http://www.fossilien.de/seiten/bernstein/pseudoskorpion.jpg

Abb. 9: Wikimedia (Rob Hille, CC BY-SA), https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earthworm_01.jpg

Abb. 10: Wikimedia (Rob Hille, CC BY-SA), https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eisenia_foetida_R.H._(8).JPG

Abb. 11 : Wikimedia (GrahamColm at en.wikipedia, CC BY-SA), https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Actinomyces_israelii.jpg

Abb. 16 : verändert nach Wikimedia (Wikimedia-User Solum, CC BY-SA), https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pararendzina.jpg

Abb. 25 : Wikimedia (Wikimedia-User w:de:User:Michael Linnenbach, CC BY-SA), https://commons.wikimedia.org/ wiki/File:Lumbricus_terrestris.JPG

Digitaltechnik – Wir bauen einen Computer

Vorwort

Michael Mattes, Bernhard Petzold, Johanna Rettenmeier

Die zwei Akademiewochen gingen schneller vorbei als wir schauen konnten. Kursinhalte, die an Schulen und Hochschulen auf ein ganzes Jahr verteilt werden könnten, haben wir in zwei Wochen angerissen. Das ist nur mit Teilnehmerinnen und Teilnehmern möglich, die außerordentlich motiviert und leistungsbereit sind.

Wir hatten uns viel vorgenommen. In den zwei Wochen wollten wir von den kleinsten Komponenten eines Computers und deren Zusammenspiel bis zur Programmierung eines selbst entwickelten PCs in einer Hochsprache gehen.

Wie uns das gelungen ist, kann man in dieser Dokumentation unserer Teilnehmerinnen und Teilnehmer lesen. Wir übergeben stolz das Wort an den Digitaltechnik-Kurs der Science Academy Baden-Württemberg 2015.

Unser Kurs

Armin fiel durch seine tollen Ideen beim Programmieren auf – selbst Michael war ganz baff, als er sah, was Armin erreicht hatte. Mit Claudius plünderte er in den Pausen die Süßigkeitenvorräte und gemeinsam mit Leo und Claudius bildete er ein effektives Team.

Claudius Wenn Claudius in der Pause zur Versorgungsstation geht, bleibt selten etwas übrig. Er ist stets hilfsbereit und zuverlässig. Während des Kurses ist er vor allem bei dem Bau der Hardware immer einer der Ersten. Außerdem baute er sich zusammen mit Armin einen eigenen versteckten Coca Cola Light Vorrat für Pausen auf.

Dominik hat immer seinen eigenen Kopf. Wenn Michael sagte, irgendetwas sei unmöglich, musste er es natürlich trotzdem

ausprobieren. Irgendwann fiel ihm dann auf, dass es echt nicht ging und Michael Recht hatte. Er war hinterher aber trotzdem einer der Schnellsten. Ihn konnte man immer fragen, wenn man bei etwas einmal nicht weiterkam. Er war zumindest am ersten Tag in der Akademie bekannt als „der, der nicht da ist“. Da er erst am Samstagabend ankam, konnten er und Sonia ihre Präsentation erst am Sonntag halten.

Elias lässt sich einfach für alles begeistern! Egal ob er den neu-erstellten Ordner von Michael sehen kann oder seine Kommentare auf dem EtherPad auch mit seiner Farbe markiert werden, alles wird mit einem „WOW“ oder einem „Oh Mein Gott“ kommentiert. Er brachte uns alle mit seinen Programmierkünsten vor allem beim Erstellen von Kurslogos weiter und auch in den KüA-Schienen begeisterte er uns immer wieder mit seinen lustigen und abwechslungsreichen KüAs, die allesamt sehr gut vorbereitet waren.

Florian ist immer gut drauf und arbeitet mit allen gut in einem Team zusammen. Er hilft, wenn er kann und gab dem Begriff Teamwork zusammen mit Marlene und Ranran eine ganz neue Bedeutung. Auch mit Claudius, Armin und Leo arbeitet er gut in einem Team zusammen und bringt oft wichtige und hilfreiche Ideen. Auch wenn er und sein Team lange an einem Problem hängen, gibt er nicht auf sondern versucht es mit neuen Lösungsansätzten (bei denen er auch ggf. sein Team erweitert). Durch seine aufgeweckte und lustige Art bringt er uns immer wieder zum Lachen.

Leo „Wir machen Apple Konkurrenz!“ Mit diesem Motto haben wir unser Kursziel erreicht und zusätzlich noch das Sportfest gewonnen. Ohne Leo ist unser Team kein Team. Er sorgt dafür, dass wir immer erfolgreich arbeiten und während des Kurses etwas zu lachen haben. Mit seiner lustigen und netten Art hat er sich mit allen in der Akademie angefreundet. In den zwei Wochen ist er zudem noch verschiedenen Mysterien der Akademie auf den Grund gegangen.

Marlene ist immer mit Geist und Seele beim Thema dabei und gibt selbst bei schwierigen Problemen nie auf. Auch kann man mit ihr über alles reden, sodass es immer sehr viel Spaß macht, mit ihr zusammenzuarbeiten. Außerdem ist sie für eine Futterpause und eine Umarmung immer zu haben und ist somit unser Knuddelmonster. Und nicht zu vergessen, ihr Lieblingsspruch: „Ernsthaft?!?“

Nicole arbeitet mit Ranran und Marlene immer so lange an Problemen, bis der Hardwaresimulator die richtigen Ergebnisse durchrattert. Sie ist immer gut gelaunt und aufmerksam im Kurs. In ihrer Zusammenarbeit mit Ranran hat sie viel Spaß und macht viele witzige Dinge. Nicole lacht insgesamt viel und steckt damit andere Personen an, wodurch ein sehr angenehmes Klima entsteht.

Nelson ist ein ruhiger ,aber charmanter Typ mit geheimen Talenten. Ein Fels in der Brandung für unsere Truppe. Man kann mit ihm auch anspruchsvollere Fragen diskutieren. Er gehört immer zu den Ersten, die mit einer Aufgabe fertig sind und hilft dann auch anderen. Zusammen mit Elias bildet er ein hervorragendes Team, das selbst schwierige Aufgaben in Rekordzeit löst.

Ranran hat für alle ein offenes Ohr; mit ihr kann man interessante und tiefgründige Gespräche führen. Sie kann immer den Aufgaben folgen, und vor allem kann man mit ihr gut im Team arbeiten. Sie ist immer offen für Fragen und das Knobeln mit ihr macht sehr viel Spaß, denn sie ist jeden Tag gut gelaunt und kann immer viel zur Lösung beitragen. In den KüA-Schienen begeisterte sie alle mit ihrer Zeichen-KüA.

Sonia Mit ihrer unbändigen Begeisterung für Sägemehlfabriken brachte sie uns schon beim EWE zum Lachen. Sie arbeitet immer mit voller Konzentration und kommt schnell zu richtigen Ergebnissen. Sie ist außerdem unser wandelnder Duden und begeisterte uns immer mit ihrer destruktiven Kritik.

Thanush ist ein sehr ruhiger Zeitgenosse, der

gegenüber den anderen Kursteilnehmern immer sehr freundlich ist. Das Spiel DigiMind bereitete ihm große Freude, und als wir dieses Spiel erstellten, trug er einen großen Teil zum Ganzen bei.

Michael, unser vergnügter Kursleiter, steckt voller Überraschungen. Er kann nicht nur selbst Honig herstellen (lassen) und seine Teilnehmer damit verköstigen. Auch „Laugaweggla“ backen gehört zu seinem Spezialgebiet. Diese Kunst durften wir in seiner Laugaweggla-KüA erlernen. Er hält uns zudem immer mit neuen Rätseln auf Trab. Wer versucht, frech zu sein, muss sich direkt einen dummen Spruch von ihm anhören.

Bernhards Lebensgeschichte passt nicht in fünf Minuten, wie wir im Kurs erstaunt feststellen mussten. Er half uns beim Programmieren und erklärte uns immer sofort Dinge, die wir nicht verstanden. Außerdem hat er das Schnäpperle raus, wie Maybritt eines Tages im Morgenplenum ankündigte.

Johanna ist unsere motivierte Schülermentorin. Sie sorgt mit Süßkram und vielen interessanten Spielen immer dafür, dass wir motiviert bleiben und uns erholt wieder in unsere Kursarbeit vertiefen können. Sie ist die gute Seele des Kurses, wenn etwas benötigt wird, egal ob Stifte, Süßigkeiten oder eine saubere Tafel, besorgt sie es sofort. Zudem bringt sie auch mal unsere Köpfe zum Rauchen, indem sie uns schwierige Rätsel stellt.

Einleitung

Die anderen Akademieteilnehmer reagierten ungläubig, als sie hörten, dass wir in nur zwei Wochen einen ganzen Computer von Grund auf bauen wollten. Wir simulierten gewissermaßen einen Computer – am Computer. Dies funktioniert so ähnlich wie bei einer Simulation in einem Computerspiel. Beispielsweise tut man bei einem Omnibus-Simulator so, als ob man mit einem Bus durch eine Stadt fährt, dabei sitzt man nur in seinem Zimmer und bedient ein paar Tasten. Ein Programm lässt es dann so aussehen, als ob man durch eine Stadt fährt. So ähnlich ist es auch beim Simulieren des Computers. Man baut den Computer nicht in Wirklichkeit auf, sondern man tippt „nur ein paar Tasten“ und ein Computerprogramm macht dann daraus einen Computer-am-Computer. Der Vorteil der Simulation besteht darin, dass Bestandteile, die mehrmals gebraucht werden, nur einmal gebaut werden müssen und danach beliebig oft kopiert werden können. Auch uns kam das Ziel, in zwei Wochen einen kompletten PC zu bauen, am Anfang so gut wie unerreichbar vor. Dennoch haben wir uns dieser Herausforderung gestellt und unser Ziel am Ende erreicht. Nachdem wir alle Bestandteile des PCs korrekt verknüpft hatten, begannen wir diesen auch zu programmieren. Zuerst in Assembly, später mit Hilfe eines Betriebssystems und der Hochsprache Jack. Das Ergebnis des Kurses war ein selbst entwickeltes Spiel namens DigiMind. Die Arbeitsatmosphäre war durchgehend angenehm, wobei die Pausen ein wichtiger Bestandteil unseres Kurses waren. Vor allem Johanna begeisterte uns immer wieder mit neuen intellektuellen Spielen. Außerdem hatten wir immer etwas zu lachen und das Wort „Langeweile“ war uns unbekannt. Auch Nervennahrung war nie weit entfernt. Es sei denn, Claudius war in der Nähe.

Transistoren

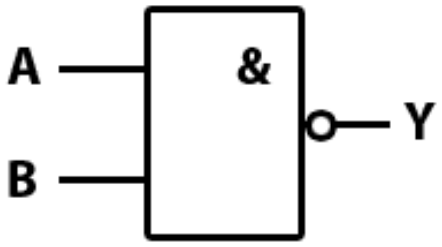
Sonia Meehan

Unserem Kurs war es sehr wichtig, dass wir von „ganz unten“, also bei den kleinsten Bestandteilen, anfangen. Um diesem Ziel gerecht zu werden, begannen wir mit Transistoren, aus denen fast alle anderen Bauteile eines Computers bestehen. Der Begriff „Transistor“ kommt aus dem Englischen und ist eine Abkürzung von „transfer resistor“. Ein Transistor besteht aus einem Siliziumkristall mit drei verschieden dotierten Schichten. Silizium ist ein Halbleiter und dotiert bedeutet, dass das Silizium leitfähiger gemacht wurde, indem das reine Silizium mit einzelnen Bor- oder Phosphoratomen beschossen wurde, die sich in das Siliziumgitter eingefügt haben. So können sich die Elektronen schon bei Zimmertemperatur viel freier bewegen. Wenn das Silizium mit Bor beschossen

wurde, nennt man dies p(=positiv)-dotiert, bei Phosphor heißt dies n(=negativ)-dotiert. Der Typ von Transistor, den wir hier betrachteten, besitzt eine pnp-Struktur, hat also jeweils zwei äußere p-dotierte Schichten und eine innere n-dotierte Schicht, wie bei einem Schnitzel (**P**aniert – **N**icht paniert – **P**aniert). Die Kontaktfläche zwischen Emitter und Basis muss viel kleiner sein als die zwischen Kollektor und Basis. Ist dies nicht der Fall, wird der Transistoreffekt ungleich schwächer. Es gibt auch Transistoren mit einer npn-Struktur. Vom Prinzip her verhalten sich die pnp- und die npn-Transistoren gleich, nur dass alles umgekehrt verläuft. Der Strom fließt genau anders herum. Der pnp-Transistor leitet, wenn keine Spannung anliegt; der npn leitet nur, wenn eine Spannung anliegt. Die Anschlüsse an die drei Schichten heißen Emitter E (n-dotiert), Basis B (p-dotiert) und Kollektor C (n-dotiert). Im Prinzip „entscheidet“ die Basis, ob zwischen dem Emitter und Kollektor Strom fließen kann. Wenn eine kleine Spannung zwischen Basis und Emitter angelegt wird, kann zwischen C und E bis zu 1000-mal so viel Strom fließen, wie zwischen B und E. Man kann also sagen, dass der Transistor wie eine Art Verstärker funktioniert, bei dem ein kleiner Basisstrom einen großen Kollektorstrom an- oder ausmacht. Somit lässt sich ein Transistor als elektrisch betriebener Stromschalter einsetzen.

Nand

Florian Kandra

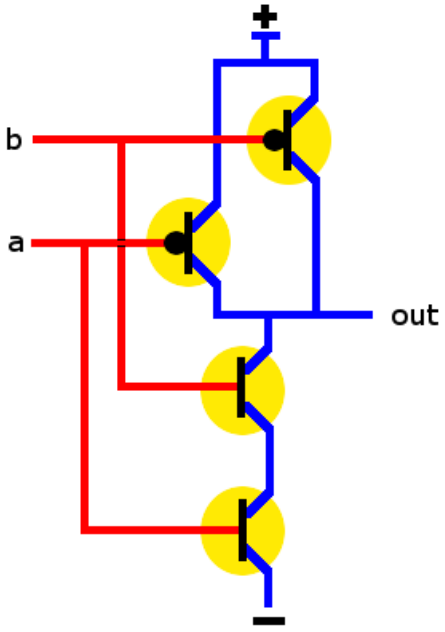


Symbol eines Nand-Gatters

Beim Nand (aus dem Englischen: „not and“, oder auf Deutsch „nicht und“) handelt es sich um den Grundbaustein des gesamten Computers. Daraus kann man alle weiteren Bausteine eines Prozessors zusammenbauen. Das Nand hat zwei Eingänge und einen Ausgang. Der Ausgang gibt genau dann eine Null aus, wenn in beide Eingänge eine Eins eingegeben wird. In allen anderen Fällen gibt der Ausgang eine Eins aus.

B	A	OUT
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Wahrheitstabelle eines NAND



NAND aus Transistoren

In Wirklichkeit kann man natürlich keine Einsen und Nullen in die Eingänge eingeben, sondern man legt an die Eingänge Spannung (für eine Eins) oder keine Spannung (für eine Null) an. Ein Nand besteht aus vier Transistoren, von denen jeweils zwei mit einem Eingang verbunden sind (in der Abbildung sind die Eingänge mit a und b und der Ausgang mit out gekennzeichnet). In der Abbildung sind die pnp-Transistoren an einem Punkt zu erkennen, wohingegen die npn-Transistoren keinen Punkt davor haben. Wenn jetzt an beiden Eingängen eine Eins eingegeben oder eben Spannung angelegt wird, besteht eine Verbindung zur Masse, wodurch der Ausgang eine Null aus-

gibt. Andernfalls ist die Verbindung zur Masse unterbrochen und der Ausgang liegt auf Pluspotential bzw. der Ausgang gibt eine Eins aus.

HDL-Dateien

Nicole Anton George

HDL kann man zwar als Abkürzung für „Hab dich lieb“ sehen, aber bei der HDL, mit der wir gearbeitet haben, steht die Abkürzung für „Hardware-Description-Language“. Das heißt auf deutsch soviel wie „Hardware-Beschreibungssprache“. Genau das machen wir mit HDL: Wir beschreiben, wie der Computer die Bausteine miteinander verschalten soll.

Mithilfe von diesen Bausteinen kann man weitere Bausteine simulieren. Zunächst muss man einen Namen für den Chip (Baustein, den wir simulieren) finden. Hierbei kann man jeden beliebigen Namen wählen, allerdings macht es Sinn, den Namen des Bausteins zu benutzen. Als Beispiel wählen wir den And-Baustein, also heißt unser Chip „And“.

Um zu signalisieren, dass die Beschreibung anfängt, fügt man eine geschweifte Klammer ein. Danach werden die Eingänge und die Ausgänge des Chips definiert (die dann in HDL IN und OUT heißen). In unserem Beispiel sind die Eingänge a und b, der Ausgang heißt out. Als nächstes werden die PARTS, also die Bestandteile vom Chip beschrieben. Das And ist das gleiche wie ein verneintes Nand, das heißt es kommen die Parts Nand und Not vor.

Nun muss beschrieben werden, welche Eingänge und Ausgänge innerhalb der Bausteine verknüpft sind. Bei den Bausteinen allgemein heißt der erste Eingang a, der zweite Eingang b und der Ausgang vom Baustein out. Allerdings gibt es dabei Ausnahmen, so wie beim Not, bei dem man nur einen Eingang und einen Ausgang hat, weshalb der Eingang nur als „in“ bezeichnet wird und der Ausgang als „out“. Die Eingänge a und b vom Chip entsprechen den Eingängen des Bausteins Nand.

Jetzt geht es um den Ausgang des Nands. Dieser bekommt noch einen eigenen Namen, weil er nicht der Ausgang vom Chip ist, da das Ganze noch verneint werden muss. Deshalb nennen wir ihn „c“. Dieser Ausgang ist gleichzeitig der Eingang des Not-Bausteins und der Ausgang vom Not ist auch der Ausgang vom Chip And. Wie wird dies aber in HDL übertragen? Der Baustein heißt Nand, also schreibt man Nand und eine Klammer auf, in der dann die Eingänge und der Ausgang vom And-Baustein stehen. Der erster Eingang des Ands „a“ entspricht dem Eingang „a“ des Nand-Chips. Der zweiter Eingang des Ands „b“ entspricht dem Eingang „b“ des Nand-Chips. Es steht bis jetzt:

```
Nand(a=a;b=b(d.h.zweiter Eingang="b")).
```

Jetzt fehlt noch der Ausgang vom Nand, den wir oben „c“ genannt haben, also ist unser out=c. Das heißt, für unser Nand gilt:

```
Nand(a=a,b=b,out=c)
```

Damit ist das Nand abgeschlossen, allerdings muss das Ganze verneint werden. Das heißt der Baustein „Not“ wird verwendet. Der Eingang vom Not (es gibt nur einen, nämlich „in“) ist unser Ausgang vom Nand, also „c“. Der Ausgang vom Not (out) ist gleichzeitig auch der Ausgang vom gesamten „And-Chip“(„out“). Daher schreibt man in HDL:

```
Not(in=c,out=out)
```

Zum Schluss muss noch eine geschweifte Klammer zu gesetzt werden. Damit wurde der Chip And in HDL übertragen. Jetzt kann der Chip simuliert werden, und dieser Baustein kann weiterverwendet werden.

```
CHIP And {
    IN a, b;
    OUT out;

    PARTS:
       Nand(a=a,b=b,out=c);
       Not(in=c,out=out);
}
```

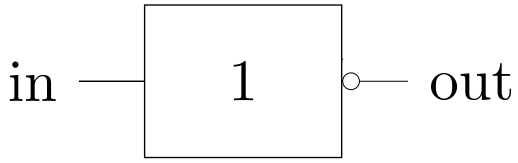
HDL-Datei des And-Chips

And, Or und Not

Claudius Berger

Aus dem schon erwähnten Baustein Nand lassen sich weitere Bausteine bauen und aus diesen immer komplexere, bis man beispielsweise einen Prozessor hat.

NOT (NICHT)



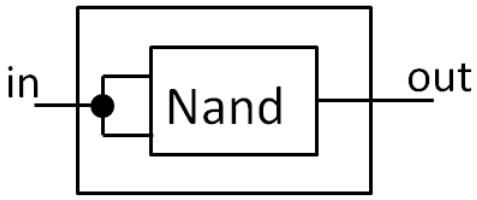
Not-Chip

Der Not-Baustein hat einen Eingang und einen Ausgang. Dieser Baustein invertiert das Signal, das heißt, wenn am Eingang eine 0 anliegt, liegt am Ausgang eine 1 an und wenn am Eingang eine 1 anliegt, liegt am Ausgang eine 0 an. Dies kann man auch an der Wahrheitstabelle erkennen.

IN	OUT
0	1
1	0

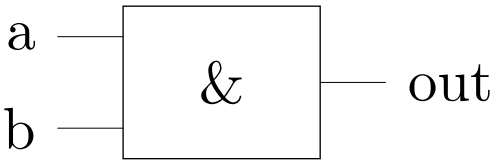
Wahrheitstabelle des Not-Chips. Links steht der Eingang, rechts der Ausgang.

Das Not besteht aus einem Nand, aber da das Not nur einen Eingang und das Nand zwei Eingänge (a und b) hat, wird das Signal, welches am Not anliegt, aufgeteilt und jeweils an die Eingänge (a und b) vom Nand angelegt. Wenn also eine 0 am Not anliegt, liegt beim Nand an beiden Eingängen eine 0 an und bei einer 1 liegt beim Nand an beiden Eingängen eine 1 an. Der Ausgang des Nands ist auch der Ausgang des Nots.



Aufbau – Not

AND (UND)



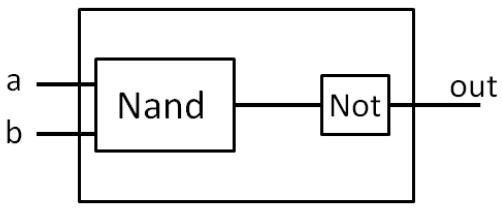
And-Chip

Der nächste Baustein ist der And-Baustein. Dieser hat zwei Eingänge (Eingang a und Eingang b) und einen Ausgang. Man könnte sich diesen Baustein wie eine Lampe vorstellen, wenn diese leuchten soll braucht man Strom UND eine Glühbirne, wenn kein oder nur eines der beiden Bestandteile vohanden ist, gibt es kein Licht, aber wenn beide Bestandteile vorhanden sind, leuchtet die Lampe. Das heißt, wenn höchstens an einem der zwei Eingängen eine 1 anliegt, liegt am Ausgang eine 0 an, wenn aber an Eingang a und an Eingang b eine 1 anliegt, liegt am Ausgang auch eine 1 an. Dies kann man auch an der Wahrheitstabelle erkennen.

B	A	OUT
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

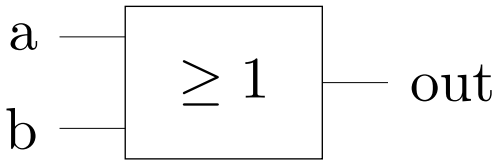
Wahrheitstabelle des And-Chips.

Das And besteht aus einem Nand und einem Not. Die Eingänge(a und b) des Ands sind mit den Eingängen(a und b) des Nands verbunden und der Ausgang des Nands führt in den Eingang eines Nots. Der Ausgang dieses Not-Bausteins ist gleichzeitig auch der Ausgang des And-Bausteins.



Aufbau – And

OR (ODER)



Or-Chip

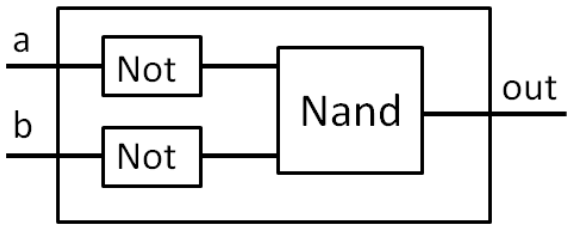
Ein weiterer Baustein ist der Or-Baustein. Er hat auch zwei Eingänge (a und b) und einen Ausgang. Diesen Baustein könnte man mit einem Bezahlvorgang vergleichen: Da man mit Bargeld ODER mit einer Kreditkarte bezahlen kann, reicht es, wenn mindestens eines dieser Dinge vorhanden ist. Das bedeutet, wenn an mindestens einem Eingang eine 1 anliegt, liegt auch eine 1 am Ausgang an. Andernfalls liegt eine 0 am Ausgang an.

Dies kann man auch an der Wahrheitstabelle erkennen.

B	A	OUT
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Wahrheitstabelle des Or-Chips.

Der Or-Baustein besteht aus zwei Not-Bausteinen und einem Nand-Baustein. Die Eingänge des Or-Bausteins werden jeweils invertiert, also in ein Not geleitet. Die invertierten Signale führen beide aus den Not-Bausteinen in ein Nand, und der Ausgang des Nand ist auch der Ausgang des gesamten Or-Bausteins.



Aufbau – Or

Binärsystem und Addierwerk

Elias Lampert

Aus den Bausteinen And, Or und Not kann man weitere komplexere Bausteine erstellen, wie zum Beispiel ein Addierwerk. Der Computer versteht allerdings nur das Binärsystem. Somit mussten wir uns zuerst mit diesem beschäftigen. Im Binärsystem gibt es nur die Ziffern 0 und 1. Das klingt erstmal etwas verwirrend. Damit wir das Binärsystem verstehen, schauen wir uns zuerst das Dezimalsystem an. Im Dezimalsystem gibt es Einer-, Zehner-, Hunderterstellen und so weiter. Hier verzehnfacht sich der Wert pro Stelle. Im Binärsystem hingegen gibt es Einer-, Zweier-, Vierer-, Achterstellen und so weiter, also verdoppelt sich der Wert pro Stelle. Zum Beispiel entspricht die binäre Zahl 101 der dezimalen Zahl 5, da 101 eine Viererstelle (1*4), keine Zweierstelle (0*2) und eine Einerstelle hat (1*4). Die Zwischenergebnisse muss man nun addieren, um die dezimale Zahl zu erhalten:

```
1*4 + 0*2 + 1*1 = 4 + 0 + 1 = 5
```

Wir haben im Kurs einen 16-Bit-Computer simuliert. Das bedeutet, dass der Computer mit Zahlen rechnen kann, die im Binärsystem 16 Stellen benötigen. Man könnte nun meinen, dass die größte Zahl 65.535 wäre, diese entspricht der binären Zahl 1111.1111.1111.1111.

Allerdings gibt es nicht nur positive, sondern auch negative Zahlen. Die Stelle ganz links steht nämlich für das Vorzeichen. Eine 0 bedeutet, dass die Zahl positiv ist, und eine 1 bedeutet negativ. Die größte Zahl ist daher 32.767, dies entspricht der binären Zahl 0111.1111.1111.1111. Die kleinste Zahl ist −32.768, dies entspricht der binären Zahl 1000.0000.0000.0000. Hier springt der Wert von 0111.1111.1111.1111 auf 1000.0000.0000.0000. Die Zahl 1000.0000.0000.0001 wäre dann −32.767, der Wert nimmt somit also wieder ganz normal zu. Um die negativen Zahlen zu bestimmen, tut man so, als wäre die Zahl positiv, berechnet sie und zieht dann 32.768 von der Zahl ab. Die binäre Zahl 1000.0000.0001.0110 ist negativ (−32.768), hat eine 1 an der Sechzehnerstelle (1*16), eine an der Viererstelle (1*4)

und eine an der Zweierstelle (1*2). Nun müssen die Zwischenergebnisse addiert werden:

```
1*16 + 1*4 + 1*2 = 16 + 4 + 2 = 22
```

Da die Zahl negativ ist, muss man nun 32.768 davon abziehen:

```
22 - 32.768 = -32.746
```

Diese Binärzahl bedeutet dezimal also −32.746.

Bis jetzt haben wir uns erst mit der Umrechnung von binären Zahlen in Dezimalzahlen beschäftigt. Im folgenden Abschnitt setzen wir uns mit der Addition zweier Binärzahlen auseinander. Wenn zwei binäre Zahlen addiert werden sollen (beispielsweise 00111 + 00110 , dezimal: 7 + 6), funktioniert das wie im Dezimalsystem.

```
  0 0 1 1 1
+ 0 0 1 1 0
    0 1 1 0
-----------
  0 1 1 0 1
```

Binäre Addition von 7 und 6

Erst werden die Einer addiert: 1 + 0 = 1 mit Übertrag 0. Nun werden die Zweier addiert: 1 + 1 + Übertrag 0 = 0 mit Übertrag 1. Man würde erwarten, dass 1 + 1 = 2 wäre, aber im Binärsystem wird die 2 als 10 geschrieben. Somit ergibt sich das Ergebnis 0 mit Übertrag 1. Jetzt werden die Vierer addiert: 1 + 1 + Übertrag 1 = 1 mit Übertrag 1. Die dezimale 3 entspricht nämlich der binären 11. Deshalb ist das Ergebnis 1 mit Übertrag 1. Nun werden die Achter addiert: 0 + 0 + Übertrag 1 = 1 mit Übertrag 0. Somit ergibt sich für die Rechenaufgabe 00111 + 00110 das Ergebnis 01101, dezimal: 7 + 6 = 13.

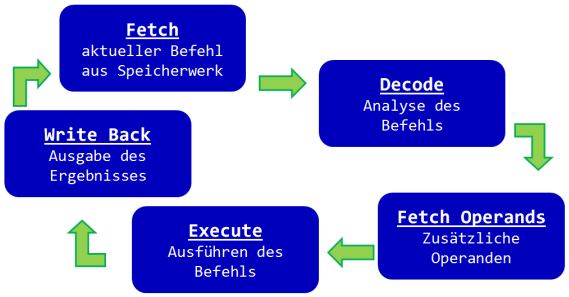
Ein Ziel des Digitaltechnik-Kurses war das Bauen eines Addierers für 16-Bit-Zahlen. Dafür braucht man zwei Arten von Addierern: den Halbaddierer und den Volladdierer. Der Halbaddierer kann zwei Zahlen addieren und dann den Übertrag bestimmen (beispielsweise 1 + 0 wäre Ergebnis 1, Übertrag 0). Der Volladdierer kann drei Zahlen addieren und dann den Übertrag bestimmen (beispielsweise 1 + 0 + 1 wäre Ergebnis 0, Übertrag 1). Der Gebrauch der Halb- und Volladdierer ist wie folgt: Man benötigt einen Halbaddierer für die Einerstelle. Hier werden nur zwei Zahlen addiert, und es gibt noch keinen Übertrag, mit dem gerechnet werden muss. Für die Zweierstelle und alle übrigen Stellen braucht man Volladdierer. Es werden die zwei jeweiligen Stellen addiert und zusätzlich und der Übertrag des letzten Ergebnisses. Somit braucht man für ein 16-Bit-Rechenwerk einen Halbaddierer und 15 Volladdierer.

Rechenwerk und Prozessor

Nelson Paraiso

Allein durch Addieren kommt man nicht weit, man muss auch andere Operationen durchführen können wie beispielsweise die Konjunktion. Hierfür gibt es die ALU. Die Arithmetic Logic Unit (ALU), auf deutsch Arithmetische und Logische Einheit, ist der Rechenkern des Computers. Sie kann zwei Zahlen addieren, substrahieren, konjungieren (UND-Verbindung), disjungieren (ODER-Verbindung) oder verneinen. Zum Ergebnis hinzu gibt es auch noch zwei weitere Outputs: Der eine gibt an, ob das Ergebnis negativ ist, der andere, ob das Ergebnis 0 ist. Die ALU hat zwei Haupteingänge für die zwei zu verrechnenden Zahlen x und y und die sechs Steuereingänge zx, nx, zy, ny, f und no, sowie einen Hauptausgang, genannt out, und zwei Nebenausgänge zr und ng. zx bzw. zy entscheidet, ob x bzw. y auf Null gesetzt wird. Wenn nx bzw. ny eins ist, wird x bzw. y verneint. f entscheidet, ob die beiden Zahlen addiert oder konjungiert werden. Wenn no eins entspricht, wird das Ergebnis verneint. Das Ergebnis wird bei out ausgegeben. Entspricht das Ergebnis Null, ist zr eins, ist es negativ, so ist ng eins.

Die Aufgabe des Prozessors, auch Central Processing Unit (CPU), zu deutsch Zentrale Ver-



Von-Neumann-Zyklus

arbeitungseinheit, ist es, zu rechnen und zu entscheiden, welche Aufgabe die nächste ist. Somit kann sie als das Gehirn des Computers angesehen werden. Der Prozessor arbeitet im Von-Neumann-Zyklus, die Schritte sind (siehe Bild):

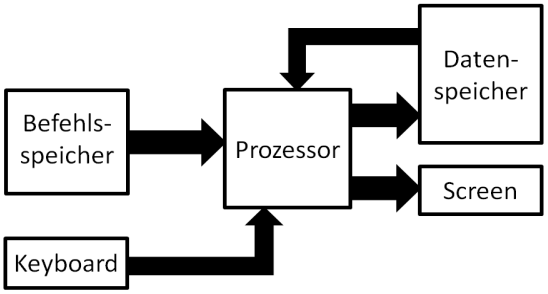
- Fetch – Holen des nächsten Befehls aus dem Befehlsspeicher
- Decode – Übersetzen des Befehls für den Rechenkern
- Fetch Operands – Holen der zusätzlichen Operanden aus dem Speicher
- Execute – Ausführen des Befehls
- Write Back – Zurückschreiben des Ergebnisses zu den jeweiligen Bauteilen

Im Prozessor sind die Hauptbestandteile deshalb eine ALU und ein PC (Program Counter – er entscheidet, welcher Befehl als nächstes ausgeführt werden soll, d. h. im Normalfall ein Befehl weiter, sonst zu dem Befehl zu dem er springen soll) enthalten, dazu kommen zwei Register, A und D, und ein Bus-System. Ein Bus-System ist die Verschaltung mehrerer Komponenten, die dieselben Leitungen benutzen. Aus der Verschaltung des Bus-Systems ergibt sich die Maschinensprache, sodass jede Computerart ihre eigene Maschinensprache hat. Es gibt einen Eingang für die Befehle, bei unserem Computer instruction genannt, und einen, der vom Memory kommt, inM genannt.

Aufbau des Computers

Marlene Esser

Auf welche Weise verarbeitet ein Computer diese ganzen Informationen? Ein einzelner Prozessor wäre wie ein Gehirn ohne Körper. Ohne Sinneswahrnehmungen und die Möglichkeit, auf diese zu reagieren, wäre unser Körper nutzlos. Das heißt auch unser Prozessor muss mit Eingängen (Inputs) und Ausgängen (Outputs) verknüpft werden.



Schematische Darstellung des Aufbaus

Ein Beispiel für einen Input ist die Tastatur (Keyboard). Bei unserer Tastatur gibt es einen Ausgang, der in die CPU führt. Die Verarbeitung der Daten aus der Tastatur beschreibt der bereits erläuterte Von-Neumann-Zyklus. Ein Output ist der Bildschirm (Screen), der die Daten der CPU auf den Bildschirm ausgibt. Diese Daten werden im Datenspeicher abgelegt. Dieser Speicher besitzt sowohl Input als auch Output, sodass man in ihm folglich Daten speichern und abrufen kann. Daten sind Texte, Zahlen, Bilder etc., die letztendlich in einer Reihe von Einsen und Nullen im Datenspeicher abgelegt werden können.

Die CPU kann entscheiden, welcher der nächste auszuführende Befehl sein soll. Diesen holt die CPU aus dem Befehlsspeicher, den der Programmierer vor dem Start des Computers gefüllt hat. Befehle sagen der CPU, welche Daten diese als nächstes bearbeiten soll. Die Befehle liegen im Maschinencode vor, der ebenfalls eine Abfolge von Einsen und Nullen ist.

Assembly/Assembler

Armin Beck

Nun kennt man den Aufbau des Computers. Um ihn allerdings zu verwenden, muss man noch mit dem Computer „kommunizieren“. Diese Kommunikation kann mithilfe von Programmiersprachen (beispielsweise Assembly) stattfinden. Assembly (auf Deutsch Assembler) ist eine Programmiersprache, die dem Maschinencode sehr ähnlich ist. In Assembly gibt es ver-

schiedene Buchstaben, mit denen man arbeiten kann. Diese stehen jeweils für einen Speicherplatz und heißen A, D und M.

Der Buchstabe A steht für das Zwischenspeicherregister mit dem Namen A-Register. Das A-Register ist der einzige Speicherplatz in diesem Programm, an dem eine Zahl eingefügt werden kann. Dies funktioniert, indem man „@x“ schreibt und nicht, wie erwartet, A=x (x steht für eine beliebige Zahl). Wenn eine neue Zahl in A gespeichert wird, geht die davor gespeicherte Zahl verloren. Beispiel: A soll Zehn sein:

```
@10   (speichere 10 in A)
```

Der Buchstabe D steht für ein Zwischenspeicherregister mit dem Namen „D-Register“. Es können auch Zahlen gespeichert werden, diese müssen jedoch erst in A gespeichert werden. Wenn man etwas Neues in das D-Register speichert, geht der vorherige Wert verloren. Beispiel: D soll 25 sein

```
@25   (speichere 25 in A)
D=A   (kopiere A (25) nach D)
```

M steht für einen Speicherchip mit dem Namen „Memory“. Dieser Speicherchip hat mehrere Stellen, an denen er etwas abspeichern kann. Wenn man nun eine Aktion mit M ausführt, wird immer die Information verwendet, die im Memory an der Stelle von A steht. A ist somit auch die Adresse von M. Wenn man mit M in Assembly arbeitet, und die Information, die in dem Memory an der Stelle Fünf steht, verwenden will, muss man erst A auf 5 setzten. Das sieht dann so aus:

```
@5    (speichere 5 in A)
M=1   (speichere 1 in Adresse 5)
```

So kann man mit der Information aus dem Memory an der Stelle Fünf arbeiten und beispielsweise eine 1 hineinschreiben.

Eine weitere wichtige Funktion im Assembly ist das Gleichheitszeichen (=). Dieses hat hier allerdings eine andere Bedeutung als in der Mathematik. In der Mathematik verwendet man ein Gleichheitszeichen, wenn zwei Ausdrücke den gleichen Wert haben. In Assembly ist dies nicht der Fall. Es wird dazu benutzt, Werte von einem in den anderen Speicherplatz zu kopieren. Hierbei wird immer der Wert aus dem Speicher rechts vom Gleichheitszeichen in den Speicher links vom Gleichheitszeichen kopiert. Der Wert des Speichers rechts vom Gleichheitszeichen bleibt gleich und der Wert des Speichers links vom Gleichheitszeichen wird überschrieben, sodass der vorherige Wert verloren geht. Beispiel:

```
D=A
```

Hierbei wird der Wert von A in D kopiert, sodass in A und D dasselbe steht und der vorherige Wert von D überschrieben wird.

Man kann allerdings nicht nur Werte von dem einen Speicherplatz in den anderen kopieren, sondern auch mit den Werten rechnen.
Beispiel:

```
D=D+A
```

Hier wird der Wert, den D zu Beginn hatte, zu dem Wert von A addiert. Mit der dabei entstehenden Summe überschreibt man D. A bleibt unverändert.

In Assembly gibt es noch weitere Befehle, mit denen man arbeiten kann. Diese sind zum Beispiel: 1 oder 0. So muss man nicht extra 1 oder 0 mithilfe des A-Registers einführen.

Somit kann man, wenn man 7 + 1 rechnen möchte, anstatt:

```
@7    (speichere 7 in A)
D=A   (kopiere A(7) nach D)
@1    (speichere 1 in A)
D=D+A (addiere D(7) und A(1)
         und speichere in D)
```

auch einfach so rechnen:

```
@7    (speichere 7 in A)
D=A+1 (addiere A(7) mit 1
      und speichere in D)
```

Programmiersprache Jack

Dominik Höfer

Nachdem wir eine Weile in Assembly programmiert hatten, merkten wir, dass diese Art des Programmierens sehr zeitaufwändig und fehleranfällig ist. Also stiegen wir auf eine Hochsprache namens Jack um. Der Vorteil dieser Hochsprache ist, dass ihre Befehle dem Englischen sehr nahe kommen, daher ist das Programmieren deutlich schneller und einfacher. In der Programmiersprache Jack gibt es viele verschiedene Befehle.

Besonders wichtig ist der if-Befehl, dieser stellt eine Art Abzweigung dar. Der Befehl wird folgendermaßen geschrieben: Er wird mit dem Wort „if“ eingeleitet, dann wird in einer runden Klammer eine Bedingung angegeben beispielsweise a>0.

Wenn diese Bedingung richtig ist, wird der erste Block von Befehlen ausgeführt, welcher in geschweiften Klammern hinter die Bedingung geschrieben wird. Wenn die Bedingung jedoch falsch ist, wird der zweite Block ausgeführt. Dieser wird ebenfalls in geschweifte Klammern geschrieben und durch das Wort „else“ (sonst, ansonsten) getrennt hinter den ersten Befehlsblock geschrieben.

Das sieht dann so aus:

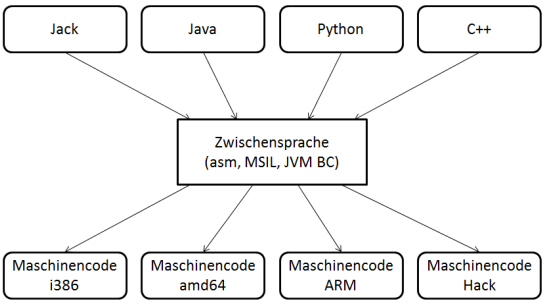
```
if (a>0) {
...
} else {
...
}
```

Ebenso gibt es einen Befehl für Schleifen, man kann Variablen definieren und ändern oder man kann Texte oder Motive auf dem Bildschirm anzeigen lassen.

Allgemein werden die Befehlsdateien von einem Compiler, zu deutsch Übersetzer für die entsprechende Hardware des Computers übersetzt. Das bedeutet, dass das übersetzte Programm nur von einem PC interpretiert werden kann. Möchten wir dasselbe Programm auf einem anderen Computer verwenden, müssen wir es zuerst speziell für diesen übersetzen.

Um zu vermeiden, dass man für jede Hardware jeweils einen Compiler zu jeder Programmiersprache schreiben muss, gibt es zwischen der Übersetzung von der Hochsprache zum Maschinencode noch weitere Zwischenschritte.

Ein Beispiel einer solchen Zwischensprache ist Assembly. Die grobe Idee dabei ist, dass man für jede Hardware nur noch einen Compiler schreiben muss, der Assembly in Maschinencode übersetzt und bei der Entwicklung einer Programmiersprache muss man nur noch einen Compiler schreiben, um die Befehle in Assembly zu übersetzen.



Grobe Funktionsweise der Übersetzung in Maschinencode

Es gibt aber außer Assembly noch viele weitere Zwischensprachen und die Übersetzung von der Hochsprache bis zum Maschinencode geht über einige weitere Schritte als nur über diesen einen.

Das Betriebssystem unseres Computers

Leopold Kloyer

Grundsätzlich versteht man unter einem Betriebssystem oder Operating System (OS) ein Kontrollzentrum, in dem es viele verschiedene Programme (Software) gibt, die einfach nur darauf achten, dass die einzelnen Hardwarekomponenten auch richtig funktionieren, wenn dies verlangt wird. Vereinfach gesagt, sind im Betriebssystem die Regeln festgehalten, die eine optimierte Zusammenarbeit der Hardwarewelt ermöglichen.

Das Betriebssystem, das wir benutzt haben, macht es uns leichter, mit der Sprache Jack

zu programmieren. Im Betriebssystem sind nämlich wichtige Befehle in Bibliotheken gespeichert. Besonders nützlich für uns waren Befehle zum Zeichnen von Linien, Rechtecken und Kreisen. Anstatt jeden Pixel auf dem Bildschirm einzeln einzufärben, können viele Pixel auf einmal definiert werden. Soll zum Beispiel ein ganzes Rechteck auf dem Bildschirm erscheinen, müssen nicht alle Punkte des Rechtecks genannt werden, sondern nur die zwei gegenüberliegende Eckpunkte. Beim Programmieren in Jack muss man dafür schreiben:

```
drawRectangle(x1,y1,x2,y2);
```

Ein Eckpunkt des Rechtecks ist (x1/y1), der andere (x2/y2).

Zusätzlich übernimmt das Betriebssystem auch die Speicherverwaltung. Als wir in Assembly einen Wert speichern wollten, benötigten wir dafür mehrere Zeilen. Das Betriebssystem vereinfacht dies, sodass dafür nur ein Befehl benötigt wird, um die Aktion auszuführen. In Jack sieht das Speichern des Wertes 10 unter der Variable x so aus:

```
var int x;
let x = 10;
```

Die Handhabung von Tastatureingaben wird durch die Betriebsystem-Bibliotheken deutlich vereinfacht. Um eine Eingabe der Tastatur zu lesen, sind nicht viele Befehle notwendig. So kann beispielsweise durch den Befehl

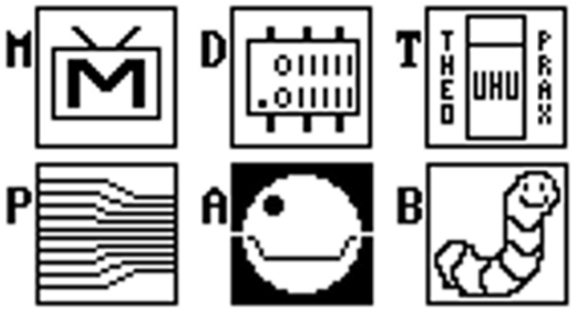
```
Keyboard.keyPressed();
```

die aktuell gedrückte Taste abgefragt werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Funktionen der Bibliothek und damit des Betriebssystems uns sehr viel Mühe und Zeit erspart haben.

Das Spiel – DigiMind

Thanush Sivagnanalingam

Das Ziel unseres Kurses war es nicht nur einen Computer zu bauen, sondern auch ein Spiel dafür zu programmieren. Da unser Computer kein Hochleistungs-PC ist, mussten wir uns für ein einfaches Spiel entscheiden. Wir haben uns entschieden, das Spiel Mastermind auf die Akademie umzumünzen und gaben ihm den Namen „DigiMind“ (Digitaltechnik + Mastermind). Einzelne Gruppen haben dann verschiedene Bereiche des Spiels erarbeitet.



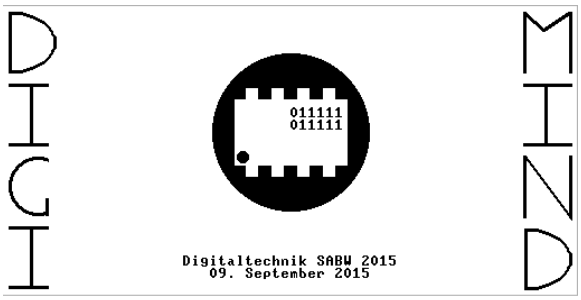
Kurslogos für DigiMind

Spielprinzip

Bei DigiMind gibt es sechs Logos (die Kurslogos der diesjährigen Akademie). Nun muss ein Spieler sich eine vierstellige geordnete Kombination ausdenken, bei der ein Logo beliebig oft und an beliebiger Stelle auftreten kann. Das Ziel eines anderen Spielers ist es dann, diese Kombination zu erraten. Wenn der Spieler ein Logo erraten hat, welches jedoch noch nicht an der richtigen Stelle ist, erscheint unter der geratenen Kombination ein Schrägstrich (/). Hat er ein Logo gefunden, das auch an der richtigen Stelle ist, erscheint ein Kreuz (X). Falls etwas nicht erraten wurde, zeigt der Computer nichts auf dem Bildschirm an. Nachdem der Spieler einen Vorschlag abgegeben hat, kann er einen nächsten Versuch starten. Er hat aber nur zehn Versuche, um die richtige Kombination zu erraten. Schafft er es nicht innerhalb der zehn Versuche, verliert er.

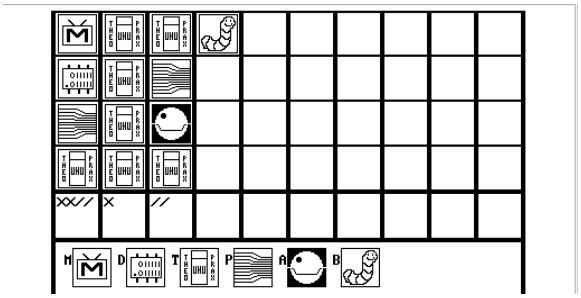
Aufbau

Das Spiel ist folgendermaßen aufgebaut: Es gibt einen Startbildschirm. Der setzt sich aus dem Kurslogo und dem dazugehörigen Text zusammen. Nachdem man auf eine Taste gedrückt hat, erscheint der Spielbildschirm. Hier gibt einer zunächst die Lösungskombination ein und danach kann der Spieler anfangen zu



Startbildschirm von DigiMind

rätseln. Gewinnt der Spieler wird er zum Endbildschirm geleitet, welcher einen fröhlichen Smiley (:-)) anzeigt. Verliert er, taucht der Endbildschirm mit dem traurigen Smiley (:-( ) auf.



Spieloberfläche von DigiMind

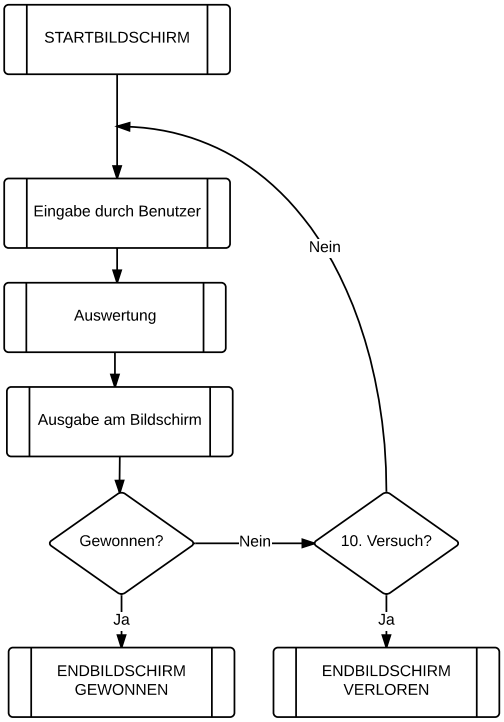
Die Logos, sowie den Start- und Endbildschirm, zu erstellen, war Aufgabe der meisten Gruppen. Da diese eigentlich Graphiken sind, kann man sich das wie ein Koordinatensystem vorstellen. Zum Beispiel hat ein Auge des Smileys die Koordinaten x=3, y=4. Dies lässt sich mit dem Befehl

```
do drawPixel(3,4);
```

einzeichnen.

Mit weiteren Funktionen wie drawLine, drawRectangle und drawCircle lassen sich komplere Bilder zusammenfügen. Auf diese Art und Weise wurden größtenteils die einzelnen Bildschirme sowie Logos entworfen. Die Logos lassen sich unter Angabe von Korrdinaten an verschiedenen Stellen auf dem Bildschirm zeichnen. Einfachheitshalber haben wir die einzelnen Graphiken zunächst in Excel „eingezeichnet“, um die einzelnen Koordinaten pixelgenau ablesen zu können. Anschließend benutzten wir die Befehle vom JackOS API, die die zuvor genannten Befehle (drawLine ...) zur Verfügung stellt, um die Logos in Programmcode umzusetzen.

Spiellogik

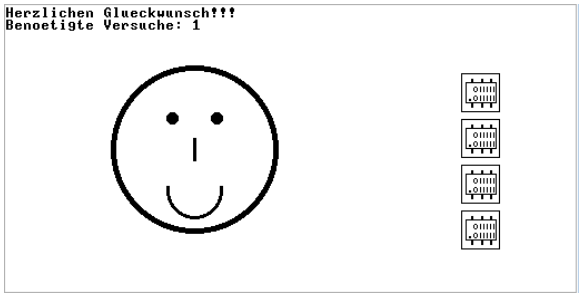


Programmablaufplan von DigiMind

Die Funktionsweise des Spiel ist in einem Programmablaufplan sowie als textuelle Beschreibung dargestellt.

Auf dem Startbildschirm wird der Name des Spiels und die sonstigen Informationen angezeigt. Durch einen Klick kommt man zum Eingabe-Bildschirm. Hier wird zunächst die Lösungskombination und dann die einzelnen Versuche des Spielers eingegeben. Danach wertet der Computer die Eingabe mit der Lösungskombination aus. Je nachdem, ob der Vorschlag mit der gesuchten Lösung übereinstimmt oder nicht, zeigt der Ausgabe-Bildschirm, dass entweder ein Logo stimmt, (Bei der richtigen Stelle mit /, bei einer falschen Stelle mit X), oder dass es falsch ist. Bei einem falschen Logo erscheint nichts auf dem Bildschirm. Währendessen überprüft der Computer noch, ob der Spieler gewonnen hat. Wenn er gewonnen hat, kommt der

Endbildschirm mit den fröhlichen Smiley ☺. Falls nicht, schaut der Computer, wie viel Versuch der Spieler noch hat. Hat er weniger als Zehn, darf er einen erneuten Vorschlag abgeben. Sind die zehn Versuch überschritten, hat der Spieler verloren und der Endbildschirm mit dem traurigen Smiley ☹ taucht auf.



Endbildschirm von DigiMind

Exkursion

Ranran Ji

Digitaltechniker auf Exkursion

Wer sich denkt, dass die Digitaltechniker ihre Zeit nur am Computer verbringen, der hat sich gewaltig getäuscht. Am Mittwoch in der ersten Akademiewoche war es endlich so weit: Die ganze Gruppe begab sich auf eine Exkursion. Und das nicht irgendwohin, sondern zu der Quelle unserer ganzen Arbeit, das Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS CHIPS).

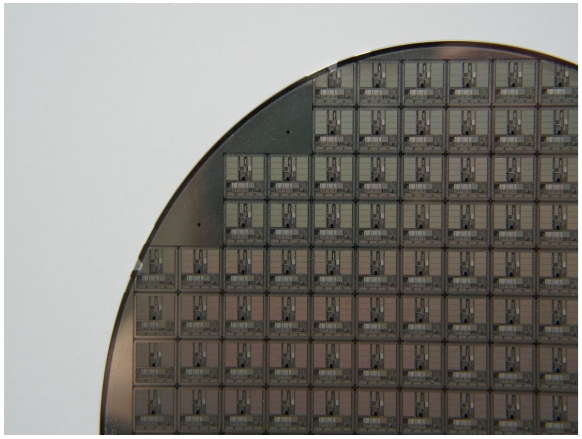
Früh am Morgen ging es nach Stuttgart und zwar mit den unterschiedlichsten Verkehrsmitteln, weil an jenem Tag der Schienenumbau die normale Zuglinie behinderte. Aber das viele Umsteigen nahmen wir in Kauf, da wir dadurch nicht nur unsere Kursteilnehmer mehr kennenlernten, sondern auch gleich die ereignisreichen Lebensgeschichten unserer beiden Kursleiter zu hören bekamen. Zusätzlich unterhielt uns Michael immer mit sehr interessanten Themen wie dem Geheimnis der Kryptographie oder verschiedene Ratespiele, über die manche sich den ganzen Tag den Kopf zerbrachen. Gegen Mittag legten wir eine Pause am Stuttgarter Hauptbahnhof ein und konnten in kleinen Gruppen entweder die Stadt erkunden oder uns etwas gegen das lästige Magenknurren holen. Die Meisten entschieden sich für die zweite Möglichkeit. Nach einer Stunde ging es dann glücklich und mit vollen Magen weiter zum eigentlichen Ziel unseres Ausflugs: Das Institut für Mikroelektronik auf dem Campus der Uni Stuttgart.

Dort erwartete man uns bereits mit einem Vortrag und einem Video über das Institut und die Herstellung von Wafern, runden Siliziumplatten, in denen die einzelnen Chips eingearbeitet werden. Das Ganze erweckte sofort bei allen die Neugier und Wissbegierde, eine gute Voraussetzung für die bevorstehende Führung. Wir wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe ging zuerst zu den Reinräumen. Der Name sagt schon vieles darüber aus. In diesen Räumen herrschen vorgeschriebene Sauberkeitsbedingungen, um die Herstellungsprozesse nicht durch Staub oder andere Fremdpartikel, hohe Luftfeuchtigkeit oder wechselnde Temperaturen zu gefährden. Alle Angestellten in dieser Abteilung arbeiten deshalb in weißer Schutzkleidung. Nachdem sie die Haarnetze und Hausschuhe angezogen haben, müssen sie jedes Mal beim Eintreten durch eine Luftschleuse und danach noch mal durch eine zweite Schleuse gehen. Auch wir mussten uns kleine blaue Plastiktüten über die Schuhe ziehen, was alle sehr amüsant fanden. Es war beeindruckend, die Mitarbeiter in ihren Arbeitskitteln hinter den Glaßcheiben zu beobachten und dabei die einzelnen Schritte der Chipherstellung näher kennenzulernen. Da wird einem noch mehr bewußt, wie viel Arbeit hinter einem Computer steckt.

Zuerst schneidet man hauchdünne Siliziumplatten aus einem Siliziumzylinder, der eine sehr reine Struktur besitzt, heraus. Ein paar von uns durften sogar versuchen, die Spitze des Zylinders anzuheben, scheiterten jedoch kläglich,

da diese sehr schwer ist. Und das blieb nicht das einzige Mal, wo wir sprachlos staunten. Die Siliziumplatten werden anschließend abgeschliffen. Aber wie kommen nun die vielen Chips auf eine solche Platte und gar die die Millionen Transistoren auf einem Chip? – Die Lösung: Fotolackverfahren.

Dabei trägt man zunächst eine Schicht Aluminium auf die Platte auf, die sofort mit Fotolack besprüht wird. Nun legt man eine Schablone aus mit Chrom beschichtetem Glas auf den Wafer bzw. auf die Siliziumplatte und belichtet sie. Dazu arbeitet man in speziellen Räumen, die wegen der Belichtung in dunkelorangenefarbenes Licht getaucht sind. Bei dieser Belichtung wird die nicht abgedeckte Fotolackschicht beschädigt, die anschließend durch ein Säurebad abgewaschen wird. Zum Abschluß wird die Aluminiumschicht ohne den Fotolack weggeätzt. Dieses Verfahren wird mehrere Male wiederholt, bis sich daraus bis zu 15 Schichten bilden. Dadurch sind die einzelnen Verbindungen zwischen den Transistoren geschaffen. Doch die Mikrochips sind noch nicht am Ende ihrer Reise angelangt.



Chips auf einem Wafer

Mit einem Chip allein könnte man noch nicht viel anfangen. Um ihn einfach in ein Computersystem einzubauen, bräuchte man ein passendes Gehäuse. Es gibt im Allgemeinen zwei Modelle, entweder aus Plastik oder Keramik. Beide Varianten durften wir beim zweiten Teil der Führung sogar hautnah miterleben. Auch ein Wafermodell bekamen wir zu sehen. Aber zurück zum Gehäuse; die Chips werden mit feinen Bonddrähten an das Gehäuse angeschlossen. Dabei waren die Aluminiumdrähte so fein, dass wir sie kaum mit unseren Fingern erspüren konnten. Als würden sie schweben, dabei hatten sie noch einen kleineren Durchmesser als das menschliche Haar. Doch durch die Führung erhielten wir auch einen Einblick in die Arbeitsatmosphäre der Mitarbeiter. Dass der Arbeitsplatz auch ein zweites Zuhause für manche ist, sahen wir an den vielen Insider-Witzen hinter jeder Ecke, wie zum Beispiel „Karins Porsche“ an einem Transportwagen. Leider wurde am Ende die Zeit zu knapp und wir konnten nicht mehr den sicher spannenden Vortrag über Kamerachips anhören. Da der Digitaltechnikkurs im letzten Jahr den Zug verpaßt hatte und somit am Abend viel zu spät angekommen war, nahmen wir uns umso mehr vor, es dieses Jahr nicht zu wiederholen. In Joggingtempo eilten wir zurück zur S-Bahn Haltestelle. Und dieses Jahr waren wir tatsächlich pünktlich. Alle, völlig ermüdet, hofften, dass Georg uns womöglich vom Adelsheimer Bahnhof abholen könnte. Seine Antwort war nur, er werde bis zu unserer Ankunft versuchen den Berg abzuräumen, damit wir es einfacher haben. Leider schaffte er es nicht rechtzeitig. Aber das machte nichts. Digitaltechniker geben niemals auf. So schleppten wir uns auch ohne Georgs Hilfe den Berg rauf und freuten uns anschließend umso mehr auf das wohlverdiente Abendessen.

Ein großer Dank geht an das Institut für Mikroelektronik Stuttgart für diese einmalige Möglichkeit, hinter die Kulissen eines so komplexen Herrstellungsprozesses blicken zu dürfen. Ebenso an Herrn Leibold und Herrn Berndt für die tolle Führung und last but not least Herrn Strobel und Herrn Futterer.

Sportfest

Leopold Kloyer

Geprägt von größtem Teamgeist und Begeisterung gelang es dem diesjährigen Digitaltechnikkurs sich den Titel des Sportfestsiegers zu sichern und bei der Siegerehrung ganz oben zu stehen. Einen kompletten Nachmittag lang haben wir als Team für die Ehre des Digitaltechnikkurses gekämpft. Mit Leichtigkeit konnten wir die restlichen fünf Kurse in den schwierigen

Disziplinen schlagen. Das lag nicht nur daran, dass die anderen Kurse schon vor Furcht erzitterten, wenn sie unseren ohrenbetäubenden Kampschrei hörten. Auf dem gesamten Gelände des LSZU schallte es:

„Ihr seid NULL! Wir sind EINS! 111 – Wir verlieren keins!“

Und mit dieser Ansage und vor allem deren Erfüllung konnten wir wieder einmal zeigen, welche Power in Computern und deren Benutzern steckt!

Auf dem Weg zum Triumph!

Kurs 4 – Medien- und Kulturwissenschaften

1. Einleitung

Hannah Fischer, Martin Christ, Florian Seubert

Attention, wir sind der Medienkurs!

Wenn diese Aussage Ihre **Aufmerksamkeit** geweckt hat, fahren Sie bitte fort.

Wir bestehen nicht nur aus zwölf *einzigartigen*, (un)*verkäuflichen*, von baden-württembergischen Schulen *vorgeschlagenen* Teilnehmern (*USP*), zwei Leitern und einer Schülermentorin, sondern schätzen uns glücklich, Sir Señorita Gentleman in unserer Mitte zu wissen.

Wenn diese Aussage Ihr **Interesse** geweckt hat, fahren Sie bitte fort.

Bei Sir Señorita Gentleman handelt es sich um einX bodenständigX, beim Anblick der TeilnehmerX erstrahlendX KennerX (man beachte die genderneutrale Ausdrucksweise!) der Werbestrategien. Vermutlich gedieh ihr umfassendes Wissen, da sie sich stets länger als die schlafsuchenden Leiter im Kursraum aufhielt. Tatsächlich bot der Raum eine außergewöhnlich geisteswissenschaftliche Lernatmosphäre. Ein halboffenes fünfwinkliges Tischdreieck sowie zahlreiche Plakate führten dazu, dass Sir Señorita Gentleman oft tief in der Nacht ihr Verlangen nach Wissen befriedigen konnte.

Wenn diese Aussage auch in Ihnen ein **Verlangen** nach mehr geweckt hat, fahren Sie bitte fort.

Denn auf mysteriöse Weise waren nach einiger Zeit ein **P**, dann noch ein **P** und schließlich vier **P**s auf Sir Señorita Gentlemans blasser Haut erschienen. Gleichzeitig erkannten wir die Anwesenheit einer Kraft, die ihrer Haut innewohnte: Es war die Kraft, Dinge anzuziehen. Denn bei Sir Señorita handelt es sich um nichts anderes als eine magnetische Litfaßsäule. Auch unser Ziel war das Anziehen von Menschen mit Werbung.

Wenn Sie dank dieser verblüffenden Erkennt-

nisse eine **Aktion** tätigen, fahren Sie bitte fort!

Sie werden vorgehende Anspielungen verstehen, erfahren, dass Sie gerade beworben wurden und einen Einblick in unsere Kursinhalte erhalten: Es ging darum, umfassendes Handwerkszeug zu vermitteln, sodass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Ende der zwei Wochen einen eigenen Werbefilm drehen konnten: Filmstile, die in Werbung aufgegriffen werden können, rhetorische Mittel, musikalische Unterlegung und gesellschaftliche Themen, die in Werbung eine Rolle spielen, z. B. Umwelt, Geschlechterrollen oder Prominenz. Ebenfalls behandelt wurden Werbestragegien wie die AIDA-Strategie (**Attention, Interest, Desire, Action**), USP (Unique Selling Proposition) sowie die PPPP-Strategie (siehe betreffendes Kapitel). Die Kursinhalte bezogen sich stets auf unsere Leitfrage: „Werbung – Spiegel der Gesellschaft?“

Ein herzliches Dankeschön an unsere stets motivierten, diskussionsfreudigen und durch und durch liebenswerten KursteilnehmerX für zwei unvergessliche Wochen.

2. Definition

Maximilian Radtke

In unserem Kurs ging es um Werbung. Aber was ist Werbung? Um das Thema, mit dem wir uns beschäftigten, zu definieren, nahmen wir uns wissenschaftliche Texte vor und stießen dabei auf eine Definition von Ingomar Kloss, dem Autor eines Buches über Werbung:

„Werbung ist eine absichtliche und zwangfreie Form der Kommunikation, mit der gezielt versucht wird, Einstellungen von Personen zu beeinflussen.“

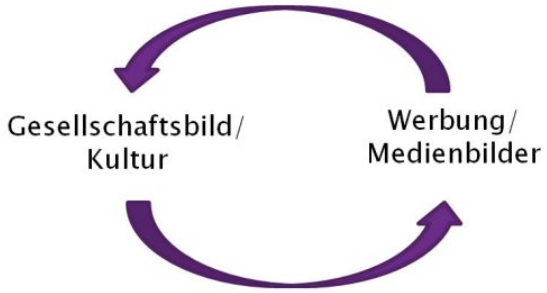
Das Wichtige hierbei ist, dass Werbung eine Form der Kommunikation ist, die versucht, uns etwas mitzuteilen und uns damit zu beeinflussen. Diese Beeinflussung könnte etwa die zum Kauf eines bestimmten Produkts sein, das man ursprünglich gar nicht haben wollte. Allerdings ist der mögliche Kauf zwangfrei. Obwohl die Werbung uns überzeugen will, hat jeder die Entscheidungsfreiheit, das Produkt zu kaufen oder die Werbung zu ignorieren.

Auch kann Werbung der Imagepflege dienen. Manchmal wird in der Werbung die Firma an sich und nicht ein bestimmtes Produkt beworben. Dies dient dann lediglich dazu, die Firma besser darzustellen, und kurbelt somit indirekt den Verkauf an, da nicht ein bestimmtes Produkt der Firma beworben wird.

Der große Unterschied zwischen Werbung und Propaganda liegt darin, dass bei Propaganda nicht ein Produkt, sondern eine Lebenseinstellung, eine Religion oder ein politisches Interesse, also eine Ideologie beworben wird.

2.1 Werbung – Spiegel der Gesellschaft?

Unsere Leitfrage war „Werbung – Spiegel der Gesellschaft?“. Dabei kamen wir zu dem Schluss, dass sich Werbung und Gesellschaft jeweils gegenseitig beeinflussen, also eine Wechselwirkung besteht, wie in diesem Diagramm zu sehen ist:



Wechselwirkung: Gesellschaft ↔ Werbung

Einerseits beeinflusst Werbung unsere Gesellschaft, andererseits orientiert sich die Werbeindustrie an der heutigen (westlichen) Gesellschaft. Denn Werbung sollte die Menschen auch ansprechen, sonst haben sie gar nicht den Anreiz, der Botschaft der Werbung zu folgen.

Allerdings orientieren sich auch die Menschen, die die Werbung erreicht, an der Werbung. In ihr werden etwa Ideale dargestellt, denen es dann gilt nachzueifern, um „in“ oder „angesagt“ zu sein. Das kann zum Beispiel Schlankheit sein. Die Grafik lässt sich anhand eines Beispiels verdeutlichen: Heutzutage möchten die meisten Menschen gesund leben und am besten viel „Bio“ kaufen. Das bemerkt auch die Werbeindustrie und erstellt Werbung, in der die Natürlichkeit des Produkts und der Beitrag

zu einer besseren Gesundheit gelobt werden. Dadurch wollen noch mehr Menschen Bioprodukte kaufen und der Boom verstärkt sich, was dazu führt, dass noch mehr Bioprodukte beworben werden.

Dass sich die Werbung an der Gesellschaft, das heißt an einer Gruppe von Menschen in der jeweiligen Zeit und in einem bestimmten Land oder einer politischen Zone mit ihren Idealen und Gewohnheiten orientiert, kann man am besten an Werbeplakaten aus der Anfangszeit der Werbeindustrie sehen. Die Kleidung, die Raumausstattung und die Umgebung unterscheiden sich deutlich von der in heutiger Werbung. In der Coca-Cola Werbung Ende des 19. Jahrhunderts ist die Frau sehr schick und exklusiv angezogen, um die damalige Oberschicht anzusprechen. Heute würde sich durch diese Werbung jedoch kaum jemand persönlich angesprochen fühlen.

3. Werbevarianten

Nick Slotnarin

Wichtig für die Werbung sind auch die Medien, mit denen geworben wird, denn verschiedene Medien haben verschiedene Qualitäten. Jedes Werbemedium hat Vor- und Nachteile und eignet sich somit für andere Produkte. Wir haben die Werbemedien in fünf Kategorien eingeteilt.

Die erste Kategorie umfasst die wohl geläufigsten Werbemedien beziehungsweise die bekanntesten: Printwerbung, Radiowerbung und Fernsehwerbung. Diese Kategorie haben wir „Die großen drei“ genannt. Printwerbung ist meistens eine Kombination aus Bild und Text. Hier kann weder mit Stimme noch mit bewegten Bildern geworben werden. Man findet sie an Plakatwänden, Litfaßsäulen, aber auch in Zeitung und Zeitschriften. Entstanden ist die Printwerbung im 19. Jahrhundert und stellt somit die frühste Form von Werbung im modernen Sinne dar. In unseren Diskussionen sprachen wir auch über Münzen und Flugblätter, die man schon früher einsetzte. Jedoch wurden darauf Personen, Einstellungen oder politische Ansichten beworben. Daher sahen wir die Printwerbung als erste Werbeform unter dem Gesichtspunkt des heutigen Verständnisses von Werbung.

Bei Radiowerbung geht es darum, den Kunden von einem Produkt zu überzeugen, ohne es ihm zeigen zu können. Hier muss das Produkt allein mit der Stimme und der Sprache beworben werden. Radiowerbung ist in den zwanziger Jahren entstanden. Circa vierzig Jahre später kam die Fernsehwerbung auf. Den späten Erscheinungsdaten dieser Werbeformen liegt zugrunde, dass das Radio als Gebrauchsgegenstand erst um 1900 erfunden wurde und es erst ab den 1910er Jahren Radiosender gab, regelmäßige Sendungen im deutschsprachigen Raum erst ab den 1920ern. Der Fernseher wurde in den fünfziger Jahren zum Massenmedium. Bei Fernsehwerbung kann mit den meisten Mitteln gearbeitet werden: Bild, Text, bewegte Bilder und Ton werden kombiniert.

Kreative Medien sind unsere zweite Kategorie. Hierzu gehören Verpackungen, Bierdeckel, Flugzeugwerbung, Heißluftballone sowie Werbung an Bussen und Straßenbahnen. Aber auch Skulpturen oder Installationen können Werbung sein. Verpackungen und Bierdeckel sind zwar eine Variante der Printwerbung, erfüllen aber gleichzeitig einen praktischen Zweck, weshalb sie als kreative Werbevariante gelten. Auch viele Heißluftballone tragen Werbung. Meist ist hier nur der Firmenname abgebildet, da die Werbung auch aus großer Ferne sichtbar sein muss. Ähnlich verhält es sich mit Flugzeugwerbung, zum Beispiel in Form von angehängten Bannern. Diese Form der Werbung wird an Urlaubsstränden eingesetzt, an denen sich viele Leute gleichzeitig aufhalten.

Bei Werbung an Straßenbahnen und Bussen ist die Besonderheit das längliche Format. Außerdem sollte sich bei schnellem Vorbeifahren gut lesbar sein. Vorteil dieser Werbevariante ist, dass Busse und Straßenbahnen oft an zen-

[1] Quellen:
Historische Coca-Cola Werbung (1890er), Wikipedia/Library of Congress, zuletzt aufgerufen 17. 10. 2015

Frisch aus der Natur, obs/Vilsa-Brunnen Otto Rodekohr GmbH & Co.KG, http://www.presseportal.de/pm/109073/2459731, zuletzt aufgerufen 17. 10. 2015

Bischoff Bier, Bischoff, http://www.bischoff-bier.de/brauerei/werbung/?A=1, zuletzt aufgerufen am 17. 10. 2015

Werbung früher; Ökowerbung als Trendbeispiel[1]

tralen Plätzen halten und sie somit viele Menschen erreicht. Eine Werbevariante, die etwas ungewöhnlich ist, aber immer wieder eingesetzt wird, sind Skulpturen und Installationen. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist der Stuttgarter Bahnhof. Hier stand lange Zeit ein Turm von übergroßen Schokoladentafeln.

Die wohl jüngste Werbevariante ist die virale Werbung. Es gibt sie erst seit ungefähr zehn Jahren, was dadurch zu erklären ist, dass es davor keine digitalen sozialen Netzwerke gab. Diese Art der Werbung ist für uns insofern interessant, weil sie zeigt, dass auch Werbemedien Spiegel der gesellschaftlich-technologischen Entwicklung sind, was uns letztendlich bei der Beantwortung unserer Anfangsfrage hilft. Bei viraler Werbung handelt es sich um Werbung, die über Social-Media-Plattformen wie Twitter, YouTube und Facebook verbreitet wird. Hier wird zum Beispiel durch eine Facebookseite bewusst ein Image konstruiert. In der Fachsprache wird ein Firmenimage als *corporate identity* bezeichnet. Darunter versteht man das Erscheinungsbild einer Firma in der Öffentlichkeit beziehungsweise wie sie wahrgenommen wird.

Was wie ein Vorteil aussieht, kann allerdings schnell zum Nachteil und zu großen Problemen führen. Sollte auf einer solchen Plattform ein ungeschickter Kommentar oder ein Bild, das problematisch ist, auftauchen, kann es sich negativ auf das Firmenimage auswirken oder im schlimmsten Fall auch einen sogenannten *Shit-Storm* auslösen. Mit dem Wort *Shit-Storm* ist eine Flut der Entrüstung in einem Kommunikationsmedium des Internets gemeint mit zum Teil beleidigenden Ausdrücken. Hierbei wir der eigentliche Beitrag oft durch Re-Posts, also das erneute Posten eines Beitrags auf seiner eigenen Seite, weiterverbreitet. Ein positiver Aspekt der viralen Werbeform ist wiederum die Möglichkeit der direkte Kommunikation mit den Kunden. Über Social-Media-Plattformen können die Firmen relativ einfach mit den potenziellen Kunden kommunizieren und auf deren Fragen eingehen. Auch Kampagnen können über diese Plattformen geschaltet werden.

Die vierte Kategorie unserer Einteilung der Werbemedien ist das *Product Placement*. Bei dieser Werbeform handelt es sich um gewollte und geplante Platzierung von Produkten in Filmen, Serien und Fernsehsendungen. Die Produkte werden lange eingeblendet, obwohl es für den Film nicht unbedingt nötig ist. Natürlich muss neben dem Produkt selbst auch der Firmenname sichtbar sein. Allerdings kann es sich hierbei auch um offizielles Sponsoring handeln. Ein Beispiel für *Product Placement* ist, dass in Filmen von Til Schweiger und Matthias Schweighöfer oder auch anderen bekannten Filmen wie *Jurassic World* Autos von Mercedes zu sehen sind. Auch in den James-Bond-Filmen werben Firmen durch *Product Placement*. Omega stellt die Uhr des bekanntesten Agenten der Welt, Vaio den Computer und Aston Martin die Autos. *Product Placement* liegt an der Grenze zwischen erlaubter und unlauterer Werbung.

Unsere letzte Kategorie ist die unlautere Werbung. Damit ist verbotene Werbung gemeint. In dieser Kategorie findet sich das Schlechtmachen von Konkurrenten oder Mitbewerbern. Jedoch sind die Grenzen hier fließend. Außer-

dem zählt zu den unlauteren Werbeformen die Werbung für Produkte, die nicht beworben werden dürfen, wie zum Beispiel Medikamente.

Doch auch in diese Kategorien lassen sich nicht alle Werbemedien einteilen. Es gibt noch viele weitere Werbemedien, bei denen uns selbst oft nicht bewusst ist, dass sie Werbung sind.

4. Werbestrategien

Amelie Lucke

Werbung wird nicht willkürlich gestaltet, denn es gibt sehr viele Strategien, mit denen der potentielle Kunde angesprochen werden soll.

In unserem Kurs haben wir drei solcher Strategien, mit denen Werbung analysieren werden kann, behandelt, nämlich die AIDA-, die PPPP- und die USP-Strategie.

AIDA steht für *Attention*, *Interest*, *Desire* und *Action*. Diese Strategie lässt sich auf fast jede Werbung anwenden, da sie einen allgemeinen Ablauf dessen schildert, was während einer Werbung in uns Menschen vorgeht. *Attention* wird mit „Aufmerksamkeit“ übersetzt, denn es geht bei jeder Werbung in erster Linie darum, die Aufmerksamkeit des potentiellen Kunden zu gewinnen, unabhängig davon, ob es sich um eine Print-, Radio- oder Fernsehwerbung handelt. Diese Aufmerksamkeit kann zum Beispiel durch das Beschreiben eines dem Kunden aus dem Alltag bekannten Problems geweckt werden. *Interest* meint den Versuch, Interesse beim Kunden für das Produkt hervorzurufen. Hier folgt normalerweise die Lösung des unter *Attention* vorgestellten Problems, die in gewisser Weise das Produkt beinhaltet. Der Punkt *Desire* („Verlangen“) soll bei den Kunden das Verlangen nach dem beworbenen Produkt bestärken. Hier werden die Fähigkeiten des Produkts, teils zum wiederholten Mal, aufgezeigt. Dabei geht es meist um die Neuheit oder Einzigartigkeit des Produkts (vergleiche USP-Strategie). Ist der Wunsch der Kunden groß genug, würde die *Action*, also die Aktion, der Kauf des Produktes, erfolgen.

Eine weitere Strategie ist die **PPPP**-Strategie, die für *Picture*, *Promise*, *Prove* und *Push* steht. Im Abschnitt *Picture* wird das Produkt präsentiert. Mit *Promise* wird ein Versprechen für das Produkt gegeben. Darauf folgt der Beweis (*Prove*) für das Einhalten des Versprechens, meist wird dieser von einem Experten gegeben, was die Glaubhaftigkeit noch verstärkt. Bei *Push* wird der Kunde dazu aufgefordert, aktiv zu werden, zum Beispiel durch Phrasen wie „überzeugen sie sich selbst von . . . “. *Push*-Faktoren können Aufwertungen des Produkts in Form von Bio- oder Stiftung-Warentest-Siegeln sein, genauso aber auch der gesellschaftliche Druck, dass viele Leute ein neues Produkt besitzen, und man es, um nicht aus dem Rahmen zu fallen, auch haben soll.

Auch eine Schattengestalt aus dem Deutschen Expressionismus (Jens Gärttner) kann die Aufmerksamkeit auf ein Produkt lenken.

Außerdem gibt es noch die **USP**-Strategie, was für *Unique Selling Proposition/Point* steht. Hierbei geht es darum, die Einzigartigkeit eines Produkts gegenüber den anderen seiner Art hervorzuheben. So wird häufig auf eine besondere Formel, einen neuen Wirkstoff oder die noch viel schnellere Wirkung hingewiesen, was man bei ähnlichen Produkten laut Werbung nicht findet. Diese Eigenschaft ist heute besonders wichtig, da die Auswahl größer geworden ist.

Der Kunde muss also das Gefühl haben, dass genau das beworbene Produkt besser ist als das andere, damit er sich für dieses entscheidet.

4.1 Wie Werbemacher unseren Blick nutzen

Forscher haben spezielle Brillen entwickelt, mit welchen es möglich ist, an einem Computer die Blickrichtung des Trägers zu erkennen. Damit durchgeführte Studien haben ergeben, dass Menschen, wenn sie etwas betrachten, beginnen, die linke obere Ecke zu fokussieren und sich dann nach rechts unten vorarbeiten. Dieses Verhaltensmuster wird genutzt, indem im Bild das wichtigste oder das, was die Aufmerksamkeit erregen und fesseln soll, auf den am meisten frequentierten Platz kommt, also in die linke obere Ecke. Was hier entdeckt wird, bleibt am besten im Gedächtnis. Die Blickrichtung deckt sich immer mit der Leserichtung, was daran liegt, dass sich diese Muster tief in das Gedächtnis eingeprägt haben.

4.2 Strategien im Supermarkt

Auch im Supermarkt sind strategische Überlegungen zu finden, die den Umsatz steigern sollen. Eine Strategie ist, Haushaltsartikel wie Taschentücher oder Putzmittel am Ende langer Gänge zu positionieren. Diese Artikel werden von den Kunden regelmäßig benötigt, so dass sie den gesamten Supermarkt durchqueren müssen, um die Produkte kaufen zu können. Zwangsläufig kommt man so an vielen anderen Produkten vorbei. Hierbei stößt man oft auf sehr auffällig gestaltete Rabattschilder, die beispielsweise mit großer Schrift und der Signalfarbe rot gestaltet sind. Bei diesen Rabattaktionen lassen sich die meisten Menschen beeinflussen, weil mindestens das Unterbewusstsein meint, beim Kauf zu sparen. Ob das günstiger Gekaufte notwendig ist, bleibt eine andere Frage, die sich Kunden meistens erst zuhause stellen.

Eine bekannte, aber dennoch wirkungsvolle Möglichkeit, den Umsatz zu erhöhen, ist die sogenannte „Quengelzone“. Dieser Begriff kommt daher, dass Kinder beim Warten am Kassenband oft ihre Eltern um eine kleine Süßigkeit anflehen und dabei herumquängeln. Auch Erwachsene lassen sich in ihrer Langeweile beim Warten oft verleiten, noch eine Kleinigkeit mitzunehmen.

Die Anordnung im Regal ist ebenfalls kein Zufall. Hierbei wird darauf geachtet, dass günstige Produkte unten liegen, man sich also bücken muss. Die bekannten Markenprodukte, die aufgrund ihrer vermeintlichen Qualität gekauft werden, sind in der „Griffzone“, so dass man sie ganz bequem nehmen kann. Alle Neuheiten, die bekannt gemacht werden müssen, sind in der „Blickzone“, also auf Augenhöhe, damit sie dem potenziellen Kunden auffallen.

4.3 Sex sells

Eine sehr verbreitete und beliebte Strategie nennt sich „*sex sells*“. Hierbei geht es darum, die Aufmerksamkeit und das Interesse des Kunden durch sexuelle Inhalte zu wecken.

Die Taktik ist in ihrer Wirkung aber umstritten. Es gibt Studien, die aufzeigen, dass die Produkte, die mit anzüglichen Inhalten angepriesen werden, nicht unbedingt besser in Erinnerung bleiben. Gerade auf das ältere Publikum wirken sie sogar abschreckend. Eine Parallele findet sich bei Werbungen, in denen Gewalt verwendet wird. Das Problem beider Extreme ist, dass die umworbene Person häufig zu sehr von sexuellen Inhalten oder Gewalt abgelenkt wird, so dass sie sich gar nicht an das Wesentliche, die Marke oder das Produkt, erinnert.

4.4 Wahlwerbung

Bei Wahlwerbungen achtet man sehr genau auf die verwendete Sprache. Die einzelnen Parteien unterscheiden sich: Sowohl CDU wie SPD verwenden das Pronomen „wir“, um die Wähler mit einzubeziehen, denn mit „wir“ ist sowohl die Partei als auch das deutsche Volk gemeint. So möchten beide Volksparteien ein Gemeinschaftsgefühl vermitteln und deutlich machen, dass sie eine Einheit mit den Menschen in Deutschland sind. Diese Einheit soll sich in den Zielen der jeweiligen Partei widerspiegeln. Die FDP benutzt dieselbe Anrede, meint damit jedoch (im Gegensatz zu SPD und CDU)

die FDP-Mitglieder. Die Partei stellt sich vor und gibt Versprechen. Ein anderes Wort benutzen zum Beispiel Bündnis 90/die Grünen. Sie sprechen die Wähler mit „du“ an, also jede und jeden gezielt als Individuum. Dadurch vermitteln die Grünen ein Gefühl der Möglichkeit zur Mitbestimmung. Genau die Person, die angesprochen wird, also jeder, könne zur Veränderung beitragen, der Einzelne erscheint nicht mehr so klein. Zusätzlich wirkt die Anrede „du“ locker und soll so auch jüngere Wähler ansprechen.

Neben der Verwendung spezieller Wörter kann man auch durch rhetorische Stilmittel die Wirkung eines Werbetextes verstärken.

5. Rhetorik

Elena Lorenz, Lena Leber

5.1 Einfach in die Tunke tunken – die „Rhetorik“ in der Werbung

Rhetorische Stilmittel sind in nahezu jedem Werbeslogan oder -song zu finden. Sie können in der Werbebranche als Blickfang für ein Produkt oder als Träger hohen Erinnerungswertes für das Beworbene dienen. Gleichwohl nimmt die Rhetorik eine signifikante Bedeutung in Alltag, Schule und Beruf ein. Denn permanent überzeugen wir andere von eigenen Aussagen. Grund genug für unseren Kurs, sich diesem breit gefächerten Phänomen, nämlich der Wissenschaft und Theorie der überzeugenden Redekunst, ausführlich zu widmen.

5.2 Ursprünge im antiken Griechenland

Um sowohl mit der Begrifflichkeit als auch mit den geschichtlichen Hintergründen der Rhetorik vertraut zu werden, beschäftigten wir uns mit ihren Wurzeln. Ursprünglich kommt die Disziplin Rhetorik aus dem antiken Griechenland. Dort genoss sie eine hohe politische und gesellschaftliche Bedeutung in der Diskussionskultur. Auch von den Römern wurde sie praktiziert und stellte einen bedeutenden Bestandteil der Ausbildung junger Römer und Griechen dar. Vom 16. bis ins 18. Jahrhundert bildete die Rhetorik die Grundlage von Argumentationen, Debatten und fiktiven Werken und hatte einen hohen Stellwert in der mittelalterlichen Gelehrtenausbildung, im 18. und 19. Jahrhundert wurde sie dann aber als „Verstellkunst“ kritisiert. Trotz dieser harten Vorwürfe, die Rhetorik würde durch ihre strengen Formzwänge die Bedeutung des Stils über die der Substanz stellen, und mit diesem Muster daran hindern, frei Gefühle ausdrücken zu können, wurde sie weiterhin im Sprachgebrauch angewendet. Schließlich gewann die Rhetorik in den Regimen des 20. Jahrhunderts für ihre Propaganda zunehmend an Bedeutung. Heutzutage analysieren wir rhetorische Mittel und schreiben ihrer Verwendung sowohl im alltäglichen als auch im formalen Sprachgebrauch einen hohen Stellwert zu.

5.3 Die Rhetorik als praktische Anwendung

Da Stilmittel ein wesentlicher Bestandteil der Rhetorik sind, widmeten wir uns ihnen ausführlich. In mehreren Kleingruppen galt es, in die Rolle von Fachleuten einer Werbeagentur zu schlüpfen, und stilistisch geschickte Werbeslogans für diverse Fantasie-Produkte zu kreieren. Hier ließen die Mitglieder des ersten Teams bei der Erschaffung dreier Werbesprüche für einen flüssigen Schokoladen-Dip ihrer Kreativität freien Lauf. Der Dip sollte nicht nur lecker, sondern auch praktisch beim weihnachtlichen Backen sein – allem voran für Familien mit Kindern. Parallel dazu entwarf das zweite Team diverse Slogans, um die bärenförmigen, vegetarischen Gemüsetierchen eines veganen Snackproduzenten zu bewerben, und ganz nebenbei Kindern und jungen Familien gesunde Ernährung schmackhaft zu machen. Nicht zuletzt war darauf zu achten, die erstellte Kampagne auf die Zielgruppe und die Werbeplatzierung in den Medien auszurichten. Am überzeugendsten erwiesen sich nach gegenseitiger Präsentation und darauf folgender Diskussion die Slogans „Lecker. Lustig. Bärenstark“ für die veganen Gemüsesnacks sowie „Einfach in die Tunke tunken“, um die Schokoladen-Tunke anzuwerben. Des Weiteren beinhaltete die Aufgabenstellung, sich neben den Slogans einige „Lockmittel“ für

Quadratisch. Praktisch. Gut. (Rittersport)	Trikolon, Klimax (=inhaltliche Steigerung)
Die SchoTu von der MuhKuh! (kursinterne Schokoladen-Tunken-Werbung)	Wortspiel
Mund auf! Stäbchen rein! Spender sein! (DKMS)	Trikolon
Come in and find out. (Douglas)	Antithese (in ↔ out)
Du willst es. Du kriegst es. (Congstar)	Parallelismus (=gleiche Satzstruktur)

Beispiele für rhetorische Stilmittel in Werbeslogans

die Kampagne zu überlegen, welche den potentiellen Kunden den Kauf versüßen sollten. Schließlich tendiert der durchschnittliche Kunde bei einem kleinen Werbegeschenk neben dem eigentlichen Produkt eher dazu, ins Regal zu greifen. So erfand die jeweilige Gruppe zum Kauf eines Glases Schoko-Tunke kleine Weihnachtsausstecher mit extra harten Kanten für Schokoladentafeln – ein Traum für Kinderhände. Frisch gedruckt erhielten die vielversprechenden Werbeslogans schließlich einen Ehrenplatz an der kurseigenen Litfaßsäule „Sir Señorita Gentleman“ und dienten somit als weiterer Blickfang im Kursraum.

Auch bei der Ausarbeitung unserer Werbespots (siehe Kapitel 13) waren die erworbenen rhetorischen Kenntnisse von Vorteil. Denn sie befähigten uns, stilistisch ansprechende Werbeslogans einzubauen. So handelt es sich beim Slogan unserer Kopfhörer-Werbung „The new Odios – Get inspired“ um einen Anglizismus, welcher das Produkt in seiner Modernität und seiner Exklusivität aufwertet, und gleichzeitig locker wirkt. Der Neologismus – sprich das neugeschöpfte Wort – Odios spielt auf den Begriff „Audio“ an. Bei diesem Phänomen handelt es sich um ein Wortspiel, welches ebenfalls den rhetorischen Stilmitteln zuzuordnen ist.

Auch die von uns gedrehte Traubenzucker-Werbung spielt mit rhetorischen Mitteln. Der Slogan „Energy Impact – In der Süße liegt die Kraft“ wird als Ableitung der bekannten Lebensweisheit „In der Ruhe liegt die Kraft“ in einen völlig neuen Kontext gestellt, was den Wiedererkennungswert erhöht und das Produkt interessanter wirken lässt.

Dass die Theorie der rhetorischen Künste auch beim Erstellen der zuvor beschiebenen Slogans nicht außer Acht geblieben ist, beweist die Breite der in den Slogans vorkommenden Stilmittel. So stellt „Lecker. Lustig. Bärenstark“ mit den drei aufeinander folgenden, jeweils durch einen Punkt getrennten Worten ein Trikolon dar. Des Weiteren weist der Spruch dank gleicher Anfangsbuchstaben der ersten beiden Worte eine Alliteration auf, wohingegen im Werbeslogan „Einfach in die Tunke tunken“ eine Figura etymologica vorzufinden ist, denn hier werden zwei Wörter einer Wortfamilie hintereinander platziert. Das Stilmittel erzeugt beim potentiellen Kunden nicht nur Aufmerksamkeit, sondern erhöht gleichzeitig den Wiedererkennungswert. Neben der eigenen Schaffung von Werbeslogans machten wir uns auch über bereits etablierte Slogans und die enthaltenen rhetorischen Stilmittel Gedanken. Einige der Resultate sind in der Tabelle oben auf der Seite aufgeführt.

6. Musik

Elena Lorenz, Lena Leber

6.1 Rhetorik und Musik – wenn zwei Instrumente der Werbebranche aufeinandertreffen

Auch der in einen Werbespot eingebauten Musik kann ein hoher Stellenwert zugesprochen werden. Das wurde uns bei der Kurseinheit „Musik in der Werbung“ bewusst. Neben ihrer Wirkung auf das menschliche, geistige Empfinden, mit welcher die Werbebranche stets zu spielen vermag, lässt sich auch in der Musik ein vielgefächertes Spektrum an Stilmitteln erkennen.

Um den Einsatz rhetorischer Mittel in Liedern spezifischer zu analysieren, machten wir uns bereits in einer Vorbereitungsphase zwischen Eröffnungswochenende und Sommerakademie zu deutschsprachigen Liedern Gedanken und brachten deren Texte mit in den Kurs,

wo wir uns dann gemeinsam sowohl Gedanken über sprachliche Mittel machten als auch über die Hintergründe der Texte und deren Bedeutung beziehungsweise Wirkung diskutierten. So steht beispielsweise die Formulierung „Bilder im Kopf“ – dem populärem Songtext des Berliner Rappers Sido entnommen – für dessen Kindheitserinnerungen, und ist gleichzeitig eine Metapher. In „Ich lass für dich das Licht an“ von Revolverheld, eine derzeit angesagte Popband aus Hamburg, ließen sich neben „Tag oder Nacht“ zahlreiche weitere Antithesen entdecken.

6.2 Wie die Musik uns unbewusst beeinflusst

Doch nicht nur die in ihrem Text enthaltenen rhetorischen Stilmittel machen die Musik zu einem interessanten Instrument für die Werbebranche. So kristallisierte sich heraus, dass Musik sowohl in einem Werbespot als auch im Alltag eine ausgesprochen bedeutungsgeladene gefühls- und assoziationslenkende Funktion zukommt, und sie somit die menschliche Psyche beeinflusst. Durch ihre intuitive und unmittelbare Wirkung löst sie von uns häufig nicht als solche wahrgenommene Emotionen aus.

Wie sehr der Einsatz musikalischer Elemente in der Werbung kalkuliert ist, beweist beispielsweise das Phänomen, dass die Musik im Großteil der etablierten Werbespots in Dur-Tonarten erklingt. Davon verspricht sich die Marketingbranche Begeisterung und Kauffreude seitens des potentiellen Kunden. Auch wenn sich ein informierter Verbraucher über die verkaufsfördernde Wirkung der Musik im Klaren ist, wird der Beitrag der Musik zur Gesamtwirkung von Werbung dennoch tendenziell vom „durchschnittlichen“ Konsumenten unterschätzt.

An mehreren Werbespots, welche wir teilweise mit und ohne Ton beziehungsweise Bild ansahen, stellten wir fest, dass sich die gelernte Theorie bezüglich der Wirkung von Musik auf das menschliche, geistige Empfinden als richtig erweist. So ließ sich, auch ohne einen Spot anzusehen, nur anhand der musikalischen Hinterlegung dessen Höhepunkt bestimmen. Auffällig ist beispielsweise, dass kleine Intervalle in der Melodie – also kleine Terzen und Sekunden – zu einer kindlich fröhlichen, gar heiteren Atmosphäre beitragen, die kleine Terz ist auch das erste Intervall, welches ein Kind „singt“, wenn es nach seiner Mutter ruft. Des Weiteren veranschaulichen und verstärken wiederkehrende Phrasen einer Melodie sehr gut Aufzählungen im Werbespot.

6.3 Die breite Anwendung von Musik in der Werbebranche

Der Einsatz von Musik in der Werbebranche lässt sich in Werbesong, Audiolog, Jingle, bekannte Musik und Hintergrundmusik kategorisieren. Wohl bekannt ist der Werbesong, hier wird die gesamte Werbebotschaft auf eine meist eingängige Melodie gesungen. Ebenfalls gut in Erinnerung bleibt der Audiolog, bei dem es sich um ein textloses, akustisches Erkennungssignal handelt, wie die schnelle Tonabfolge in der Telekom-Werbung. Beim sogenannten Jingle handelt es sich um ein kurzes, exakt auf das beworbene Produkt zugeschnittenes Lied, welches dank seines einfachen Charakters besonders einprägsam ist. So fällt beispielsweise einer Person, die die *Calgon*-Waschmaschinen-Werbung mehr als einmal gesehen hat, beim Gedanken an die bekannte Marke sofort der Song „Waschmaschinen leben länger mit *Calgon*!“ ein.

Bekannte Musik erweist sich dank ihrer Popularität als sehr vertraut und trägt durch ihren hohen Erinnerungswert zur guten Vermarktung des beworbenen Produktes bei. Auf der anderen Seite wirkt die Hintergrundmusik meist dezent und kann unsere Emotionen unterbewusst beeinflussen. Etwa durch Instrumentarium, Harmonik, Rhythmus, Tempo und gezielten Einsatz von Höhepunkten schreiben wir ihr diesen hohen Emotions-Steuerungswert zu. So wird deutlich, aus welchem Grund wir Spots, die mit Ton hinterlegt sind, tendenziell als angenehmer empfinden. Dennoch haben auch sogenannte „silent spots“, in denen die Marketingbranche bewusst auf Ton und Musik verzichtet, um die Aufmerksamkeit des Betrachters primär auf bestimmte Inhalte zu lenken, werbetechnischen Erfolg.

Dieses Wissen machten wir uns bei der musikalischen Hinterlegung unserer selbstgedrehten Werbespots zu Nutze. So verwendeten wir beispielsweise in allen drei Spots populäre Songs, ohne die unsere selbstgedrehten Spots beim Adressaten deutlich weniger Interesse und Spannung aufbauen würden.

Um die Praxis der Spotproduktion erfolgreich umsetzen zu können, thematisierten wir im Vorfeld diverse Filmstile, mit denen die Werbebranche zu spielen weiß.

7. Filmstile und Werbung

Thorben Kölsch

7.1 Warum Filmstile?

Filmstile werden in der Werbung häufig verwendet, um dem Produkt, der Marke oder der ganzen Firma ein gewisses Image zu vermitteln. So drückt etwa der *Film noir* das Mysteriöse aus, während der *Classical Hollywood Style* für Romantik und Liebe steht.

Werbefilme spielen oft mit stilistischen Konventionen oder Filmgenres. Unsere Leitfrage, ob Werbung der Spiegel der Gesellschaft sei, kann auch hier bejaht werden, denn die Werbeindustrie kann nur auf solche stilistischen Merkmale und Eigenheiten zurückgreifen, die von der Gesellschaft schon als Konvention anerkannt sind. Die Werbung spiegelt folglich das Wissen der Gesellschaft in Bezug auf Filmstile wieder.

7.2 Deutscher Expressionismus (ca. 1918–1926)

In den 1910er und 20er Jahren war die Lage des größten Teils der deutschen Bevölkerung aufgrund des Ersten Weltkriegs und des Versailler Vertrags mit seinen Lasten für das Deutsche Reich schlecht. Durch die Armut, die Schulden, die instabile politische Lage und die Hyperinflation in den Jahren 1914 bis 1923 ergab sich für die Bevölkerung eine aussichtslos erscheinende Situation, weshalb sie sich in surreale Welten flüchtete. Diese unwirklichen Welten waren jedoch keinesfalls perfekte Traumwelten, sondern stellten die Ängste und Sorgen der Bevölkerung dar.

Tiziana Ilie als expressionistische Gestalt; Amelie Lucke als *Femme fatale* des Film noir; Maximilian Radtke als hoffnungslos verliebter Lover des Classical Hollywood Style

Diese surrealen Welten wurden von der Filmindustrie mit geschaffen beziehungsweise aufgegriffen und der Deutsche Expressionismus entstand. Bekannte Filme in diesem Stil sind beispielsweise *Nosferatu, eine Symphonie des Grauens* (Friedrich Murnau, 1922) oder *Das Cabinet des Dr. Caligari* (Robert Wiene, 1920).

Das Surreale wird häufig durch verzerrt gemalte Bühnenbilder und unmenschliche Züge der Figuren zum Ausdruck gebracht. Um die Ängste und Sorgen widerzuspiegeln, erzeugen die Filme oft eine dunkle, düstere Atmosphäre, welche durch das Spiel mit Schatten, das sehr kontrastreiche Bild und die *Low-Key-Einstellungen* erzielt wird. Bei *Low-Key-Einstellungen* wird die zentrale Beleuchtung gedimmt, so dass das Bild unterbelichtet ist und dunkle Farbtöne vorherrschen. Hier treten die Ähnlichkeiten mit dem verwandten Horrorgenre und Film noir besonders deutlich zu Tage.

Ein weiteres Merkmal ist die Verwendung von Irisblenden, mit denen Teile des Bildes mit schwarzen Kanten verdeckt werden können. Die spezielle Farbgebung, die den Tag durch Gelbtöne und die Nacht durch Blautöne darstellt, sowie die expressiven Bewegungen und Make-Ups der Schauspieler sind typische Elemente des Deutschen Expressionismus.

Der Nationalsozialismus war für viele Expressionisten ein Grund, in die Vereinigten Staaten nach Hollywood auszuwandern, weil ihre Werke als „entartete Kunst“ galten. Als Folgestile des Deutschen Expressionismus in Amerika gelten daher der Film noir und das Horrorgenre.

Thorben Kölsch als Gestalt des Deutschen Expressionismus

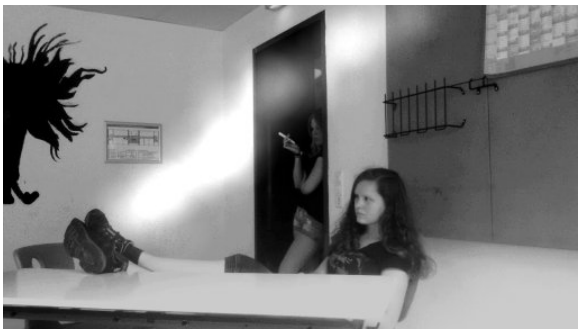
7.3 Classical Hollywood Style (1920er–1960er/heute)

Etwa zeitgleich zum Deutschen Expressionismus entwickelte sich in Hollywood ein Filmstil, den man rückblickend als *Classical Hollywood Style* bezeichnet. Er wird auch *Invisible Style* genannt, weil er versucht, die Zuschauer das Medium Film vergessen und „die Kamera zur Fensterglasscheibe“ werden zu lassen. Klassische Hollywood Filme sind um Kontinuität der Handlung bemüht, das heißt, die eigentliche Handlung, der Ort und die Zeit kann vom Betrachter zu jedem Zeitpunkt nachvollzogen werden. Diese Kontinuität wird durch die verwendeten *balanced compositions* verstärkt. Dies sind Bildkompositionen, die beispielsweise durch das Fehlen von Tiefenschärfe (verschwommener Hintergrund) ausgewogen gestaltet sind. Typische Themen dieses auch in der heutigen Zeit häufig verwendeten Filmstils sind Romanzen, wie der Film *Titanic* (James Cameron, 1997).

7.4 Film noir (1940er–1950er)

In den 1940ern entstand aus Merkmalen des Deutschen Expressionismus und anderer Strömungen in Hollywood der Film noir. Der Film noir (französisch „Schwarz/Dunkler Film“) erhielt diesen Namen, weil durch den Einsatz der *Low-Key-Einstellungen* (Vgl. Deutscher Expressionismus) der Film dunkel und kontrastreich gehalten ist. Das Spiel mit den teilweise atypischen und extremen Perspektiven steigert die Spannung des Films und die Verunsicherung der Zuschauer genauso wie die Tiefenschärfe, die offen lässt, ob die Handlung im Hintergrund relevant oder irrelevant ist. In einem Film des Noir-Stils treten oft die Figuren eines moralisch fragwürdigen Detektivs auf sowie eine *Femme fatale*, eine mysteriöse Frau, deren Rolle in der Handlung des Films oft unklar ist.

Beispiel eines Noir-Films ist der Film *Frau ohne Gewissen* von Billy Wilder aus dem Jahre 1944, in dem ein Versicherungsagent einen inszenierten Selbstmord aufklärt.



Nadine Pusch als Detektivin; Lena Leber als *Femme fatale*

7.5 Neue Wellen (1950er–1970er)

In den 1950ern begannen die Neuen Wellen, als sich in Frankreich der *Nouvelle Vague Stil* („Neue Welle“) durchgesetzt hatte und Filme wie *Jules und Jim* (François Truffaut, 1962)

hervorbrachte. Auch im Rest der Welt entwickelten sich Neue Wellen, wie zum Beispiel das *Free Cinema* in England, das *Cinema Novo* in Lateinamerika und der *Neue Deutsche Film*. Diese Filme brachen die von der Filmindustrie zuvor aufgestellten stilistische Regeln und Konventionen bewusst und thematisierten vor allem soziale und politische Missstände in den jeweiligen Ländern und Regionen. Im Gegensatz zum klassischen Hollywood-Stil wollen die Neuen Wellen das Medium Film nicht vergessen lassen, sondern das Interesse an ihm wecken.

In Hollywood entwickelte sich Mitte der 1960er unter Einfluss der Neuen Wellen aus Europa der *New Hollywood Style*. Dieser versucht, eine Mischung aus junger Ästhetik und klassischen Hollywood-Elementen zu kreieren.

7.6 Blockbuster-Kino (1980er–heute)

Der Beginn des Blockbuster-Kinos wird in den Filmen *Der weiße Hai* (Steven Spielberg, 1975) und *Krieg der Sterne* (Steven Spielberg, 1977) gesehen. Ein Blockbuster ist grob gesagt eine Großproduktion, deren Ziel die Unterhaltung der Zuschauer und nicht etwa das Hinweisen auf Missstände (vgl. Neue Wellen) ist. Der kommerzielle Erfolg ist genau kalkuliert und durch den Einsatz eines großen Budgets generiert, weshalb Filme dieses Stils häufig auf bewährte Handlungsmotive, weltbekannten Stars und Merchandising (Verkauf von film- oder eventspezifischen Fanartikeln) setzen. Aufgrund der Zielsetzung der Unterhaltung und des kommerziellen Erfolgs wird das Blockbuster-Kino häufig kritisiert, da das Experimentieren mit neuen Stilen dadurch unmöglich sei und die Kunst eines Filmes in den Hintergrund rücke.

7.7 Martial Arts (1970er; 2000er)

Zu Beginn der 1970er kam in der westlichen Welt der Martial-Arts-Stil (dt. Kampfkünste-Stil) durch Kung-Fu-Filme von Bruce Lee an. Stilistische Merkmale dieser asiatischen Variante des Actionfilms sind die choreografierte Kampfbewegungen aus fernöstlichen Kampfsportarten (z. B. Karate, Judo, Kickboxen etc.) und die Thematisierung des Retter- oder Rächer-Motivs. Das Blockbuster-Kino verdrängte mit seinem Auftreten in den 1980er Jahre den Martial-Arts-Stil, und erst um die Jahrtausendwende wurde durch Filme wie *Tiger and Dragon* mit Jet Li (2000, vier Oscars) der Martial-Arts-Film wiederentdeckt. Aufgrund seiner Erfolge wurde der Filmstil auch in Hollywood adaptiert. Regisseure wie Quentin Tarantino produzierten bekannte Filme wie etwa *Kill Bill – Volume 1* (2003), bei denen auch die Wirkung von Kameraeinstellungen von erheblicher Bedeutung war.

8. Kameraeinstellungen

Tiziana Ilie, Michelle Kammer

Neben der Filmästhetik beschäftigten wir uns auch mit weiteren Aspekten der Filmanalyse und wendeten sie bei Werbespotanalysen an. Denn unser gemeinsames Kursziel war, am Ende drei eigene Werbespots zu drehen, in die wir die Analyseergebnisse mit einbezogen. Hier folgt nun kurz eine Vorstellung der Gruppenprojekte, anhand derer wir wichtige Begriffe für die praktische Filmarbeit vorstellen wollen, sowie drei zentrale Einstellungsgrößen der Filmsprache (die ausführliche Beschreibung unserer Werbespots folgt zum Abschluss des Berichts unter Punkt 13). Von den Kursleitern wurden wir in drei Gruppen eingeteilt und bekamen drei verschiedene Vorgaben für unsere Werbespotprojekte. Die erste Gruppe sollte das Produkt Zucker bewerben. Die zweite Gruppe hatte den Auftrag, den Filmstil Film noir (auch unter Filmstile erklärt) zu integrieren. Die gesellschaftliche Thematik Gender sollte die dritte Gruppe in ihren Werbespot einfließen lassen. In den einzelnen Gruppen wurden zuerst die Produkte gewählt, die beworben werden sollten. Schließlich einigten wir uns, einen Werbespot für Traubenzucker, einen für ein Shampoo und einen für Kopfhörer zu drehen.

Anschließend erstellten wir zu jedem Spot ein Storyboard, was uns beim Planen und Strukturieren half. Ein Storyboard ist eine Ausarbeitung, in der die einzelnen Kameraeinstellungen des Films, die Musik und die gesprochenen Texte visualisiert werden. Zu einem Story-

board zählen außerdem die Ausleuchtung und die Farbigkeit der einzelnen Szenen. In einem Storyboard werden auch die Gesamtästhetik des Spots und die Dramaturgie erwähnt. Die Dramaturgie ist die Theorie zur Handlungsführung. Außerdem wird der Auf- und Abbau der Geschichte verdeutlicht. Das heißt, wie der Verlauf des Spots ist, wo sich die Höhepunkte befinden und wie das Ende sein wird. Die Einstellungsgrößen des Bildes, die Blickwinkel und Perspektiven spielen ebenfalls eine Rolle, da in jeder Szene meist eine andere Einstellungsgröße gewählt wird, um verschiedene Bereiche des Bildes hervorzuheben. So gibt es zum Beispiel den Long Shot, welcher die Person komplett abbildet und die Umgebung hervorhebt. Eine weitere Einstellung ist der Medium Shot, bei dem nur der Kopf und der Oberkörper der gefilmten Person sichtbar sind. Damit wird vor allem die Gestik erkenntlich. Oft wird auch der Over-the-shoulder-Shot verwendet. Dabei wird über die Schulter der Protagonisten gefilmt, um zu zeigen, was sie sehen. Ein letztes Beispiel ist der Close-up. Bei dieser Einstellungsgröße wird nur das Gesicht der Person gezeigt und die Mimik der Person betont, auch der Gefühlsausdruck wird dadurch sichtbar. Die eben genannten Einstellungen sind nicht die einzigen. Diese vier Einstellungsgrößen verwendeten wir lediglich, um ein paar wichtige Perspektiven genauer zu erläutern und somit verständlicher zu machen.

9. Identität

Nadine Pusch

So unterschiedlich wie die Kameraeinstellungen sind auch die Menschen und ihre Identität. Doch Identität – was ist das? Die Frage nach der eigenen Identität hat sich vermutlich jeder schon einmal gestellt. Wer bin ich? Was macht mich aus? Wo stehe ich? Es sind Fragen, die für gewöhnlich dem Jugendalter zugeschrieben werden, da die Pubertät die Zeit der Selbstfindung ist. Aber wenn man einmal ehrlich ist, wer könnte denn sofort und ohne weiter darüber nachdenken zu müssen, die Frage nach der eigenen Identität beantworten? Man nennt den Namen, vielleicht noch Alter oder Heimatstadt, aber im Endeffekt bietet nichts davon eine Antwort auf die gestellte Frage. Weder Name noch Alter sind das Ergebnis eigener Entscheidungen und – zumindest im jugendlichen Alter – entscheidet man auch nicht selbst, wo man wohnt. Was ich damit sagen will: Obwohl wir glauben, eine Antwort zu geben, können wir doch nicht sagen, wer wir sind, vielleicht, weil wir es selbst nicht so genau wissen, oder aber auch weil unsere Sprache schlichtweg nicht ausreicht, etwas so komplexes wie eine Identität zu beschreiben; wir können allenfalls einige kleine Aspekte aufzählen.

9.1 Bestandteile der Identität

Im Zuge der Kurseinheit Identität haben wir eine Liste von Faktoren zusammengestellt, die maßgeblich unsere Identität beeinflussen bzw. ausmachen. Ein entscheidender Aspekt ist das Aussehen, also unsere Haut- und Haarfarbe, unsere Kleidung, die Frisur. Zum Aussehen gehört aber auch unser Auftreten, insbesondere unser Verhalten, wie wir uns anderen gegenüber benehmen, wie wir uns geben. Ein weiterer wichtiger Punkt ist unser soziales Umfeld: Leben wir auf dem Land oder in der Stadt? Auch die Antwort auf die Frage nach der sozialen Schicht, dem familiären Hintergrund, dem Bildungsstand, dem Beruf und den Lebensumständen im Allgemeinen trägt maßgeblich zu unserer Identität bei. Damit verbunden ist ein weiterer wesentlicher Bestandteil unserer Identität, nämlich unsere Werte. Was ist uns wichtig? Sind wir stets pünktlich und ordentlich oder eher locker, aber dafür zuverlässig? Da wir unsere Wertvorstellungen meist von unseren Eltern „vererbt“ bzw. anerzogen bekommen, prägt das soziale Umfeld eines Menschen seine (oder ihre!) Wertvorstellungen maßgeblich mit. In diesem Zusammenhang ist auch die Religion ein bedeutender Aspekt unserer Identität, oder im Fall der Atheisten eben die Tatsache, dass man an keine Gottheit glaubt.

9.2 Gender, class, race

Im Englischen ist die Frage nach der Identität oder den entscheidenden Bestandteilen einer

Identität sprachlich gesehen leichter zu beantworten. Dort gibt es nämlich eine sogenannte Trias der Identität: *gender, class, race*. Wörtlich ins Deutsche übersetzt bedeutet diese Aussage „Geschlecht, Klasse, Rasse“. Besonders der Begriff „Rasse“ ist im Deutschen durch den Nationalsozialismus und dessen Einteilung der Weltbevölkerung in lebenswerte und lebensunwerte Rassen negativ vorbelastet. Aber auch die Bezeichnung „Klasse“, in der u. a. auch der Klassenkampf oder gar eine Einteilung der Menschen in Arbeiterklasse und Oberklasse mitschwingen, wird eher vermieden. Da man diese Wortwahl eher umgehen möchte, würde man *gender, class, race* beispielsweise mit „Geschlecht, soziale Schicht, Ethnizität (also Herkunft, Hautfarbe, . . .)“ übersetzen.

9.3 Intersektionalität

Im Zusammenhang mit der Trias der Identität haben wir uns im Kurs auch mit der Intersektionalität beschäftigt. Intersektionalität wird vom englischen *intersection* – deutsch: Straßenkreuzung oder Überschneidung – abgeleitet und bedeutet auch etwas ganz ähnliches. Intersektionalität meint nämlich den Zusammenhang zwischen Geschlecht, Schicht und Ethnizität. Beispiele hierfür sind, dass im Amerika der 1970er Jahre schwarze Frauen häufiger zu den unteren Gesellschaftsschichten gehörten als weiße Männer oder dass der weiße lesbische Feminismus mehr Gehör bekam als der schwarze lesbische Feminismus. Die Ursprünge der Intersektionalität stammen zum Teil auch aus genau dieser Richtung, so gehören die Entwürfe des (weißen) lesbischen Feminismus ebenso wie die Versuche marxistisch-feministischer Theoretikerinnen, welche versuchten, die Zusammenhänge zwischen Geschlechterverhältnissen und kapitalistischer Vergesellschaftung zu ergründen, zu den ersten Interventionen auf diesem Themengebiet. Kurz zusammengefasst kritisiert die Theorie der Intersektionalität die ungleiche Behandlung von Männern und Frauen, die Verachtung Heterosexueller gegenüber Homosexuellen (Geschlecht), die generelle Unterdrückung der Armen bzw. Schwachen durch die Reichen (Schicht), die Bevorzugung von Schwarzen oder Weißen (Ethnizität), den Wettstreit zwischen den verschiedensten Religionen und sämtliche sich aus dieser Grundlage ergebenden Kombinationen.

10. Ökologische Werbung und Greenwashing

Greta Harnisch

Die Werbung bedient sich heutzutage nicht nur klassischer Werbebausteine wie dem Versprechen „Bestpreis“ und Konstruktionen der perfekten Familie, um uns zum Kauf eines Produktes zu bewegen, sondern hat sich im Laufe der Zeit auch neue gesellschaftliche Trends zunutze gemacht. Wir haben uns in diesem Teil der Werbeanalyse mit einer neuartigen Werbeart befasst, der Ökowerbung.

10.1 Geschichtlicher Hintergrund

Seit die Umweltproblematik in der Mitte der achtziger Jahre ins öffentliche Bewusstsein gerückt ist, verbesserten nicht nur viele Unternehmen ihre Produkte und Produktionsprozesse, sondern es entstand gleichzeitig ein neuer Werbetyp: Öko-Werbung. Glaubwürdigkeit und Vertrauen sind zu wichtigen Gesichtspunkten wirtschaftlichen Handels und gesellschaftlicher Akzeptanz geworden.

Genau diese Entwicklung spiegelt die Öko-Werbung in besonderem Maße wider und erfüllt für Unternehmen zwei entscheidende Funktionen: Zum Einen kann sie verhindern, dass die Kritik von Öffentlichkeit und Konsumenten der Firma zum Nachteil wird. Darüber hinaus kann mit ihrer Hilfe der gestiegene Anspruch an das Umweltbewusstsein in Markterfolge umgesetzt werden. Da es sich bei der Umweltproblematik um ein emotionales und äußerst sensibles Thema handelt, kann diese neue Art der strategischen Kommunikation nur dann die angestrebten Ziele erfüllen, wenn sie glaubwürdig ist.

10.2 Darstellung der Natur

Die gesellschaftliche Darstellung der Natur, die die Ökowerbung versucht aufzugreifen, ist im-

plizit durch die Kunst des antiken Griechenlands beeinflusst, in der die idealisierte Naturlandschaft eines der zentralen Themen in Literatur und Kunst war. Landschaften waren als nicht-wirklichkeitsgetreue Schilderung einer existierenden Landschaft (*locus amoenus*) dargestellt und spiegelten friedliche und erfreuliche Einzelzüge der Natur wider. Auch die Schäferdichtung, die pastorale oder bukolische Darstellung der Natur in Musik und Kunst, als friedliche Verbindung von Mensch und Natur, wurde zu einer idealen Vorstellung der Menschen und trägt noch heute zur Imagination einer makellosen Natur bei. Dabei gibt es in dieser Vorstellung heutzutage durchaus nationale und kontinentale Unterschiede. Indes in der europäischen Kultur oft die pastorale Vorstellung gewählt wurde, gibt es in Amerika eine eigene Strömung, genannt *free land*, indem die Natur nicht nur mit dem Menschen als Wesen, sondern auch mit seinen Errungenschaften und seinem Fortschritt im Einklang steht. Diese Vorstellung zeigt große Unterschiede zu der europäischen, obwohl das Thema auch hierbei das Gleichgewicht von Natur und Mensch ist.

In den letzten Jahren wurden die Vorstellungen des harmonischen Gleichgewichts durch Umweltverschmutzung, Klimaerwärmung und Meeresspiegelanstieg immer stärker bedroht, sodass die Ökowerbung diese Problematik wirtschaftlich positiv aufnimmt. Sie bewirbt Produkte, von denen die Firmen behaupten, umweltfreundlicher zu sein oder das Risiko von Gefährdung und Zerstörung möglichst gering zu halten. Egal welche Vorstellung der Natur wir haben, die Ökowerbung versucht, diese mit problemorientierten Themen aufzugreifen und an das moralische und soziale Gewissen zu appellieren.

10.3 Greenwashing

Der Begriff Greenwashing umfasst die Gesamtheit aller werberelevanten Maßnahmen einer Werbestrategie, die Verbraucher davon überzeugen soll, dass die Firma eine ökologische Philosophie berücksichtigt. Dies kann zum Beispiel bedeuten, den Umweltschutz wahrzunehmen und zu fördern. Greenwashing ist als Thema sehr umstritten und in der öffentlichen Wahrnehmung mit unterschiedlichen Meinungen vertreten. Dies liegt unter anderem an Skandalen in denen der Vertrauensmissbrauch von den Konsumenten aufgedeckt wurde, denn vielfach verbirgt sich hinter einem „grünen Image“ ein Werbeversprechen, dem sich die Unternehmen tatsächlich nicht verpflichtet fühlen.

Es zeigte sich in einigen Fällen, dass sich hinter starken Öko-Werbekampagnen große Umweltsünder verbergen, wie im Beispiel Danone. Diese Firma bewarb eine neue Verpackung aus Maisstärke als „umweltfreundlich“, obwohl sie, wie sich herausstellte, nicht besser abschnitt als der alte Kunststoffbecher, so das Fazit einer Studie des Heidelberger IFEU-Instituts von 2011.

11. Stars und Image

Greta Harnisch

Prominente werden seit über zweihundert Jahren als Fürsprecher in der Werbung eingesetzt, wobei zunächst auf prominente Kunden verwiesen wurde. So warb Fachinger damit, dass Johann Wolfgang von Goethe zur Befreiung seines Geistes nur das Wasser aus Fachingen wünschte, nachdem dieser es 1817 in einem Brief erwähnt hatte. Bei den Mozartkugeln und den Napoleonschnitten gingen Prominentennamen sogar in Markennamen über, obwohl bei der Erfindung der Mozartkugeln Mozart schon längst gestorben war und Napoleon selbst wahrscheinlich nicht das französische mille-feuille in Deutschland angepriesen hätte.

Aber warum wirkt die Starwerbung so auf uns? Bei den prominenten Fürsprechern einer Marke handelt es sich um Personen des öffentlichen Lebens, die bekannt sind und ein möglichst hohes Ansehen in der Bevölkerung genießen. Gewöhnlich werden Prominente ausgewählt, die als beliebt, erfolgreich und vertrauenswürdig wahrgenommen werden. Sie gelten als Meinungsführer, sind optisch und/oder von ihrer Persönlichkeit her einzigartig. Als Paradebeispiel für eine perfekte Kombination aus einem hohen Bekanntheitsgrad und tadellosem Image werden die Boxer Wladimir und Vitali Klitschko, die für alkoholfreies Bier werben, oder der Moderator Thomas Gottschalk, der für die Mar-

ke Haribo Goldbären stand, wahrgenommen. Ihre langjährige Medienpräsenz und ihr ungewöhnliches Persönlichkeitsprofil haben dazu beigetragen, dass sowohl die beiden Profiboxer als auch der Moderator mittlerweile selbst zur Marke geworden sind. Die Klitschko-Brüder verkörpern glaubwürdig Eigenschaften wie Stärke, Zielstrebigkeit und Sportlichkeit, wohingegen Thomas Gottschalk Freundlichkeit, Familienfreundlichkeit und Vertrauen ausstrahlt. Diese Eigenschaften sollen auf die Produkte und Marken übertragen werden.

Stars werden sehr häufig in der Werbung eingesetzt, um einerseits Aufmerksamkeit zu erlangen, aber auch um durch das Bild, „das Image“, das wir von den Persönlichkeiten haben, Firmen und deren *corporate identity* widerzuspiegeln oder aufzuwerten. Wie am Beispiel von Goethe zu erkennen, ist dieser Werbetrick schon seit hunderten von Jahren durch Persönlichkeiten geprägt. Auch heute noch sorgt die manchmal nicht ganz wahrheitsgemäße Darstellungen von Prominenten für Aufsehen und kann zusätzlich auch das Image des Stars verbessern und diese in die Öffentlichkeit rücken. Obwohl man annehmen könnte, dass die Wasserwerbung bei Goethe nur wenig zu seiner heutigen Berühmtheit beigetragen hat.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass bei dieser Werbeart die Produkteigenschaften in den Hintergrund geraten und die Kaufentscheidung lediglich über die Sympathie für den Star beeinflusst werden soll. Oft verkörpern Stars geschlechterspezifische Idealbilder, wofür folgender Abschnitt sensibilisieren soll.

12. Gender – von Idealen und Individualität

Pia Kehder, Jens Gärttner

Ein weiteres Thema unseres Kurses war bereits am Einführungswochenende angekündigt worden: *gender*. Was für eine Komplexität sich hinter einem solchen Wort verbergen kann und welch große Bedeutung es für das Leben in einer Gesellschaft hat, wurde uns im Laufe des Kurses mehr und mehr bewusst. Erst durch die Definition des Begriffes wird verständlich, mit welchem Themenbereich sich diese Abteilung der Geisteswissenschaften beschäftigt und inwiefern sie relevant für die Werbeindustrie sein kann.

Auch Filmstile können von den Gender Studies beeinflusst sein: Protagonistinnen in Martial-Arts-Filmen (hier Pia Kehder) können die Konvention des kämpferischen Mannes durchbrechen.

Das Konzept *gender* beschreibt die Geschlechterrollen, die in einer Gesellschaft vermittelt werden. Dabei spielen die biologisch festgelegten primären Geschlechtsmerkmale, durch die die meisten Menschen einem Geschlecht zugeordnet werden können, keine Rolle. Dieses biologische Geschlecht bezeichnet man als *sex*. Der Begriff *gender* hingegen bezieht sich auf das, was die gesellschaftlichen Konventionen vorgeben und welche Merkmale und Kennzeichen „Mann“ und „Frau“ laut diesen verkörpern. Darunter zählt zum Beispiel das weit verbreitete Vorurteil, Mädchen spielten nur mit Puppen und Jungen nur mit Autos.

Kommt es jedoch zum Ausbruch aus der Normalität, will also das Mädchen plötzlich das Auto in die Hand nehmen, so wird dies gleich als „unnormal“ gewertet, weil es nicht mit der gesellschaftlichen Norm übereinstimmt. So sitzen auch bei Autowerbungen meistens Männer hinterm Steuer. Vielen ist bewusst, dass das Denkmuster jeder oder jede müsste dieser Norm entsprechen, nicht mehr zeitgemäß ist,

aber dennoch steht der Mensch als Individuum heute noch unter dem Einfluss der von der Gesellschaft vereinbarten Konventionen. Man versucht, sich jeden Tag aufs Neue anzupassen und dem Ideal zu entsprechen. In unserem Kurs stellten wir nach dieser Erkenntnis sofort die Frage, welche Konsequenzen es wohl hat, diese Regeln zu brechen.

Fragen zu stellen bezüglich der Geschlechterrollen ist auch die Aufgabe der *Gender Studies*. Bei ihnen geht es darum, die Geschlechterrollen und deren Ideale in einer Gemeinschaft zu erkennen und zu hinterfragen. Wer gibt uns vor, wie der dem Ideal entsprechende Mann oder die dem Ideal entsprechende Frau zu sein hat? Einerseits werden wir im Alltag immer wieder mit den eingeübten Denkmustern konfrontiert, sei es im Kindergarten, wenn die Jungen bereits am ersten Tag in die Legobauecke und die Mädchen an den Basteltisch oder zum Puppenhaus gedrängt werden, aber auch in der Kirche. Vor allem im Katholizismus wird die klare Abgrenzung zwischen Mann und Frau deutlich. So haben beispielsweise nur Männer die Möglichkeit, ein höheres kirchliches Amt zu erwerben.

Die Gesellschaft, oder um genauer zu werden, ihre Ideale, geben mir als Individuum ein Gefühl, wie ich zu sein habe, um ins Bild zu passen. Und die gesellschaftliche Entwicklung macht es auch nicht einfacher, seine eigene Rolle zu finden, gerade da es nahezu unendlich viele Möglichkeiten gibt, sich selbst zu verwirklichen. Innerhalb der Genderdebatte werden zwei extreme Positionen deutlich: Die eine ist der moderne Feminismus, der sich für die Gleichberechtigung zwischen Mann und Frau einsetzt. Gleichzeitig sind die traditionellen Werte, die sich an der alten Rollenverteilung des frühen 20. Jahrhunderts orientieren, relevant. Diese widersprechen der gesellschaftlichen Entwicklung bezüglich der Emanzipation und plädieren für ein „geordnetes“ Verhältnis der Geschlechter.

12.1 Die Geschichte der Genderwissenschaft

Doch wo genau liegen die Ursprünge zum Verhältnis der Geschlechter und wer hat der früheren Gesellschaft wirklich vorgegeben, wie sie sich gemäß ihrem Geschlecht zu verhalten hat? Dies können auch die Gendertheoretiker und Wissenschaftlerinnen nicht genau sagen, was vermutlich daran liegt, dass es nicht eine Art Startpunkt gibt. Denn seit es Menschen gibt, gibt es auch Beziehungen zwischen ihnen, die automatisch zu einem Verhältnis und gewissen Verteilungen von Rollen führen. Die Geschlechterforschung als eine Wissenschaft zu etablieren und sich erstmals bewusst Gedanken über das Zusammenspiel der Geschlechter zu machen, geschah zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Frauenrechtlerinnen erregten Aufmerksamkeit durch Proteste und gewannen zunehmend an Bedeutung. Man setzte sich mit der Stellung von Mann und Frau auseinander und hinterfragte die Benachteiligung von Frauen in Bezug auf deren Studien- und Berufsverbot.

Dieses zunächst stark tabuisierte Thema wurde so zum öffentlichen Streitpunkt. Immer mehr Frauen, vor allem die Gebildeten der Ober- und Mittelschicht, verlangten nun auch nach einem Zugang zu Bildung und Wissen, wie ihre männlichen Gleichgesinnten. Zugleich forderten sie innerhalb dieser sozialpolitischen Bewegung auch mehr Mitspracherecht in der Politik, wobei es zunächst lediglich um das allgemeine Wahlrecht ging (Sufragettenbewegung), das ihnen bislang von der Regierung und den Männern an der Macht verwehrt worden war. In den 60ern trat dann eine neue Form des Feminismus auf, sogenannte *Women's Studies*, die vor allem an den Universitäten von gebildeten und emanzipierten Frauen praktiziert wurden. Dabei kam es zu regen Auseinandersetzungen zwischen den Geschlechtern, indem diese bislang unterdrückten Frauen gegen die Dominanz des männlichen Geschlechts ankämpften. Seit den 70er Jahren etablierte sich eine neue Form der Gender Studies, die unter dem Namen *queer studies* bekannt wurde. Diese Strömung wird im weiteren Verlauf erläutert.

12.2 Gender Studies heute

Die öffentliche Auseinandersetzung mit den Rollenvorstellungen führte letztendlich zu einem Überdenken dieser und öffnete vor allem Frauen neue Wege, sich selbst zu verwirklichen. Sie sind nicht mehr nur Hausfrauen und Mütter,

sondern haben auch die Möglichkeit, Karriere zu machen. Gleichzeitig wird durch diese Chance auch Druck ausgeübt, denn wenn man beides sein kann, entsteht schnell der Eindruck, man müsste auch beides in sich vereinen. So versuchen viele Frauen, vor allem die der Mittelschicht, heutzutage beiden Rollen, die der Mutter und der Karrierefrau, gerecht zu werden. Doch nicht nur für Frauen, sondern auch für Männer eröffnen sich folglich mehr Perspektiven. Sie haben häufig, vor allem wenn die Frau sehr emanzipiert und karriereorientiert ist, die Wahl zwischen dem typischen Familienversorger und der Rolle als Hausmann, während die Frau für den Lebensunterhalt sorgt.

Das Ausüben eines Berufes von beiden Geschlechter in einer Partnerschaft ist heutzutage üblich. Ausgewogenheit wird angestrebt. Diese zu erreichen ist möglich, gestaltet sich jedoch äußerst schwierig. Bei der Problematik, wie das Verhältnis innerhalb einer Partnerschaft sein sollte, geht es nicht um richtig oder falsch, geschweige denn um die eine perfekte „Lösung“. Denn niemand kann einem die Garantie für das „beste“ Leben oder die „beste“ Entscheidung geben. Es ist auch nicht festgelegt, was für das eigene Leben sinnvoll ist und was nicht.

Und selbst wenn man sich für einen speziellen Lebensstil entschieden hat, sollte man nicht aufhören, sich selbst und seine Einstellung zu hinterfragen. Denn die Geschlechterrollen wandeln sich ständig, die Vorstellung der Geschlechter verändert sich und das Verständnis von Idealbildern und Figuren wird kritisiert. Somit gibt es nicht die perfekte Frau und den perfekten Mann.

Die Gender Studies beschäftigen sich jedoch nicht ausschließlich mit den beiden Polen Mann und Frau. Vielmehr stellen sie die Frage, ob, und wenn ja, was es dazwischen gibt. Darauf spezialisiert haben sich die *queer studies*. Bei ihnen geht es nicht mehr nur um die Existenz von Mann und Frau, sondern um das Existieren von Personen, die nicht in unser Bild passen und keinem der beiden Pole entsprechen. Wer hat uns vorgegeben, dass es nur männlich und weiblich gibt, wobei es doch auch Menschen gibt, die sich in beide oder keine der beiden Kategorien einordnen lassen? Diese Frage beschäftigt zurzeit viele Gendertheoretiker. Vor allem wegen der gesellschaftlichen Wandlungsprozessen, die der Feminismus hervorruft, ist es sinnvoll, sich einmal Gedanken über das „Anderssein“ zu machen. Jedes Individuum als winziger Teil der Gesellschaft muss selbst abwägen und sich die Frage stellen, mit was man sich identifiziert und was es mit der Lebensweisheit „Sei einfach du selbst, aber bloß nicht anders!“ auf sich hat.

12.3 Sexualität im Wandel

Jeder Mensch wird bei der Geburt zunächst einmal nach seinem offensichtlichen Geschlechtsmerkmal der Gruppe Mann oder Frau zugeordnet. Damit wird das Neugeborene sofort mit der Rollenvorstellung dieser Gruppe identifiziert, obwohl sich alle Babys, egal ob Junge oder Mädchen, zunächst gleich verhalten. Die Identifizierung mit der Rollenvorstellung geht häufig mit der Festlegung der Sexualität einher, wobei eine heterosexuelle Orientierung vorausgesetzt wird. Zu welchem Geschlecht man sich jedoch hingezogen fühlt, muss nicht dieser Vorstellung entsprechen. Stand alles, was nicht der konventionellen Heterosexualität entsprach, zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch unter Strafe, so sind einem heute innerhalb der sexuellen Entfaltung, zumindest rechtlich, keine Grenzen mehr gesetzt. War es früher noch üblich, seine Sexualität, sofern sie nicht der Konvention entsprach, geheim zu halten, ist heute vor allem jungen Menschen die Möglichkeit gegeben, ihre Homo- oder Bisexualität öffentlich auszuleben. Das liegt vor allem an der Aufklärung, die in der Gesellschaft zunehmend betrieben wird. Es ist nicht mehr verwerflich, auch andere Formen der Sexualität anzuerkennen. Ein Großteil der westlichen Gesellschaft erkennt inzwischen auch Menschen an, die nicht in das klassische Bild der Heterosexualität passen. Trotz dessen ist die vollständige Akzeptanz dieser Menschen nicht gegeben und es ist auch fraglich, ob diese jemals existieren wird. Ein großer Konflikt, wie es ihn beispielsweise um die gleichgeschlechtliche Ehe und das Adoptionsrecht für gleichgeschlechtliche Partner gibt, ist nur ein Beispiel dafür, dass es noch keine absolute Gleichstellung zwischen Hetero- und Homosexuellen gibt.

Aber auch diejenigen, die nicht hetero- oder ho-

mosexuell sind, sondern eine ganz andere Form der Sexualität ausleben, sind in der Gesellschaft nach wie vor Anfeindungen ausgesetzt. Dazu zählen beispielsweise Asexuelle, die sich erst gar nicht zu einer anderen Person hingezogen fühlen, oder auch Transsexuelle, die zwar eindeutig einem Geschlecht zuzuordnen sind, sich aber dennoch dem anderen Geschlecht angehörig fühlen. Die Gegner dieser Gleichstellung berufen sich häufig auf Traditionen. Denn wo man Neues akzeptiert, verliert Altes und Bewährtes an Wert, so zumindest die Theorie einiger traditionell gesinnten Menschen. Damit kommt es zur Kollision von zwei vollkommen entgegengesetzten Meinungsbildern. Dies führt nicht selten zu Streit und auch Gewalt.

12.4 Praktische Auseinandersetzung

Um diese Kollision einmal nachzustellen und uns selbst in eine andere Rolle hineinzuversetzen, haben wir im Rahmen einer Fernsehdiskussion unsere eigene Talkshow veranstaltet. Daran waren unterschiedlichste Persönlichkeiten der Gesellschaft beteiligt, beispielsweise ein Transvestit, ein *Bild*-Redakteur oder ein Pfarrer. Um eine sinnvolle Unterhaltung führen zu können, brauchte es einiges an Vorbereitung. Um sich mit der Figur identifizieren und sich in diese hineinversetzen zu können, lasen wir jeweils Zitate, Berichte, Zeitungen und Begriffserklärungen, die zu der Person gehörten, die wir in der Runde darstellen sollten. Die Position, die wir zu vertreten hatten, entsprach dabei nicht immer ganz unserer eigenen Vorstellung, was das Ganze jedoch noch spannender machte. Denn nach und nach haben wir selbst gemerkt, wie leicht man die vorgegebene Position ein wenig auf sich selbst überträgt und die eigene Meinung hinterfragt.

Durch die unterschiedlichen Figuren, die jeder mit vollem Eifer vertrat, kam eine hitzige Diskussion zustande, die uns allen viel Freude bereitete. Man wurde von dem Drang, die anderen zu überzeugen und die eigene Meinung nicht zu ändern, geleitet und der wilde Wortwechsel unter allen Teilnehmern bescherte uns einen äußerst gelungenen Nachmittag. Eine Art Masterplan, wie sich das ideale Zusammenleben von Menschen unterschiedlicher Sexualität

Talkshow: Genderdiskussion

gestalten sollte, hatten wir jedoch auch nach unserer Talkshow nicht. So kamen wir letztlich zu dem Entschluss, es gäbe keine „richtige“ Lösung. Niemand kann also sagen, wie eine in Bezug auf Sexualität perfekt konstruierte Gesellschaft auszusehen habe.

12.5 Judith Butler – Die Mutter der Gender Studies

Auch Genderforscherinnen wie die US-amerikanische Sozialwissenschaftlerin Judith Butler, welche das Buch *Gender Trouble* geschrieben hat, machen immer wieder auf problematische Begrifflichkeiten in Bezug auf die Geschlechterrollen aufmerksam. Judith Butler hinterfragt in diesem Zusammenhang ganz direkt den Feminismus, wie dieser Satz aus ihrem Buch zeigt:

„What sense does it make to extend representation to subjects who are constructed through the exclusion of those who fail to conform to unspoken normative requirements of the subject?“

Als Kernaussage stellt sie die rhetorische Frage „Welchen Sinn ergibt es?“ und verdeutlicht so den Widerspruch des Feminismus: Der westliche Feminismus möchte die bestehenden Konventionen verändern und für Gleichberechtigung zwischen Mann und Frau sorgen. Gleichzeitig bestärkt er aber diese Konventionen durch die Forderung nach mehr Rechten für „die Frau“ – eine weiße, heterosexuelle Frau aus der Mittel- und Oberschicht, die in einer patriarchalen Rollenverteilung lebt. Doch genau diese Forderung bestärkt die Vorstellung einer schwachen Frau, da sie das Bild der von einem Mann abhängigen Frau widerspiegelt. Ebenfalls werden alle anderen Frauen, die nicht die-

sen Normen entsprechen, ausgeschlossen. Noch weiter gefasst schließen sie auch alle die aus, welche sich nach dem Einteilungsverfahren weder der Kategorie Frau noch der Kategorie Mann zuordnen lassen. Somit wird auch klar, innerhalb welcher Sparte der Gender Studies Judith Butler hauptsächlich mit neuen Erkenntnissen zum Nachdenken anregt: den *queer studies*.

Diese Problematik der Einteilung spricht Butler schon im Titel ihres Buches *Gender Trouble* an. Der englische Begriff „trouble“ meint in seiner Mehrdeutigkeit als Wortspiel mehr als die sinngebende Annäherung „Unbehagen“ im Deutschen. Judith Butler möchte nämlich mit dem Unbehagen, welches bei solchen Diskussionen um die Geschlechterzuschreibung entsteht, beweisen, dass wir uns in einem Themenbereich befinden, der nicht genau mit Wörtern definiert werden kann, oder auch gar nicht zwangsläufig festgelegt werden muss. Zudem sagt sie, dass dieses Unbehagen nicht negativ belastet sein muss, sondern sich durchaus positiv auswirkt, indem das ständige Hinterfragen und Kritisieren der Rollenverteilungen zu einem Erkenntnisfortschritt führen kann. In Butlers Buch wird klar, dass sie auf keiner Seite steht und sich in keine Kategorie, sei es der Feminismus oder irgendeine andere Form von Gruppe und Organisation, einteilen lassen will. Ganz im Gegenteil: Sie versucht, jede Art von Einteilung und Kategorie, Ordnung und Richtlinie zu relativieren. Selbst Wörter wie „Mann“ und „Frau“ sind ihr zu ungenau, da selbst diese bloßen Begriffe schon eine Vorstellung hervorrufen. Somit kann jede Form von Rollendefinition einer Person bereits eine Art der Diskriminierung sein.

Diese Kritik an der Rollendefinition brachte uns letztendlich zu der Frage, wie es denn wäre ohne die Einteilung der Menschen in Kategorien und regte uns dazu an, uns Gedanken über diese Position und mögliche Kritikpunkte dieser zu machen. Denn so würden wir zwar niemanden mehr ausschließen, aber wir bräuchten für jeden Menschen eine eigene Bezeichnung. Und so befänden wir uns schließlich in einem Meer aus Wörtern, die Chaos verursachen würden und jede Form von Struktur zu einer bloßen Wortspielerei ohne Realitätsbezug machen würden. Ein Problem der Auflösung allgemeiner Begriffe könnte sein, dass zu viele Wörter genutzt werden müssten, um miteinander verständlich kommunizieren zu können. Denn schlussendlich unterscheiden sich die biologischen Geschlechter. Und selbst wenn man jeden Menschen einteilt in eine Gruppe oder Kategorie, so weiß man letztendlich trotzdem, dass jeder anders ist auf seine eigene Art und Weise, egal ob Mann oder Frau, ob reich oder arm, ob schwarz oder weiß, ob hetero- oder homosexuell.

12.6 Gender und Werbung

Doch was hat das alles jetzt mit unserem Kursthema Werbung zu tun?

In allen Werbespots und Plakaten, auf denen Menschen zu sehen waren, ist uns aufgefallen, dass sie alle mehr oder weniger den heteronormativen Geschlechterrollen der Gesellschaft entsprachen. Während Männer beispielsweise in Baumarkt- und Technikwerbung zu sehen waren, waren Frauen in Werbung für Haushaltsgeräte, Waschmittel oder Pflegemittel vertreten. So ist Werbung auch in Bezug auf Geschlechterrollen ein Spiegel der Gesellschaft, indem sie einerseits die konventionellen Ansichten der Gesellschaft darstellt, aber gleichzeitig auch eine Vorstellung davon gibt, wie das konstruierte Bild von Mann und Frau auszusehen hat.

13. Inhalt der Werbespots

Tiziana Ilie, Michelle Kammer

13.1 Gender

Die Vorgabe, in der Werbung Genderthematik auftauchen zu lassen, wird in einem unserer Spots dadurch erfüllt, dass die Personen in der Küche und beim Tanzen Frauen sind, während ein Junge Basketball spielt, sich also nicht um den Haushalt zu kümmern hat. Dies spiegelt unsere gesellschaftlichen Rollenklischees wider, die wir im Kurs immer hinterfragt haben.

In diesem Spot sind die Anfangsszenen, die das Scheitern der vier Protagonisten zeigen, nicht mit Musik unterlegt, um dem Zuschauer deutlich zu machen, dass hier etwas fehlt. Die

Wirkung von Musik ist bereits ausführlich im Musikteil beschrieben.

Der Spot beginnt mit einer Szene, in der ein Junge (Nick Slotnarin) versucht einen Basketballkorb zu treffen, was ihm jedoch auch nach zwei Versuchen nicht gelingt. Der Ball prallt ständig am Korb ab. Es folgt ein Close-up, in dem man sieht, wie er frustriert seine Flasche wegwirft und sie auf den Boden springt. Als nächstes steht eine Frau (Lena Leber) in der Küche und rührt einen Teig an. Währenddessen hört der Zuschauer: „Kennst du das auch, wenn in deinem Leben nichts funktioniert?“ Die Frau nimmt das Mehl und schüttet es prompt neben die Schüssel. Als nächstes zerschlägt sie ein Ei am Schüsselrand und es klatscht auf die Theke.

Thorben Kölsch mit Kopfhörern im Werbespot für *odios*

Es folgt eine kurze Szene, in der ein Mädchen (Michelle Kammer) versucht, einen Zumba-Tanzschritt zu machen, ihn jedoch falsch herum macht und stolpert, da sie zu unkonzentriert ist. Danach ist ein Junge (Thorben Kölsch) am Schreibtisch sitzend zu sehen. Er reißt genervt ein Blatt aus seinem Block, knüllt es zusammen und wirft es weg. Doch auf einmal fällt sein Blick auf die Kopfhörer der erfundenen Marke *odios*, die mit dem Wort *audire* (lat. hören) spielt, auf seinem Schreibtisch und es ertönt leise Musik. Er setzt die Kopfhörer auf und man sieht in einem *over-the-shoulder-shot* , wie er das Blatt füllt, während sein Kopf sich im Rhythmus der Musik bewegt und das Wort *versatile* (engl. vielseitig) unten links im Bild eingeblendet wird.

Auch der Junge vom Anfang des Spots hat nun die Kopfhörer aufgesetzt und trifft einen Korb nach dem anderen. Hier folgt das Wort *wireless* (engl. drahtlos). Die Frau in der Küche rührt ebenfalls im Takt der Musik den Teig, mit dem Wort *dirt- and waterproof* (engl. schmutzabweisend und wasserfest). Das Mädchen tanzt Zumba, wozu das Wort *light* (engl. leicht) erscheint. Am Ende wird der Kopfhörer gezeigt und man hört den Werbeslogan: „The new odios. Get inspired.“

13.2 Zucker

Am Anfang des Spots zur Themenvorgabe „Zucker bewerben“ ist immer lauter werdend das Lied „Sugar“ von Robin Schulz zu hören. Zur gleichen Zeit ist ein joggendes Mädchen (Pia Kehder) in Sportkleidung zu sehen. Dieser Abschnitt ist in der Longshot-Perspektive aufgenommen, man sieht den kompletten Körper. In einer kurzen Szene danach wird ein Close-up, also eine Nahaufnahme ihrer Füße gezeigt. In der darauffolgenden amerikanischen Perspektive, bei der man nur den Rumpf mit Kopf und Beinansatz erkennt, sieht man wie das Mädchen langsam zum Stehen kommt. Nachdem sie wieder zu sich gekommen ist, stellt sie sich aufrecht hin und isst ein Stückchen Traubenzucker. Sie lächelt und joggt schneller als zuvor weiter.

In der nächsten Szene ist ein Tanzpaar (Georg Wilke und Petra Zachmann) auf einer Bühne zu sehen. Sie tragen beide feine Kleidung und lächeln, während sie beim Discofox zwei Butterflies und ein Körbchen mit Drehung tanzen. Diese Szene wurde in der Totalen aufgenommen, um kenntlich zu machen, wo genau sich das Geschehen befindet. Danach werden zwei Personen (Monika Jakob und Jochen Reder) und ein Mädchen (Amelie Lucke) beim Tai Chi ebenfalls in der Totalen gezeigt.

In der nächsten Szene werden vorerst nur Longboardrollen im Close-up gezeigt, die sich direkt auf die Kamera zubewegen. Erst dann erkennt man, wie ein Mädchen (Elena Lorenz) mit Kopfhörern auf dem Longboard fährt. Ohne Anstrengung skatet sie eine Straße entlang. Auch diese Szene wurde in der Totalen aufgenommen. Im Anschluss sieht man ein Mädchen (Pia Kehder), das auf einem Basketballplatz einen Korb trifft und dann weiterprellend aus dem Bild läuft. Diese Szene wurde von oben

neben dem Korb aufgenommen, damit besonders gut erkennbar wird, dass der Ball ohne Reibung im Korb landet.

Energy Impact: In der Süße liegt die Kraft

In der letzten Szene spielen zwei Personen (Amelie Lucke und Jens Gärttner) Schach. Nachdem der Junge zu einem Entschluss gekommen ist, nimmt er den König in die Hand und stellt eine „Energy-Impact"-Traubenzuckerpackung auf das Brett. Eine Männerstimme (gesprochen von Markus Rose, dem Leiter unseres Workshops zum Filmschnitt, siehe Kapitel zur ZKM-Exkursion) sagt: „Energy Impact. In der Süße liegt die Kraft." Mit der breitgefächerten Darstellerwahl in diesem Spot wird ausgedrückt, dass das beworbene Produkt für alle Gesellschafts- und Altersgruppen geeignet ist, dass man aktiv durch den ganzen Tag kommt und mit gerade diesem süßen Traubenzucker alle Situationen meistern kann.

13.3 Film noir

Um die Vorgabe eines Film-noir-Stils zu erfüllen, wurden in diesem Spot mysteriöse und geheimnisvolle Agentenszenen in Schwarz-Weiß verwendet. Dabei soll der Zuschauer bewusst nicht alles verstehen, da der Spot anfangs noch sehr undurchsichtig wirkt und die Thematik nicht konkret vorgestellt wird. Zum Beispiel erfährt er erst am Ende des Spots, was sich in einem Koffer befindet, der im Spot oft zu sehen ist. Außerdem kann die Protagonistin, eine Frau im Bad, als eine *Femme fatale* gesehen werden, da sie ebenfalls mysteriös und geheimnisvoll wirkt.

Zu Beginn des Werbespots sieht man in einem Split-Screen, wie eine Frau (Tiziana Ilie) im Badezimmer steht und gerade ein Telefonat mit einem Agenten im schwarzen Anzug (Maximilian Radtke) beendet. Beide werden im Close-Up gezeigt, damit die Mimik erkennbar ist. Da man nicht weiß, über was sie reden, wird eine geheimnisvolle Grundstimmung vermittelt.

Es folgt eine kurze Szene, in der gezeigt wird, wie eine Frau in einem schwarzen Anzug (Nadine Pusch) dem Agenten im Vorbeigehen unauffällig einen Koffer übergibt und er damit losläuft. Allerdings werden bei der Kofferübergabe nur die Beine des Agenten und der Frau gezeigt. Die mysteriöse Grundstimmung wird dadurch verstärkt, dass keine Gesichter zu sehen sind und der Zuschauer daher noch nicht alles versteht. Es folgen einige Szenen, in denen der Agent Treppen herauf- und wieder hinunterläuft, über eine Bank oder von Steinen springt und sich hinter einem Baum oder einer Hausmauer versteckt.

Maximilian Radtke als Agent; Tiziana Ilie als *Femme fatale* im Werbespot für ein Shampoo

Die meisten dieser Szenen sind in der Totalen aufgenommen, wodurch die Landschaft gut zu sehen ist, damit der Betrachter sieht, was passiert, und den Bewegungen gut folgen kann. Dadurch wirken sie aktionsreicher. Zwischen den Agentenszenen, die alle in Schwarz-Weiß gehalten und mit einer schnellen, actionreichen Musik unterlegt sind, wird immer wieder die Frau im Bad in der Halbtotalen gezeigt, damit wie anfangs die Mimik und Gestik gut zu erkennen sind. Man sieht zum Beispiel, wie sie immer ungeduldiger wird, während der Agent versucht, so schnell wie möglich zu ihr zu kommen. Er stürmt eine Treppe herauf, steht dann endlich vor der Frau und hält ihr den Koffer hin. Sie öffnet ihn, holt staunend ein Shampoo heraus, küsst es und sagt: „Du bist mein Dia-

mant“. Dann schickt sie den Agenten mit einer kurzen Handbewegung wieder weg.

Hier wird mit dem Klischee gespielt, dass der Agent am Ende oft die Frau abbekommt, hier jedoch das Shampoo wichtiger ist, wodurch er etwas enttäuscht wirkt. Am Ende des Spots wird noch einmal die Frau mit dem Shampoo im Vordergrund gezeigt und man hört den Werbeslogan: „Das neue Blondschopf Diamonds. Die geheime Schönheitsformel mit funkelnden Diamantpartikeln, für ein noch glänzenderes Haar. Von Blondschopf.“ (Greta Harnisch)

14. Ausflug ins ZKM Karlsruhe

Tiziana Ilie, Michelle Kammer

Um unsere Werbespots fertig zu stellen, fand am siebten September unser Ausflug ins Zentrum für Kunst und Medientechnologie (ZKM) in Karlsruhe statt. Dort lernten wir in einem fünfstündigen Workshop bei Markus Rose einige Grundlagen zur Filmbearbeitung und schnitten unsere eigenen Spots mit dem Programm *Premiere* zur endgültigen Fassung zusammen, indem wir in den aufgenommenen Videoabschnitten die Teile, die wir verwenden wollten, heraussuchten und dann zusammenfügten. Schließlich hinterlegten wir die Spots noch mit selbst ausgesuchter Musik.

Unser Kurs hatte während des Schneideprozesses sehr viel Spaß. Da nicht immer alles auf Anhieb so lief, wie wir es uns vorgestellt hatten, staunten wir am Ende umso mehr über die überzeugenden Ergebnisse.

Das ZKM beherbergt noch ein Museum sowie wissenschaftliche Institute. Dort werden nicht nur alte Kunstwerke erhalten, sondern auch junge KünstlerInnen dabei unterstützt, neue Kunstwerke zu schaffen.

15. Schlusswort

Letztendlich hatten wir neben zahlreichen intellektuellen Diskussionen, viel Theorie und praxisnahen Inhalten eine wunderschöne Zeit. Jeder Einzelne von uns konnte viele neue Erfahrungen sammeln und auf jeden Fall über sich hinaus wachsen. Wir waren eine echt coole Gruppe – und hatten natürlich tolle Leiter und die beste Schülermentorin – in der sich jeder sowohl thematisch, als auch zwischenmenschlich 100 %ig wohlgefühlt hat.

16. Unser Kurs

Elena Wenn sie nicht gerade ihr Handy in der Hand hat (Suchtiii), oder an ihren Haaren spielt, macht sie Sport (und wird davon rückenkrank). Ihr Lieblingsplatz ist die Datingbank (zumindest in der 1. Woche . . .). Hat die beste Lache ever (inklusive Nasenflattern #specialeffects) und ist die beste Freundin des Mummelseekönigs. Trotz ihres Titels als Dancing Queen ist sie promovierte Wissenschaftlerin (mit Brille!).

Amelie Ist eine echte Flatterfliege – fast #nachtaktiv. Sie redet (und denkt) extrem (!) schnell und brachte auf diese Weise viele geniale Beiträge ein. Ist immer positiv und aufgeweckt und konnte die Müdigkeit der anderen Teilnehmer stets kompensieren. Ist wirklich liebevoll und echt super süß, und außerdem eine echt gute Theaterspielerin.

Pia Wird entweder Ernährungs- und Sportwissenschaftlerin oder Vorsitzende des Gendervereins – lebt richtig gesund (unser Energiebündel) und redet gerne, viel und sehr ausdrucksstark. Ist eine echte Orgaqueen – besonders im #Baummarketingwesen. Macht Hannah als Teeprinzessin (fast) Konkurrenz und motivierte stets alle, egal ob im Kurs oder beim Sport.

Nick – Graf von Eningen (so fühlt er sich!) Hat immer ’nen Spruch auf Lager #hauptsachedieFrisursitzt. Unser Dauer-DJ bei den Partys ist der coolste Schwabe ever und die hübscheste Transe der Welt – ihm steht der lila Lidschatten wie keinem anderen! Immer gut drauf (außer der VfB verliert mal wieder . . .). Für uns ist er der Kuschelteddy schlechthin!

Maxi Ein echter Agent #maninblack, ist top informiert in Sachen Sport und erheiterte zusammen mit Nick dank seines Humors stets die gesamte Gruppe. Unkompliziertes

Wesen mit gutem Indiaca-Herz und Reimtalent! Unermüdlich rannte er für seinen Werbespot über das gesamte Gelände und blieb trotzdem top gestylt.

Martin Konnte dank seiner hervorragenden geschichtswissenschaftlichen Kenntnisse – vor allem in Bezug auf die Reformation in der #Oberlausitz – und seiner stark ausgeprägten Gestik die Kursarbeit stets merklich bereichern. Immer positiv feedbacken (Neologismus!) – und mit ein bisschen gusto! Außerdem ist er der überzeugteste #Christ des Kurses.

Nadine Tolle zielgerichtete Ausdrucksweise. Mit ihrem (extrem) schwäbischen Dialekt brachte sie uns regelmäßig zum Schmunzeln. Hat super Schuhe und ist zuständig für die beste Kofferübergabe. Sie weiß immer genau was sie sagt und hat den totalen Überblick – klasse #Bild-Journalistin! Die beste Zuhörerin ever und total verständnisvoll.

Hannah Unsere gute #Teefee hatte immer ein offenes Ohr für alle Kursteilnehmer und kümmerte sich rührend um uns, sodass wir Hakuna Matata (Es heißt die Sorgen, bleiben dir immer feeeeern . . . !) waren. Ist unsere kreative Spieleplanerin und motivierte uns nach einer anstrengenden Arbeitsphase wieder. Doch auch ihr großes Interesse für das eigentliche Kursthema wurde immer wieder deutlich, indem sie uns mit kreativen Denkanstößen zum Nachdenken anregte.

Tiziana Sie überzeugte von Anfang an mit ihrer offenen und sympathischen Art. Ihr „geiler“ (Neologismus) und meist bunter Kleidungsstil spiegelt auch ihre gute Laune und ihren tollen Humor wieder. Als Impro-Queen bewies sie ihr Talent fürs Theaterspielen und konnte auch als #Shampoo-Prinzessin im Werbespot mit strahlendem Haar glänzen.

Thorben #Merkelpose + Überzeugungstalent → typischer Politiker. Auch als #Monkey-Dance-Lehrer und Lachprofesssor stellte er seine breitgefächerten Fähigkeiten unter Beweis. Im Improtheater war er stets engagiert und seine außergewöhnliche Aussprache seiner Lieblingsstadt „Karlsruh“ bzw. „Karlsruheee“ brachte uns immer wieder zum Lachen.

Jens Bekannt als Andersdenker und Träumer war unser Schachtalent zwar immer ein bisschen in einer anderen Welt, kam jedoch bei den komplexesten Fragen immer wieder in die Wirklichkeit zurück und überraschte alle Kursteilnehmer mit den genialsten Einfällen #Lach-KuA. So brachte er Ideen mit ein, auf die sonst wohl nie jemand gekommen wäre.

Florian Achtete stets auf eine gendergerechte Ausdrucksweise und vereint damit sowohl weibliche, als auch männliche Konventionen. Verhält sich mit seinem Künstlerschal und seiner türkis-blau-gepunkteten Krawatte sehr atypisch. Entpuppte sich als ein echter Wissenschaftler – #LachenbisDr.Dr.Drolligkommt – und macht Jesus Konkurrenz.

Greta Unser kleines Nesthäkchen bestach mit ihren wunderschönen langen Haaren und dieser süßen Stimme #vonBlondschopf. Greta ist total intelligent, sodass ihre Beiträge immer treffend und richtig sind. Außerdem ist sie sehr offen, einfach super lieb und der Sonnenschein des Kurses.

Lena Der kleine Sportmuffel riet uns stets ja die Finger von Süßigkeiten zu lassen #UNGESUND. Diesen kulinarischen Verlust glich sie dafür mit einer großen Menge Kaffee aus. Beim Kampf um eine Bohrmaschine half sie der Gruppe mit Kommentaren wie „Sie könnte kaputt gehen“ und „mit Wasser kann sie auch in Berührung kommen“ erheblich weiter.

Michelle Ihre Aussage „Sprache ist nicht definiert, also ist nichts definiert!“ brachte stets alles auf den Punkt, ohne dass sie groß herumschwafelte. Mit ihrer ausgeglichenen und super lieben Art war unser Engelchen jeder Zeit für #Gruppenkuscheeeeln zu haben. Auch wenn es im Werbespot wirkte, als könne sie nicht tanzen, hat sie es in echt doch voll drauf!

Mummelseekönig Lebt in den Tiefen des sagenumwobenen Mummelsees. Er etablierte sich als fester Bestandteil unseres Kurses und bereicherte diesen stets mit guten Kom-

mentaren. Ist gut mit #Elena befreundet, die ihn überredete, mit zur Science Academy zu kommen – was er im Nachhinein auch nicht bereute.

Sir Señorita Gentleman War maßgeblich an der Verschönerung des Kursraumes beteiligt. Hatte stets alle Infos parat und vergaß nie etwas. Lieferte außerdem immer den entscheidenden Impuls für unsere #La-Ola-Welle. Ohne X wäre der Kurs nur halb so spannend gewesen.

Kurs 5 – Die Lehre von Strömungen – Tür zu, es zieht!

Wir Physiker stellen uns vor

Alex wurde wegen seiner Größe auch „Alexander der Große“ genannt und hat sich durch nichts aus der Ruhe bringen lassen. Er war immer konzentriert und hilfsbereit. Mit seiner ruhigen Art konnte er gute Gespräche führen und sehr aufmerksam zuhören. Außerdem hat er unseren Kurs in der Schach-KüA würdig vertreten.

Anni kam immer ausgeglichen und gut gelaunt in den Kurs. Sie war für alles offen, interessiert und immer hilfsbereit. Mit ihrem Humor und ihrer Art, Begeisterung auszudrücken, war sie in und nach der Akademie immer wieder ein Lichtblick. Bei den Präsentationen zeichnete sie sich besonders durch ihre verständlichen Erklärungen aus. In ihrer Freizeit und den KüA-Schienen war sie oft beim Sport oder im Chor zu finden.

Clara K. war die Geduld in Person. Egal was passierte, Clara gab nicht auf. Obwohl sie eher zurückhaltend war, zeigte sie immer Motivation und Interesse. Dank ihr wurden unsere Versuche bis ins kleinste Detail dokumentiert und hinterher auch pünktlich abgeschlossen. In den KüA-Schienen unterstützte sie oft das Orchester mit ihrer Klarinette.

Clara D. war wegen ihres Interesses und ihrer Art, ungewöhnliche Fragen zu stellen, eine richtige Bereicherung für unseren Kurs. Sie engagierte sich sehr, besonders für ihr eigens gewähltes Thema „Sandrippel“, welches sie stets zielstrebig und optimistisch bearbeitete. Auch konnte sie sich für Vie-

les begeistern (speziell für Musik) und war durch ihre Fröhlichkeit eine Person, mit der man sich auch gerne mal neben dem Kurs traf.

Daniel S. war beim Sportfest der Teebeutelweitspuckmeister unseres Kurses. Er war locker und gelassen, dachte aber immer mit. Für die Rotation stellte er gemeinsam mit Jonas die PowerPoint-Präsentation zusammen. Außerdem brachten die beiden uns mit ihrem improvisierten Lied über Isopropanol oft zum Lachen. In den KüA-Schienen nahm er häufig an der Sport-KüA teil, in dessen Rahmen er auch mit Jonas zusammen anderen Teilnehmern einen Einblick ins Handballspielen bot.

Daniel W. (auch Magnus genannt) war sehr motiviert und strukturiert. Trotzdem konnte man mit ihm gut lustige Gespräche führen. Obwohl er fürs Joggen zu Zeiten aufstand, an denen die meisten anderen noch tief schliefen und am Ende der Akademie ziemlich erkältet war, war er immer aufmerksam und aktiv. In den KüA-Schienen zeigte er sich als begeisterter Speedstacker und Basketballer.

Jonas war immer für einen Spaß zu haben und lockerte so die Kursatmosphäre auf. Seine wissbegierigen Fragen, insbesondere in der Kosmologie, brachten unseren Kurs weiter und deckten interessante Details auf. Beim Sportfest zeichnete er sich durch seinen Ehrgeiz und Tatendrang aus. Auch machte er viel Sport in der Sport-KüA, in dessen Rahmen er auch mit Daniel zusammen anderen Teilnehmern einen Einblick ins Handballspielen bot.

Julius war unser Computerexperte. Von Videobearbeitung bis PowerPoint kannte er sich mit allem aus und erklärte es auch uns anderen. Obwohl er eher zurückhaltend war, engagierte er sich doch sehr und setzte zum Beispiel hinterher den Entwurf für unser Kurs-T-Shirt technisch um. Von den Kursinhalten her war die Differentialrechnung, die er auch super erklären konnte, sein Spezialgebiet.

Mai war die rasende Reporterin und selten ohne ihre Kameras anzutreffen, die sie auch immer gerne an uns verlieh. Durch ihre fröhliche Art verwickelte sie immer wieder Kursteilnehmer in Gespräche und brachte damit den Kurs zusammen. Sie war zielbewusst und ehrgeizig, so dass Rechenaufgaben aus dem Kurs zur Not auch unter viel Gelächter beim Abendessen beendet wurden. Sie zeigte sich stets sehr engagiert, auch bei der Foto-KüA, in der sie andere Teilnehmer für die Fotographie begeisterte.

Marwin sprudelte nur so vor Ideen und löste so auf kreative Weise das eine oder andere Problem. Beim Essen fand er immer ein Gesprächsthema, so dass nie Langeweile aufkam. In der Improtheater-KüA bereitete er uns mit lustigen Szenen viel Spaß. Außerdem nahm er regelmäßig an der Blender-KüA teil, in der er auch eine Animation unseres Wasserkanals programmierte.

Niklas war voller Ideen und Tatendrang, womit er einen großen Beitrag zu unserem Kurs-T-Shirt leistete. Er war immer interessiert und arbeitete unermüdlich. Beim Sportfest übernahm er an vielen Stationen die Führung und sortierte unsere chaotischen Ideen, damit wir die Aufgaben umsetzen konnten. Morgens im Plenum war er oft unter den Zeitungslesern, die uns über aktuelle Ereignisse informierten, während er nachmittags in der Theater-KüA aktiv mitwirkte.

Noah war unser Modellbauer. Er war handwerklich sehr begabt und half auch uns anderen beim Umgang mit den Sägen. Im Kurs war er sehr aufmerksam und brachte immer wieder Ideen für neue Konstruktionen ein. Bei der Rotation und am Abschlusstag präsentierte er mit seiner ruhigen Art sehr gut und verständlich.

Theresa unsere weltklassige Schülermentorin, war im Vergleich zu den energiegeladenen anderen Kursleitern ein Ruhepol und machte eindeutig die ordentlichsten Tafelaufschriebe. Sie unterstützte uns, wo sie konnte und schaute immer, dass es uns gut ging. Auf der Fahrt zur Exkursion stellte sie uns Rätsel gegen Langeweile. Außerdem entwarf sie die Stromlinien unserer PowerPoint-Präsentation und war die Catch-the-rabbit-Meisterin.

Alicia versprühte immer gute Laune und Motivation. Sie machte uns Mut, Fragen zu stellen und erklärte alles, dies gerne auch mehrfach, ohne die Geduld zu verlieren. Durch ihre offene und herzliche Art gab sie jedem das Gefühl dazuzugehören und war immer für uns da. Ihr Optimismus und ihre Denkanstöße durften in unserem Kurs auf gar keinen Fall fehlen. Es war total schön mit anzusehen, wie sehr Alicia sich bei Erfolgen mit uns freute.

Jochen hatte mit seiner großen Lebenserfahrung immer einen Tipp oder Denkanstoß parat und ließ keine Frage unbeantwortet. Er sorgte mit Witz für Ordnung und Ruhe (und räumte zur Not auch hinter uns her). Mit seiner lockeren und direkten Art „meckerte er auf hohem Niveau“, wofür wir ihm sehr dankbar sind, lobte aber auch viel und mit Begeisterung. Sein Lieblingswort war neben „flow“ (für das Sportfest) „systematisch“, das er systematisch und oft benutzte.

Valentina erklärte uns alles mit viel Engagement und Spaß, zur Not auch noch „kurz“ beim Abendessen. Sie unterstützte alle unsere Ideen und machte uns immer wieder Mut weiterzumachen. Mit ihrer fröhlichen Art ließ sie im Kursraum jeden Tag neu die Sonne aufgehen und unterhielt sich mit uns über Fachliches, Persönliches, aber auch über alle möglichen Rätsel und Inseln. Beim Sportfest und bei den Experimenten fieberte sie immer mit uns mit und half uns, wo sie konnte.

Tür zu, es zieht – der Kurs der unbegrenzten Möglichkeiten. Wieso? – Weil wir unsere Gedankenflüsse in den großen Kursstrom mit einfließen lassen konnten. Waren die Gedankenflüsse laminar oder turbulent? – Im Endeffekt immer wieder laminar; denn, obwohl es zwischendurch turbulente Umwege gab, haben wir es geschafft, in den zwei Wochen vieles zu erreichen: Nachdem wir uns die mathematischen Grundlagen erkämpft hatten, konnten wir unserem Ideenfluss freien Lauf lassen und einige angestaute Fragen beantworten. Je nach Interesse teilten wir uns in verschiedene Gruppen auf, die im Folgenden Einblicke in ihre Projekte geben. Bei unserer turbulenten Reise begegneten wir vielen Effekten, wie z. B. Ziegel, die vom Dach flogen; der gekrümmten Flugbahn eines Balls; Sandrippel, die sich durch Strömungen bildeten; Druckmessgeräten und – ganz nach unserem Kursmotto – Zugluft in Gebäuden und Städten. Auch machten unsere teils turbulenten Gedankengänge unseren Kurs nie langweilig und wir konnten, immer ein Ziel vor Augen, viele unserer Vorstellungen realisieren, wobei unsere Fantasie aber auch für zwei weitere Wochen gereicht hätte.
Und jetzt – Tür auf, tretet ein in die Welt der Strömungsphysik!

Exkursion ans KIT

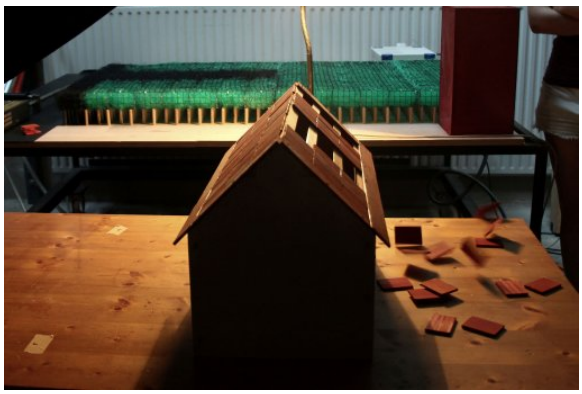
Noah Fuchs, Niklas Zischka

Am Montag, den 31. August, unserem vierten Akademietag, machten wir eine Exkursion an das KIT (Karlsruher Institut für Technologie) in das Laboratorium für Gebäude- und Umweltaerodynamik. Dort angekommen, durften wir eine Führung von zwei Ingenieurinnen genießen, die am Institut für Hydromechanik promovieren.

Zu Beginn wurden uns zwei der vier großen Windkanäle des Instituts vorgestellt. Der erste war in der Göttinger Bauart konstruiert. Das bedeutet, dass der Windkanal einen zirkulierenden Luftstrom erzeugt, der an einer Stelle einen offenen Messbereich besitzt. In diesem Windkanal befand sich ein Quader mit bewegliche Wänden, die die Effekte der Luftströmung sichtbar machten. Auf die Quader-Vorderseite wirkte demnach ein Staudruck, wodurch die

Wand dort eingedrückt wurde. Auf die Seitenwände und die Rückwand wirkte hingegen ein Unterdruck, die sich dadurch auswölbten. Um die Strömungen sichtbar machen zu können, befand sich vor dem Quader eine Rauchlanze, die Nebel in die Luftströmung injizierte. Da der Nebel mit dem Luftstrom mitgerissen wurde, konnte so der Luftstrom sichtbar gemacht werden. Dadurch sah man direkt die Strömungen um einen Quader. Wir bekamen die Erklärung, dass sich hinter dem Quader sogenannte Turbulenzen bildeten. Diese treten immer dort auf, wo Strömungen auf Kanten treffen und sich von der Oberfläche des Objektes ablösen.

Dies wurde uns dann auch an einem Hausmodell mit kleinen Dachziegeln verdeutlicht. Nachdem die Strömung auf die Vorderseite des Hauses getroffen ist, strömte sie nach oben über die Dachkante weg. Dort fand eine sogenannte Ablösung statt. Dieser Effekt trat aufgrund des scharfen Winkels der Dachkante auf. Infolgedessen bildeten sich Turbulenzen, die eine höhere Geschwindigkeit annahmen als die Umgebungsluft. Nach dem Bernoulli-Effekt entsteht demnach ein Unterdruck an der Dachoberfläche. Da im Haus noch der Normaldruck herrschte, strebten diese zwei unterschiedlichen Drücke einen Druckausgleich an. Die dabei entstandene Kraft bewirkte, dass die Dachziegel von der der Strömung abgewandten Dachfläche heruntergerissen wurden.



Abgedecktes Dach im Windkanal

In der folgenden Tabelle sieht man für verschiedene Szenarien, wie groß die dabei benötigte Windgeschwindigkeit sein muss, damit die Ziegel vom Dach fliegen:

Konstellation	v_{Wind} [m/s]
alle Türen geschlossen	8,6
Vordertür offen	5,2
Vorder- und Hintertür offen	17,1

Windgeschwindigkeiten, bei denen das Dach abgedeckt wurde

Nachdem wir uns mit den prinzipiellen Grundlagen der Strömungsphysik vertraut gemacht hatten, kamen wir zu den Natur- bzw. Wetterphänomenen und ihren Folgen. In einem Experiment wurde uns das Funktionsprinzip eines Tornados anschaulich gemacht und erklärt.

Ein weiteres Naturphänomen war der sogenannte Downburst (deutsch: Fallböe). Dieser tritt auf, wenn sich sehr große Luftmassen abkühlen. Als Folge stürzen diese Luftmassen sehr schnell zu Boden und breiten sich dann explosionsartig in alle Richtungen aus. Dadurch erreichen sie am Boden Windgeschwindigkeiten von mehr als 100 Kilometer pro Stunde. Problematisch wird es nun, wenn ein Downburst direkt auf eine Stadt trifft. Dort werden die Winde durch die engen Straßen noch zusätzlich beschleunigt. Dadurch entstehen aber nicht nur hohe Windgeschwindigkeiten, die sehr viel Schaden verursachen können, sondern zudem auch ein geringerer Druck. Dieser erzeugt Kräfte, die Fenster zerbersten können.

An unserer letzten Station kamen wir zu Modellen von Gebäude- bzw. Stadtstrukturen, an denen Messungen im Windkanal durchgeführt wurden. An diesen Modellen zeigte man uns die zahlreichen Druckmesspunkte, von denen jeder einzelne Druckmesswerte an eine Auswertungseinheit weiterleitet. So können Aussagen über die jeweilige konstruktive Form getroffen werden.

Als Abschluss durften wir auch selbst Experimente in einem Physiklabor durchführen. So haben wir im Windkanal den Widerstandskoeffizient von verschiedenen Formen berechnet, die dieselbe Angriffsfläche besaßen. Mit diesem neu erworbenen Wissen mussten wir leider schon wieder den Rückweg nach Adelsheim antreten.

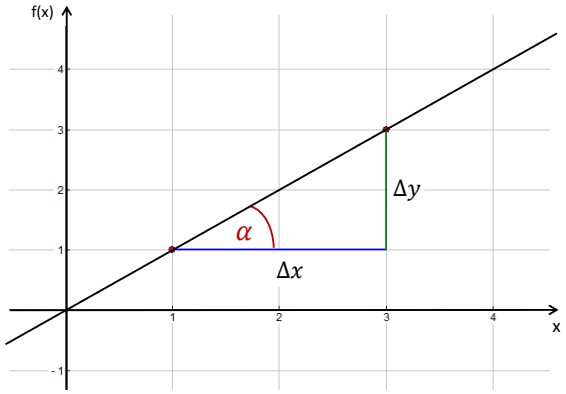
Wir bedanken uns nochmal ganz herzlich bei Frau Klausmann und Frau Richter für ihre sehr informative und anregende Führung!

Mathematischen Grundlagen

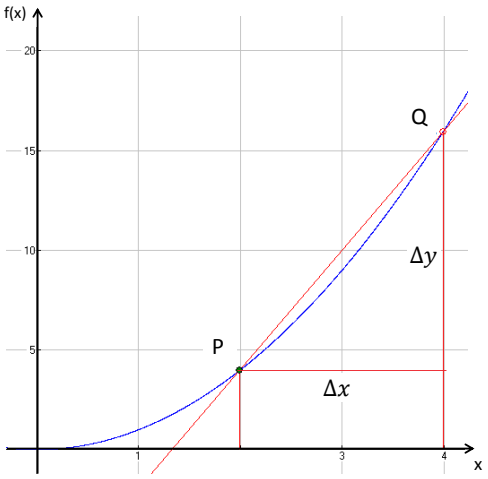
Julius Herb, Niklas Zischka

In der Physik ist es häufig interessant, die Veränderung einer Größe zu beschreiben. Mit dieser Problemstellung befasst sich die Differentialrechnung.

Einführung in die Differentialrechnung



Bei einer linearen Funktion $f(x) = m \cdot x + c$ ist diese Änderung konstant. Der Graph ist eine Gerade, die Änderung entspricht dem Steigungsfaktor, der durch den Tangens des Winkels α beschrieben wird, den die Gerade mit der x-Achse bildet. Der Quotient aus den Katheten des Steigungsdreiecks ist der Steigungsfaktor $m = \tan(\alpha) = \frac{\Delta y}{\Delta x}$



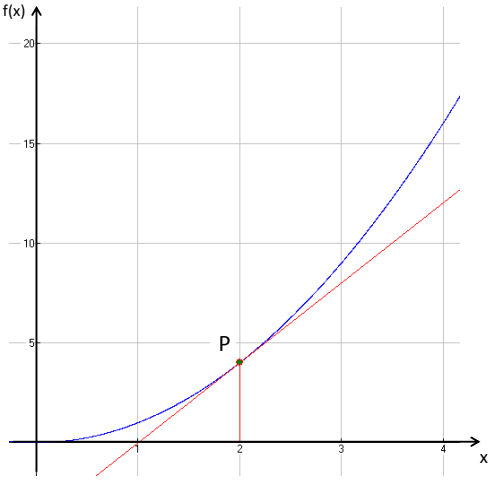
Bei nicht-linearen Funktionen ändert sich die Steigung je nach Stelle x. Um auf die Steigung an einem Punkt zu gelangen, ermittelt man die Steigung der Tangente an diesem Punkt. Da diese nicht ohne weiteres zu bestimmen ist, beginnen wir mit einer Sekante durch den Punkt $P(x|f(x))$ und $Q(x+\Delta x|f(x+\Delta x))$. („Sekante“ von lateinisch „secare“–„schneiden“)

Die Steigung dieser Sekante wird durch den Differenzenquotient beschrieben:

$$m_s = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

Für $\Delta x \to 0$, fallen bei stetigen Funktionen Q und P zusammen. Aus der Sekante wird eine Tangente, man erhält als Grenzwert die Steigung für die Funktion f. Diesen Grenzwert nennt man Differentialquotient oder Ableitung der Funktion f an der Stelle x.

$$f'(x) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$



Wir ermitteln nun exemplarisch $f'(x)$ für die Funktion $f(x) = x^2$. Dazu setzten wir jetzt $f(x)$ in den Differenzenquotient und erhalten:

$$\frac{(x+\Delta x)^2 - x^2}{\Delta x}$$

Da $\Delta x \to 0$, darf Δx nicht im Nenner eines Bruches stehen. Um es kürzen müssen wir erst den Zähler mithilfe der Binomischen Formeln vereinfachen zu

$$\frac{2x\Delta x + \Delta x^2}{\Delta x}$$

Nach einigen Umformungen können wir durch Δx kürzen und erhalten

$$\frac{\Delta x\ (2x + \Delta x)}{\Delta x} = 2x + \Delta x$$

Es gilt nun:

$$\lim_{\Delta x \Rightarrow 0} (2x + \Delta x) = 2x$$

Somit ist die Ableitung der Funktion $f(x) = x^2$ die Funktion $f'(x) = 2x$

Ableitungsregeln

Allgemein kann man für Potenzfunktionen folgende Regeln herleiten:

$$f(x) = a \cdot x^n$$
$$f'(x) = n \cdot a \cdot x^{n-1}$$
$$f''(x) = (n-1) \cdot n \cdot a \cdot x^{n-2}$$

Differentialgleichungen

Genug der Grundlagen! Jetzt werden wir uns den Differentialgleichungen zuwenden.
Differentialgleichungen sind Gleichungen, die neben „normalen“ Variablen auch Funktionen und Ableitungen dieser enthalten können. Das Lösen einer Differentialgleichung ist daher deutlich schwerer als das Lösen einer herkömmlichen Gleichung.

Man kann eine Differentialgleichung lösen, indem man eine Funktion sucht, die in die Gleichung passen könnte und diese überprüft. Wir haben das Aufstellen und Lösen einer Differentialgleichung am Beispiel einer Federschwingung durchgeführt. Zur Auslenkung der Feder ist eine Kraft notwendig, die proportional zur Auslenkung ist. Also gilt nach dem Hookeschen Gesetz:

$$F = -Dx$$

dabei ist D die Federkonstante, ein Proportionalitätsfaktor, der die Härte der Feder angibt und F die Federkraft. Auch gilt nach dem Newtonschen Kraftgesetz $F = ma = \dot{p} = m\ddot{x}$, da die Beschleunigung die zweite Ableitung der Strecke ist.
Somit können wir folgende Differentialgleichung aufstellen

$$m\ddot{x}(t) = -Dx(t)$$
$$\ddot{x}(t) = -\frac{D}{m}x(t)$$

Zur Auflösung der Differentialgleichung, benötigen wir nun eine Funktion $x(t)$, die die Differentialgleichung erfüllt. In diesem Fall ist die Funktion, die den Verlauf einer harmonischen Schwingung beschreibt, die Cosinus-Funktion

$$x(t) = x_0 \cos(\omega t)$$

ω ist der Dehnungsfaktor von T, der Periodendauer. Nun müssen wir die Funktion mit der Kettenregel ableiten.

$$\dot{x}(t) = -x_0\ \omega \sin(\omega t)$$
$$\ddot{x}(t) = -x_0\ \omega^2 \cos(\omega t)$$
$$\ddot{x}(t) = -\omega^2 x(t)$$

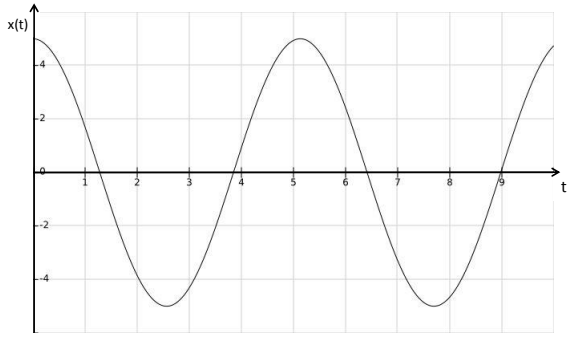
Jetzt können wir $\ddot{x}(t)$ gleichsetzen und erhalten somit

$$-\frac{D}{m}x(t) = -\omega^2 x(t)$$
$$-\frac{D}{m} = -\omega^2$$

Damit wir nun die Formel für die Periodendauer einer Schwingung berechnen können, setzen wir $\omega T = 2\pi$. Daraus folgt $\omega = \frac{2\pi}{T}$. ω ist ein Faktor, der die Periodendauer staucht und streckt.

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{D}{m}$$
$$T^2 = (2\pi)^2\ \frac{m}{D}$$
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$$

Simulation der Federschwingung



Simulation der Federschwingung

Mithilfe von Differentialgleichungen konnten wir das Verhalten einer schwingenden Feder

mit einer Funktion anhand von verschiedenen Parametern modellieren. Zum Beispiel:

Anfangszustand: $x_0 = 5\,\mathrm{cm}$
Masse: $m = 2\,\mathrm{kg}$
Federkonstante: $D = 3\,\mathrm{N/cm}$

In unserem Kurs haben wir uns auch mit der Navier-Stokes-Gleichung beschäftigt.

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v}\frac{\partial \vec{v}}{\partial \vec{x}} = \frac{1}{\rho}\left(-\frac{\partial P}{\partial \vec{x}} + \eta\frac{\partial^2 \vec{v}}{\partial \vec{x}^2} + \vec{F}\right)$$

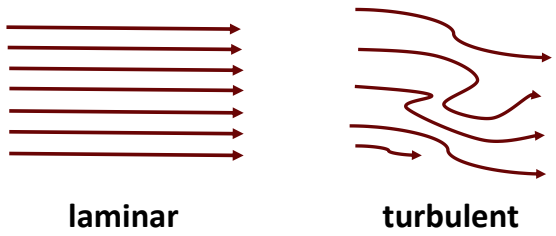
Diese ist eine Differentialgleichung, die das Verhalten von Fluiden beschreibt.
Die Navier-Stokes-Gleichung ist übrigens noch nicht gelöst. Sie wurde von dem Clay Mathematics Institute in die Liste der Millennium-Probleme aufgenommen. Auf die Lösung dieser Probleme ist ein Preis von 1.000.000 US-Dollar ausgelobt.

Grundlagen der Strömungsphysik

Mai Saito, Daniel Weggenmann

Laminare und turbulente Strömung

Strömungen kann man grundsätzlich in zwei Arten unterteilen, in laminare und turbulente Strömungen.



Laminare und turbulente Strömung: Die Strömungslinien der laminaren Strömung sind parallel, bei der turbulenten wild durcheinander.

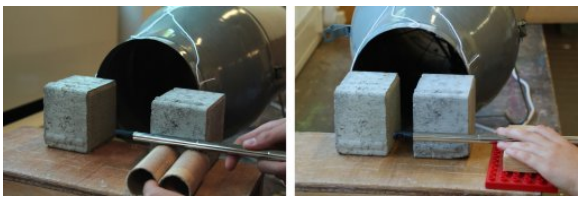
Laminare Strömungen sind gleichmäßige Strömungen, bei denen keine Turbulenzen auftreten und somit die Strömungslinien parallel verlaufen. Bei turbulenten Strömungen gibt es, wie die Bezeichnung schon verrät, Turbulenzen und Wirbel und die Strömung ist insgesamt ungleichmäßig. Turbulenzen können auftreten, wenn eine laminare Strömung auf eine Grenzfläche bzw. Kante trifft.

Diese Strömungen konnte man simpel in unserem Windkanal feststellen, indem wir einen Wollfaden in die Strömung hielten. Dieser flatterte nur minimal, was auf eine laminare Strömung schließen lässt. Als jedoch vor unserem Wollfaden ein Hindernis in die laminare Strömung gehalten wurde, gab es hinter dem Hindernis Wirbel, welche auf eine turbulente Strömung zurückzuführen sind.

Links: Laminare Strömung,
Rechts: Turbulente Strömung um ein Hindernis.

Kontinuitätsgleichung

Eine Möglichkeit, Luftströmungen zu beschreiben, ist die Luftgeschwindigkeit. Deshalb haben wir in unserer Gruppe Geschwindigkeitsmessungen durchgeführt:



Wir benutzten einen Windkanal, welcher durch die Rotation einer Turbine Luft einsaugt und diese danach beschleunigt. Vor den Windkanal wurden zwei Steine gestellt, um eine Gasse zu simulieren. Wir wollten herausfinden, ob durch die Variation der Abstände unterschiedliche Luftgeschwindigkeiten gemessen werden können.

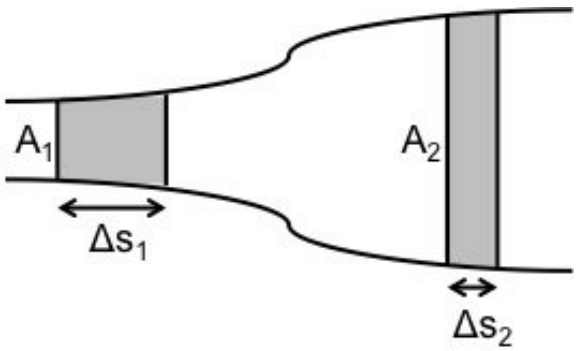
Abstand zw. Steinen [cm]	v [m/s]
keine Steine	6,5
10	7
8	7,2
6	7,3
4	7,6
2	7,9

Messwerttabelle zum Kontinuitätsversuch

Wie in der Tabelle deutlich zu sehen ist, nimmt die Geschwindigkeit v mit der Verringerung des Abstandes zwischen den zwei Quadern zu. Dieser Effekt kann anhand des folgenden Beispiels erklärt werden:

Am Eingang eines Windkanals ist die Querschnittsfläche A_2 größer als die Querschnittsfläche A_1 am Ausgang des Windkanals (s. Windkanalschema). Das ein- und ausströmende Luftvolumen des Windkanals bleibt gleich, denn Luft kann sich nicht stauen. Also muss das gleiche Luftvolumen in der gleichen Zeit durch den Windkanal hindurch. Dies ist nur möglich, wenn die Geschwindigkeit v_1 am Ausgang des Windkanals größer ist als die Geschwindigkeit v_2 am Eingang des Windkanals.

Herleitung der Kontinuitätsgleichung



Windkanal als Anwendungsbeispiel der Kontinuitätsgleichung

Wir nehmen an, dass keine Reibung herrscht und die Luft inkompressibel ist.

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{\Delta t} &= \frac{V_2}{\Delta t} \\ \frac{A_1 \cdot s_1}{\Delta t} &= \frac{A_2 \cdot s_2}{\Delta t} \\ A_1 \cdot \frac{\Delta s_1}{\Delta t} &= A_2 \cdot \frac{\Delta s_2}{\Delta t} \\ A_1 \cdot v_1 &= A_2 \cdot v_2 \end{aligned}$$

Diese Gleichung nennt man Kontinuitätsgleichung.
V: Volumen, t: Zeit, A: Flächeninhalt, s: Strecke und v: Geschwindigkeit

Bernoulli-Gleichung

Wenn du zwischen zwei Papiere pustest, was wird passieren? So einfach der Versuch auch klingt, so viel spannender wird dazu die Theorie, denn dieser Versuch beschreibt ein schönes Paradoxon.

Die meisten werden sich wohl denken, dass beide Papiere nach außen gedrückt werden. Jedoch ist das Gegenteil der Fall: Beide Papierblätter werden nach innen gedrückt.

Experiment zum Bernoulli-Effekt

Mit solchen kleinen und scheinbar simplen Versuchen haben wir uns am Eröffnungswochenende beschäftigt. Und alle Versuche hatten eines gemeinsam: den Bernoulli-Effekt.

Um diesen Versuch erklären zu können, müssen wir die Bernoulli-Gleichung verstehen.

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho_1 \cdot v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho_2 \cdot v_2^2$$

Dabei ist p der Druck, ρ (rho) die Dichte des Mediums und v die Geschwindigkeit der Strömung.

Der Term auf der linken Seite der Bernoulli-Gleichung beschreibt die Situation innerhalb der zwei Papiere, der auf der rechten Seite die Situation außerhalb der Papiere.

Wenn man durch die Papiere pustet, ist die Geschwindigkeit innerhalb wesentlich größer als außerhalb. Was die Dichte in der Bernoulli-Gleichung angeht, braucht sie uns in diesem Versuch nicht wirklich zu kümmern, da die Dichte bei dem Versuch zur Vereinfachung als konstant angenommen wird. In der Gleichung hat die linke Seite aufgrund der Geschwindigkeitsdifferenz einen größeren Wert als die rechte. Damit beide Seiten der Gleichung den gleichen Wert habe, muss der Druck auf der Seite mit der größeren Geschwindigkeit kleiner sein. Das heißt, dass eine größere Strömungsgeschwindigkeit einen Unterdruck erzeugt und die niedrigere Geschwindigkeit einen Überdruck.

Übertragen auf unseren Papier-Versuch bedeutet dies, dass die hohe Strömungsgeschwindigkeit einen Druckabfall erzeugte und eine Kraft die beiden Papiere nach innen drückte.

Herleitung der Bernoulli-Gleichung

Die Bernoulli-Gleichung haben wir am Beispiel des Windkanals hergeleitet. Um die Herleitung zu verstehen, besprachen wir zuerst den Energiebegriff, wobei uns dann klar wurde, dass es nicht *die* Gleichung gibt, die den Energiebegriff beschreibt, sondern viele, wie z. B. die zur Lageenergie oder zur kinetischen Energie, welche die Energie zum Bewegen eines Objektes beschreibt.

Die Energieformen, die uns beim Herleiten der Bernoulli-Gleichung interessierten, waren die Bewegungsenergie, die definiert wird durch den Zusammenhang der Masse m und der Geschwindigkeit v:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

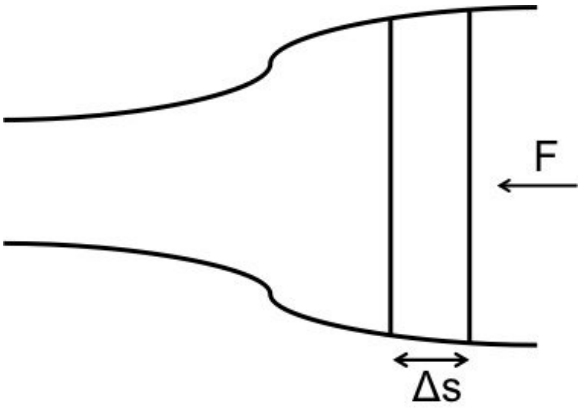
und die Druckenergie:

$$E_{Druck} = F \cdot \Delta s$$

Dabei ist F die Kraft und Δs die Strecke zwischen s_1 und s_2, die die Luftmasse zwischen den beiden Punkten aufgrund der Druckenergie verschiebt.

Kraft F kann man allerdings auch durch $p \cdot A$ ersetzen, sodass gilt:

$$E_{Druck} = p \cdot A \cdot \Delta s$$



Windkanal, bei dem die Kraft F aufgewendet werden muss, um eine Luftmasse um eine Strecke Δs zu bewegen.

A und Δs zusammengefasst ist das Volumen V. Damit lautet die endgültige Formel für die Druckenergie:

$$E_{Druck} = p \cdot \Delta V$$

Nun kommt der Energieerhaltungssatz ins Spiel, der besagt, dass die Energie, die auch vorne im Windkanal war auch hinten im Windkanal, erhalten bleibt. Formal bedeutet dies:

$$E_{ges_1} = E_{ges_2}$$

Beide Gesamtenergien setzen sich zusammen durch:

$$E_{kin_1} + E_{Druck_1} = E_{kin_2} + E_{Druck_2}$$

Wenn man die Energieformen durch die zugehörige Formeln ersetzt, erhält man

$$\frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 + p_1 \cdot \Delta V_1 = \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2 + p_2 \cdot \Delta V_2$$

Masse ist auch $m = V \cdot \rho$, sodass sich bei der obigen Formel mithilfe Äquivalenzumformung das Volumen V herauskürzt, da die gleiche Luftmasse, die in den Windkanal einströmt, auch wieder herausströmt. Die endgültige Gleichung lautet nun:

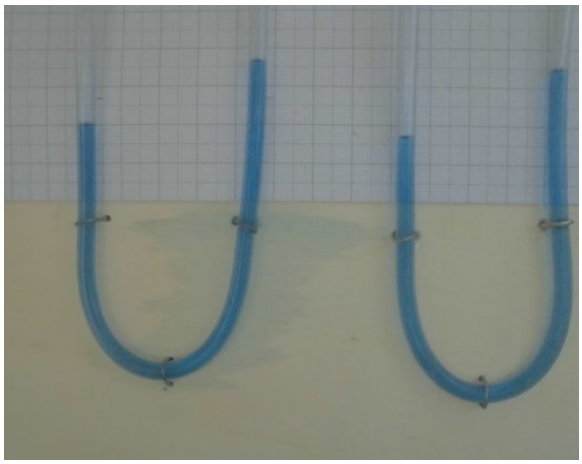
$$\frac{1}{2} \rho_1 \cdot v_1^2 + p_1 = \frac{1}{2} \rho_2 \cdot v_2^2 + p_2$$

Druckmessung

Jonas Beckort, Alexander Neuss, Daniel Schiller

Um die Druckunterschiede, welche man durch die Bernoulli Gleichung rechnerisch bestimmen

konnte, sichtbar zu machen, haben wir Druckmesser gebaut. Eine Inspiration hat uns dazu das Karlsruher Institut für Technologie geliefert. Der Aufbau war nicht sehr kompliziert: An eine Holzplatte haben wir dünne, durchsichtige Schläuche in einer U-Form befestigt.



Unser selbstgebauter Druckmesser

Das eine Ende war länger und wurde zum Messen verwendet. Das andere Ende diente zum Vergleich mit dem Normaldruck. An dem längeren Ende haben wir noch ein dünnes Messingrohr angebracht, weil man damit den Druckunterschied besser sichtbar machen konnte. In den nun gewölbten Schlauch haben wir blaugefärbtes Isopropanol gefüllt, um den Ausschlag besser erkennen zu können. Auf die Holzplatte hatten wir Millimeterpapier geklebt, damit unsere Messungen gut ablesbar sind.

Der Druckmesser funktioniert nun so: das lange Schlauchende wird in den Windkanalversuch eingeführt, sodass ein Über- bzw. Unterdruck auf das Isopropanol wirkt. An dem anderen kürzeren Schlauchende herrscht Normaldruck, sodass der Druckunterschied sichtbar wird. Ein Problem war der dicke Schlauchdurchmesser, was den Ausschlag des Isopropanols hemmte, trotzdem gelang es uns den Druckunterschied zu visualisieren.

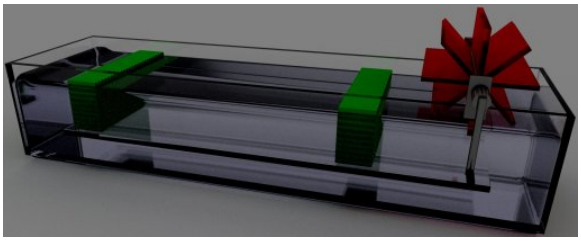
Wasserkanal

Marwin Leidel, Julius Herb,
Noah Fuchs, Niklas Zischka

Im Wasserkanal kann man Strömungen besser als im Windkanal sichtbar machen. Praktischerweise war noch der Wasserkanal von der letzten Akademie da, so dass wir nur noch kleine Verbesserungen durchführen mussten. Wir dichteten die Kanten ab und konstruierten eine neue Befestigung für das Wasserrad. Danach sah der Wasserkanal wie auf dem Bild aus.

Projektarbeit mit dem Wasserkanal

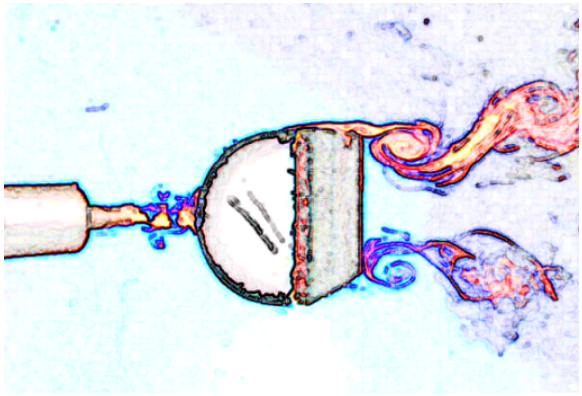
Wir nutzten eine einfache Konstruktion. Die Strömung wurde durch ein Wasserrad erzeugt, das von einer Handkurbel angetrieben wurde (rot im Schaubild). Der Wasserkanal hatte einen seitlich offenen, doppelten Boden damit das Wasser zurück strömen konnte. Wir bauten zwei Gleichrichter ein (grün), um eine laminare Strömung zu erhalten. Diese ist besser für Experimente geeignet, weil man so reproduzierbare Ergebnisse schaffen kann.



Schematischer Aufbau des Wasserkanals

Nachdem wir alles instand gesetzt hatten, konnten wir mit den Messreihen beginnen. Mit Modellen aus Lego simulierten wir Häuser, die allerdings zuerst von der Strömung abgetrieben wurden. Indem wir sie mit Blei beschwerten, konnte dies verhindert werden. Um die Strömung sichtbar zu machen, gaben wir mithilfe von Spritzen verdünnte Tinte ins Wasser und konnten Strömungsbilder aufnehmen.

Das obige Bild wurde am Computer nachbearbeitet, um die Tinte besser vom Hintergrund



Strömung um einen Halbzylinder.

unterscheiden zu können. Es zeigt ein Strömungsbild, bei dem sich direkt vor dem Objekt die Strömung teilt. Dann strömt die Flüssigkeit an den Seiten des Objekts vorbei. An den beiden hinteren Kanten kann man eine Ablösung der Strömung erkennen, die zwei Wirbel erzeugt. Beide Wirbel drehen sich in die Mitte. Dabei entsteht eine Rückströmung, also eine Strömung entgegengesetzt des Hauptstromes, welche das sogenannte Totwasser erzeugt. In diesem Gebiet ist die Strömung sehr schwach.

Gebäudeaerodynamik

Mai Saito, Annabelle Schoder, Daniel Weggenmann

Unsere Gruppe hat sich mit Stadtmodellen im Windkanal beschäftigt. Die Idee war es, Strömungen an Gebäuden sichtbar zu machen und zu vergleichen, sowie den Windkomfort zu testen.

Stadtbau

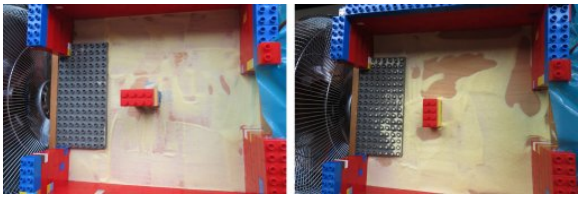
Unser Stadtmodell besteht aus einer Holzfläche, auf welcher verschiedene Gegenstände platziert werden konnten, die die Gebäude einer Stadt simulieren. Diese Gebäude bauten wir aus Legosteinen, da diese den Vorteil, hatten, dass man leicht die Höhe der Gebäude variieren konnte.

Die Luftströmungen wurden mit Grieß sichtbar gemacht, wozu wir diesen dünn um die Gebäude gestreut haben. Um den Grieß am Davonfliegen zu hindern, bauten wir eine Legosteinmauer um unser Stadtmodell. Den Wind erzeugten wir durch einen Ventilator oder einen Windkanal.

Links: Die Stadtmauer wird gebaut
Rechts: Das fertige Stadtmodell

Unterschiedliche Ausrichtung von Gebäuden

Das folgende, linke Bild zeigt ein Gebäude, welches parallel zur Strömung steht. Rechts hingegen sieht man ein Gebäude, auf welches die Strömung senkrecht trifft.



Beim Vergleich der zwei Bilder ist deutlich zu erkennen, dass rechts viel mehr Grieß abgetragen wurde. Dies liegt daran, dass parallel zur Strömung stehende Gebäude leichter von der Luft umströmt werden können. Diese Tatsache führte zu weniger Turbulenzen als bei Gebäuden, die senkrecht zur Strömung stehen und somit eine größere Angriffsfläche haben. Bei diesen Gebäuden ist der Kanteneffekt größer, das bedeutet, dass es an den Gebäudekanten zu Turbulenzen kommt. Außerdem kommt es zu einem Strömungsabriss, wodurch viel Grieß abgetragen wird.

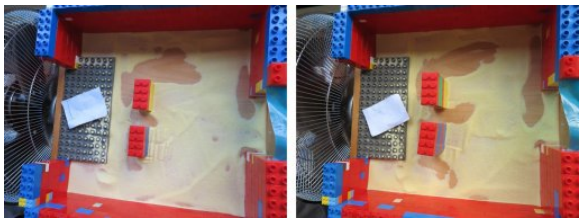
Zusammenfassend kann man sagen: Je größer die Angriffsfläche eines Gebäudes, desto mehr ist es Strömungen ausgesetzt und der Kanteneffekt steigt.

Variation der Gebäudehöhe

Wir überprüften aber nicht nur, ob verschiedene Ausrichtungen von Gebäuden Auswirkungen auf die Strömung haben, sondern beschäftigten

uns auch mit der Frage, ob unterschiedliche Gebäudehöhen die Strömungsgeschwindigkeiten um die Gebäude herum beeinflussen.

Dazu stellten wir eine Versuchsreihe auf, in der wir, wie bei der Ausrichtung von Gebäuden, eine unterschiedliche Anzahl von Lego-Blöcken mit und gegen die Strömungen stellten. Anschließend verdoppelten wir bei jedem Versuch die Höhe (siehe Bild). Den Wind simulierten wir im Zeitraum von 40 Sekunden.



Rechts: Einfache Höhe, links: Doppelte Höhe, bei welcher der Kanteneffekt viel deutlicher ist.

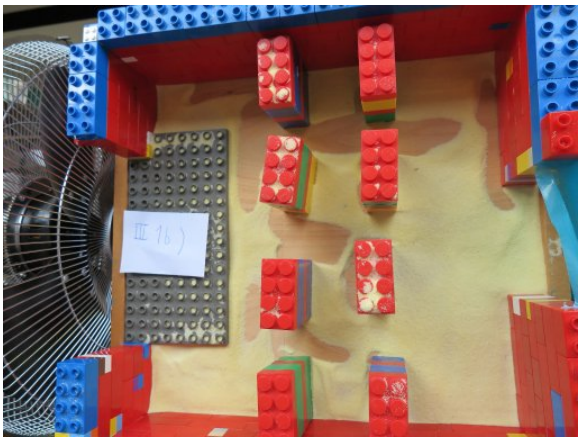
Dann verglichen wir die passenden Versuchspaare und erzielten ein Ergebnis, das unsere Vermutungen bestätigte: Bei der doppelten Höhe ist die Grießabtragung viel größer und die Strömungsgeschwindigkeiten sind vor allem zwischen den Gebäuden viel höher als bei der einfachen Höhe.

Übertragen auf die Realität bedeutet dies, dass höhere Gebäude, wie z. B. Wolkenkratzer, eher davon betroffen sind als niedere Einfamilienhäuser.

Verschiedene Stadtstrukturen

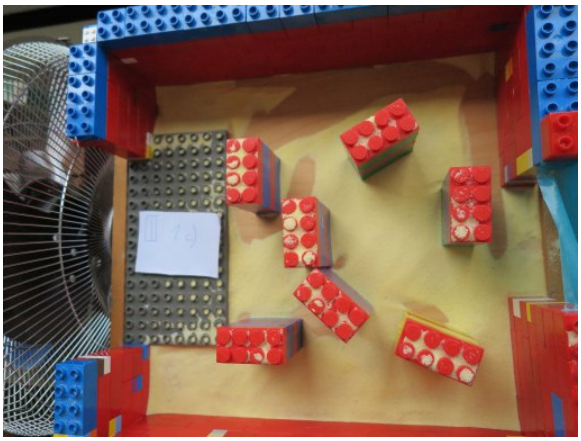
„Mama, hier zieht's voll! Können wir nicht in ein anderes Café gehen?" – Mit dieser Frage hatten wir unter anderem beim Stadtmodell auch zu tun: An welchen Stellen in einer Stadt/einem Stadtteil gibt es hohen Windkomfort? Wo ist ein geeigneter Platz für ein Café, wo ein ungeeigneter? Wirken sich die Stadtstrukturen auf die Strömungsverläufe aus?

Um das zu untersuchen, ordneten wir die Häuser zunächst, ähnlich wie in New York, in Reihen an. Wie man in der Abbildung sieht, ist die Abtragung in den Straßen, die mit der Strömung verlaufen, immens. Dort herrscht eine hohe Windgeschwindigkeit und ein großer Durchzug, wohingegen es in den Nebenstraßen windstill ist.



Reihen-Stadtmodell, bei dem der Grieß in den Gassen abgetragen wurde. Der Wind kam von links.

In einem zweiten Szenario ordneten wir die Häuser auch frei nach unserer Fantasie an und kamen so auf eine weitere Stadtstruktur, wie man in dem Bild sehen kann.

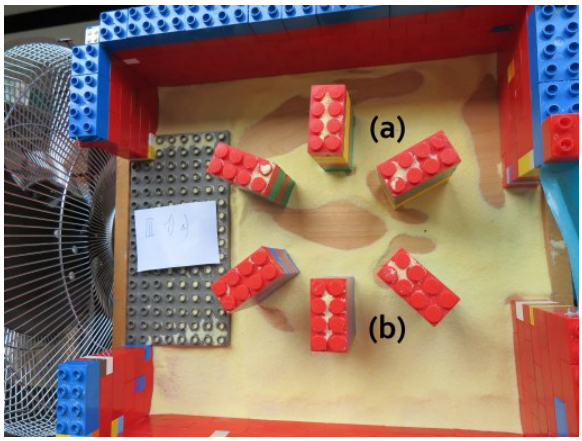


Stadtmodell der freien Art, in dem bestimmte Bereiche einen hohen Windkomfort aufweisen.

Man sieht deutlich, dass eine große Abtragung außerhalb des „Rings" stattfand, es jedoch in der Mitte auf dem Platz keine Abtragung gab und es somit fast windstill ist. Dieser Platz würde sich beispielsweise aufgrund des hohen Windkomforts prima für den Standpunkt eines Cafés anbieten. Erklären lässt sich das dadurch, dass der Wind außen herum geleitet wurde.

Die dritte Anordnung der Gebäude sollte strahlenförmig sein. Hierfür ordneten wir die Lego-Steine so an, dass sie in der Mitte an einem Platz zusammenlaufen.

Dort, wo die Lego-Steine zusammenlaufen, ist die Abtragung groß. Hier wäre ein ungeeigne-

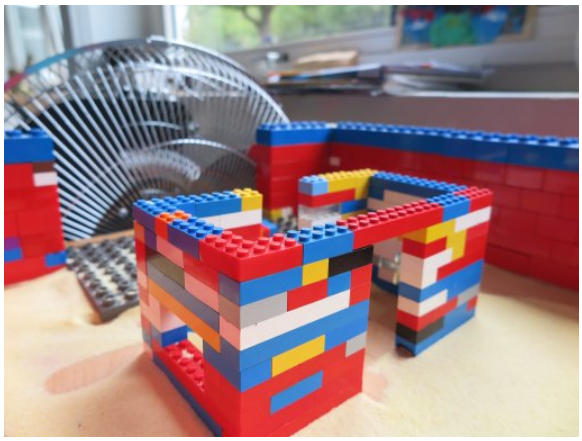


Strahlen-Stadtmodell, bei dem ein Durchzug und der Kanteneffekt zu sehen sind.

ter Platz zum gemütlichen Hinsetzen, da die Passanten unangenehme Luftströmungen zu spüren bekommen würden. Geeigneter wären in diesem Fall die zwei Plätze (a) und (b), bei denen die Lego-Blöcke vom unteren und oberen Rand der Abbildung senkrecht in die Mitte, in Richtung „Platz“, verlaufen.

Vergleich von Gebäuden im Wind- und Wasserkanal

Noah Fuchs, Julius Herb,
Mai Saito, Niklas Zischka

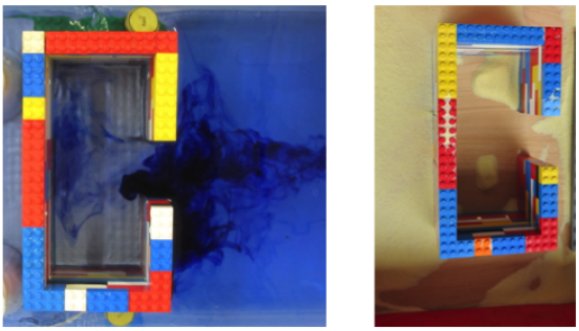


Modellhaus, das für die Versuche im Wind und Wasserkanal verwendet wurde.

Eines unserer Hauptziele war, Strömungen in Luft sowie im Wasser zu untersuchen. Die Wind- und Wassergruppe arbeiteten aber nicht völlig getrennt voneinander, sondern sie versuchten auch, Analogien zwischen den zwei Medien zu finden. Uns war in der Vorstellung bewusst, dass sich Wind und Wasser in Strömungen ähnlich verhalten, sodass wir kurzerhand beschlossen, dies an einer Versuchsreihe experimentell festzustellen.

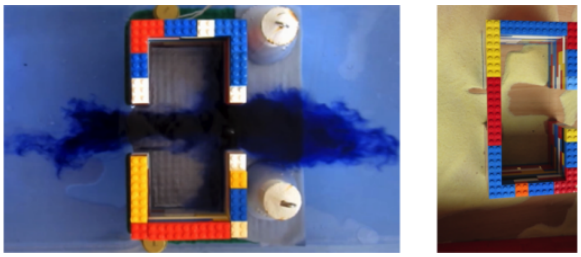
Dazu bauten wir ein Gebäude aus Lego, welches aus einer Vordertür, einer Hintertür und einem seitlichen Fenster bestand. Dieses Gebäude wurde unter verschiedenen Bedingungen in den Wind- und Wasserkanal gestellt, sodass wir beides vergleichen konnten.

Bei einem unserer Versuche war die Vordertür geöffnet, die Hintertür und das Fenster waren geschlossen.



Versuchsaufbau: Vordertür offen, Hintertür und Fenster zu

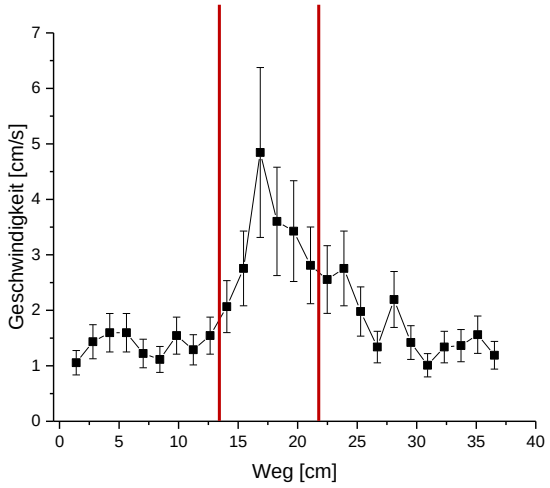
Im Wasserkanal gab es im gesamten Hausbereich Turbulenzen und sogenannte „Totwassergebiete“, bei dem die Strömung entgegengesetzt der eigentlichen Strömungsrichtung floss. Im Windkanal bildeten sich ebenfalls Turbulenzen und es waren Totwassergebiete zu sehen, bei denen sich auch noch zwei kleinere Hügel bildeten, um welche die Strömung zirkulierte.



Versuchaufbau: Vorder- und Hintertür offen, Fenster zu

Im zweiten Versuchsaufbau waren Vorder- und Hintertür geöffnet, aber das Fenster geschlossen. Dabei gab es in beiden Medien einen Durchzug, jedoch bildeten sich vereinzelt Turbulenzen an der Hintertür.

Auf unserem Videomaterial haben wir erkannt, dass die Strömung während des Passierens des Hauses eine deutlich höhere Geschwindigkeit hatte als sonst. Daher haben wir uns für eine Geschwindigkeitsanalyse unseres Videomaterials entschieden. Wir konnten dies umsetzen, indem wir die Position eines Referenzpunktes zu einer jeweiligen Zeit erfassten. Danach setzten wir die reale Maße mit den virtuellen Maßen des Hauses gleich und konnten somit aus den Messpunkten die Geschwindigkeit an verschiedenen Messpunkten berechnen. Daraus haben wir dann unser Geschwindigkeit-Weg-Diagramm erstellt.

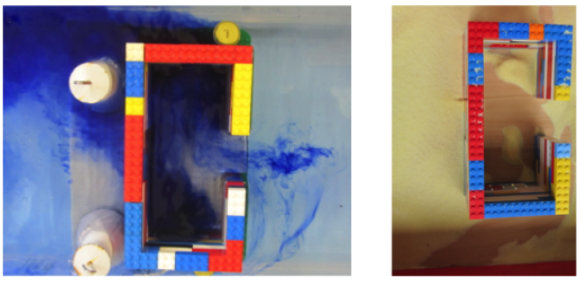


v-s-Diagramm der Strömung durch das Haus. Die roten Linien markieren den Ein- und Austritt.

Da allerdings der Referenzpunkt nicht immer klar erkennbar war und wir nur 25 Einzelbilder pro Sekunde aufnahmen, sind unsere Messergebnisse nicht völlig exakt. Daher haben wir die relative Messabweichung berechnet und unserem Diagramm hinzugefügt.

Im Diagramm kann man erkennen, dass die Strömung innerhalb des Hauses stark beschleunigt wird, aber vor dem Austreten wieder ihre Ausgangsgeschwindigkeit erreicht, so wie es durch die Kontinuitätsgleichung beschrieben wird.

Als drittes haben wir die Vordertür und das seitliche Fenster geöffnet, die Hintertür aber geschlossen. Es war festzustellen, dass Wasser und Wind durch die Vordertür hinein und durch das Fenster hinaus strömten. Allerdings bildeten sich vor dem Fenster kleinere Grießhügel, da das Fenster zu hoch lag und der Grieß dadurch nicht herausströmen konnte.



Versuchaufbau: Vordertür und Fenster offen, Hintertür zu

Bei diesen Experimenten haben wir festgestellt, dass sich Strömungen in Luft und Wasser sehr ähnlich verhalten.

Warum werden Dächer bei Sturm abgedeckt?

Noah Fuchs, Niklas Zischka

Oft sieht man nach schweren Stürmen Dächer, bei denen die Dachziegel fehlen. Dazu haben wir uns gefragt, warum diese abgedeckt und wo sie am häufigsten abgelöst werden. Dabei haben uns auch die dort wirkenden Kräfte interessiert. Dieses Phänomen wollten wir zudem auch bei unterschiedlichen Dachneigungen erforschen.

Bei unserer Exkursion ans KIT wurde uns auch ein Experiment zum Verhalten von Dachziegel an einem Modellhaus bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten vorgeführt. Um diesen Effekt näher zu erforschen und um unsere Fragen zu beantworten, haben wir uns auch eigene Versuchsreihen ausgedacht. Dazu bauten wir ein Hausmodell, bei dem wir auch die Dachneigung verändern konnten. Um mit dem Modellhaus auch Experimente im Wasserkanal durchführen zu können, wurde das Haus mit wasserfestem Lack imprägniert.

Zu Beginn wollten wir die Kraft, die auf das Dach wirkt, mit einem Federkraftmesser ermitteln. Dabei gab es verschiedene Probleme, zum Beispiel war die Kraft anfangs zu gering, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. Als wir dann einen genaueren Federkraftmesser verwendeten, waren aber die Schwankungen der

Dachziegel werden vom Modellhaus heruntergeweht

Dachplatte so stark, dass wir die Kraft nicht exakt bestimmen konnten. Dadurch konnten wir kein verwertbares Ergebnis ermitteln.

Um die Fragestellung beantworten zu können, welche Dachbereiche besonders stark angegriffen werden, sägten wir für unser Hausmodell einzelne kleine Dachziegel, die wir dann in die Dachfläche lose einpassten. Um unsere Experimente besser auswerten zu können, nummerierten wir die einzelnen Dachziegel systematisch durch. Nun haben wir den Versuch bei Dachneigungen von 0°, 22.5°, 30° und 45° mehrmals durchgeführt und in einer Tabelle ausgewertet.

Bei einer 45° Dachneigung werden hauptsächlich die unteren Dachplatten abgedeckt. Die oberen Dachziegel werden dagegen weniger oft vom Dach gerissen.

Bei einer geringeren Dachneigung von 30° werden eher die Dachziegel im mittleren Bereich des Daches abgedeckt.

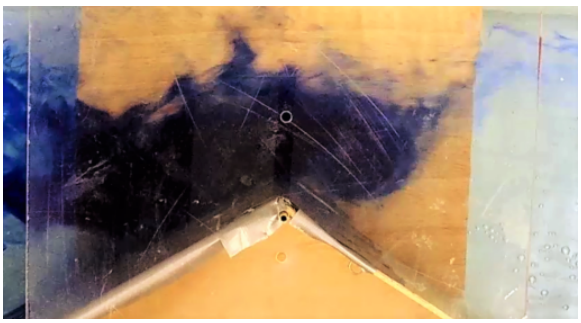
Bei einem flachen Dach (22.5°) werden die Dachplatten im oberen Bereich gelöst. Bei einem Flachdach (0°) werden alle Dachziegel auf einmal vom Dach gerissen. Das kommt daher, dass die Luft unter alle anderen Dachziegel strömen kann und diese dann abheben, sobald sich ein einziger Ziegel gelöst hat.

0%	17%	0%	17%
0%	33%	33%	50%
0%	50%	100%	83%
17%	17%	50%	83%

14%	0%	14%	14%
57%	71%	86%	43%
43%	57%	43%	43%
0%	14%	0%	0%

43%	71%	71%	0%
43%	86%	100%	0%
43%	29%	71%	14%
14%	14%	14%	43%

Häufigkeit des Abdeckens der Dachplatten bei 45° (oben), bei 30° (unten links) und 22.5° (unten rechts) Dachneigung



Wirbel an der Dachkante werden im Wasserkanal sichtbar gemacht

Bei den Experimenten im Wasserkanal konnte man sehr gut die Ablösung von Wirbeln an der Dachkante sehen. Durch diese Wirbel können Dachziegel abgelöst werden.

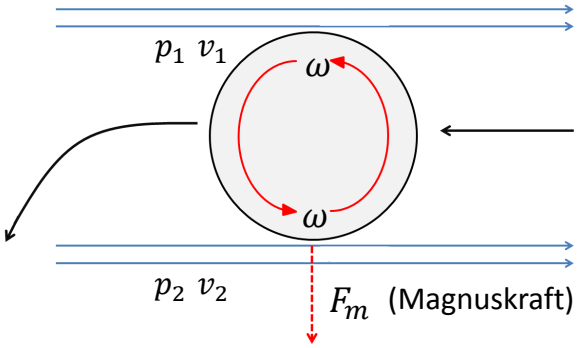
Aus unseren Ergebnissen konnten wir folgendes Fazit schließen:
Je flacher das Dach, desto stärker wird das Dach im oberen Bereich angegriffen. Dadurch sind Ziegel bei einem sehr flachen Dach mit besonders hohen Windgeschwindigkeiten enorm gefährdet. Das liegt auch daran, dass bei einem

flachen Dach, die Luft leichter unter die Ziegel strömen und diese anheben kann.

Magnus-Effekt

Jonas Beckort, Alexander Neuss, Daniel Schiller

Vom Fußball inspiriert, haben wir folgenden Effekt näher betrachtet: Wenn man den Fußball mit einem Drall schießt, hat der Ball keine gerade, sondern eine gekrümmte Flugbahn. Um diesen Effekt verstehen zu können, haben wir uns dazu anfangs mit der Theorie befasst: Da sich der Ball bewegt, erfährt er Gegenwind.



Skizze zur geometrischen Bestimmung der Magnuskraft

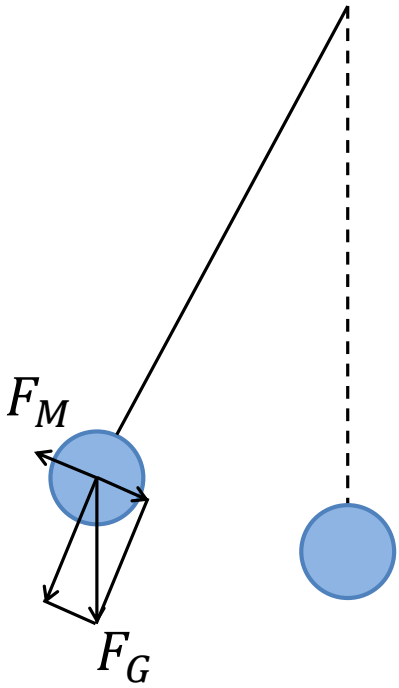
Durch die Ballrotation wird auf einer Seite des Balls die Windgeschwindigkeit beschleunigt, auf der anderen Seite verlangsamt. Wegen des Bernoulli-Effektes entsteht ein Druckunterschied zwischen den beiden Seiten des Balls, da die Windgeschwindigkeit wegen der Ballrotation abnimmt. Aus diesem Druckunterschied entsteht die Magnuskraft, welche den Ball ablenkt.

Unser nächster Schritt war es nun, dies experimentell zu veranschaulichen. Dazu haben wir an eine Bohrmaschine eine Schnur mit einem Golfball befestigt, damit wir den Ball in Rotation versetzen können. Die Bohrmaschine haben wir vor die Turbine befestigt und daraufhin beide Geräte eingeschaltet. Dabei konnten wir eine Ablenkung des Balles feststellen.

Zusätzlich haben wir durch die Ablenkung geometrisch berechnet, wie stark die Magnuskraft bei unserem Experiment gewesen ist: Dazu haben wir uns ein Kräfteparallelogramm erstellt,

Versuchsaufbau zur Messung der Magnuskraft

wodurch wir die Rückstellkraft durch den Sinus bestimmen konnten. Da der Ball ausgelenkt blieb, mussten die Magnuskraft und die Rückstellkraft gleich groß sein. Bei unserem Experiment haben wir eine Kraft von 0,4 N errechnet. Mit diesem Experiment und unseren theoretischen Erkenntnissen konnten wir uns das Prinzip der Bananenflanke beim Fußball erklären.



Skizze zur geometrischen Bestimmung der Magnuskraft

Sandrippel

Clara Deifel, Clara Kretzschmar

Wenn sich das Meer bei Ebbe zurückzieht, hinterlässt es weite Flächen Sand, übersät von vielen kleinen Sandhügeln, sogenannten Sandrippeln: gerade Linien, manchmal verzweigt, mal breit und flach, ein anderes Mal sehr eng aneinander. Wir waren beide vor der Akademie im Urlaub am Meer, dabei haben wir uns gefragt, wie diese Sandrippel entstehen und warum sie so unterschiedlich aussehen.

„Echte“ Sandrippel am Meer

Um dieser Frage auf den Grund zu gehen, haben wir ein Aquarium mit Sand und Wasser befüllt, auf Rollen gestellt und in regelmäßig hin- und hergeschoben. Schienen aus Holz sorgten dafür, dass das Aquarium nicht zur Seite rutschte.

Unser Versuchsaufbau

Am Anfang lief bei unseren Versuchen nicht alles glatt. Wir hatten mit einigen Problemen zu kämpfen. Es wurde Sand vom Beachvolleyballplatz verwendet, der sehr dreckig war. Deshalb mussten wir ihn mehr als zehnmal waschen, bis er so sauber war, dass man durch das Wasser hindurchschauen konnte.

Um den Einfluss der Korngrößen zu untersuchen, wurde der Sand gesiebt. Jedoch stellten wir fest, dass bei Versuchen mit gleichen Korngrößen keine Sandrippel entstanden. Weil es in der Natur verschiedene Sandkörner gibt, benutzten wir schließlich unterschiedliche Korngrößen.

Im Sand waren Tartanreste, die mit der Strömung geschwommen sind und die Strömung teilweise sichtbar machte. Um auch Wirbel sehen zu können, haben wir Pfeffer in das Wasser gestreut. Die Ergebnisse der Versuche waren schwer vergleichbar und nicht reproduzierbar, weil wir das Aquarium nicht gleichmäßig bewegen konnten. Außerdem war es sehr aufwändig, immer von Hand Wellen zu erzeugen.

Bei den Versuchen mit dem Rüttelgerät gab es zu viele andere Effekte.

Deshalb haben wir nach einigen Tagen das Aquarium auf ein Rüttelgerät gestellt, um damit Wellen zu erzeugen. Es sind so zwar Sandrippel entstanden, aber nicht durch die Strömung, sondern durch die stehenden Wellen, die durch die Vibration des Rüttelgeräts entstanden sind. Letztlich haben wir das Aquarium wie am Anfang wieder von Hand bewegt.

Die Frage, unter welchen Bedingungen Sandrippel entstehen, ist nicht einfach zu beantworten. Bei allen Experimenten hat sich an jedem Rand ein kleiner Hügel gebildet, der darauf zurückzuführen ist, dass die Wasserwelle am Rand

Die ersten, selbsterzeugten Sandrippel

reflektiert wurde. Bei manchen Experimenten haben sich dann vom Rand aus andere, „echte“ Sandrippel gebildet. Daraus kann man schließen, dass man eine kleine Unebenheit braucht, damit Sandrippel entstehen.

Ein wichtiger Faktor bei der Entstehung ist die Geschwindigkeit des Wassers. Die Geschwindigkeit muss so hoch sein, dass sich der Sand leicht bewegt. Wenn sie aber zu hoch ist, entstehen breite, flache Sandrippel. Bei noch höherer Geschwindigkeit sieht man gar keine mehr oder bestehende Sandrippel verwischen wieder. Auch die Wasserhöhe ist ein Faktor, den wir untersuchen wollten. Bei einer Wasserhöhe von 1,5 cm war die Oberflächenströmung ein zu großer Störfaktor. Zwischen einer Wasserhöhe von 4 bis 7 cm bemerkten wir keinen Unterschied.

Auswirkungen eines Steins auf die Sandripppel

Da wir vermuteten, dass die Sandrippel durch Unebenheiten entstehen, haben wir in der Mitte des Aquariums einen größeren Sandhügel angehäuft. Allerdings wurde dieser mit der Strömung schnell wieder flach. Deshalb haben wir das Experiment mit einem Stein als Hindernis wiederholt, der nicht von der Strömung angegriffen wird. Dabei sind dicht um den Stein herum keine Sandrippel entstanden. Der Stein hat aber die Form der Sandrippel, die sich vom Rand her gebildet haben, beeinflusst.

Versuche mit einem Ufer, bei dem der Wirbel die Furche weiter aushöhlt

Unser letztes Experiment bestand darin, im Aquarium ein Ufer zu simulieren. Dafür haben wir auf der einen Seite mehr Sand aufgeschichtet als auf der anderen Seite. In unserem Experiment war das Ufer so steil, wie es am Strand wahrscheinlich selten vorkommt, aber es hat das Prinzip verdeutlicht. Zu beobachten war, dass sich viel schneller und auch schon bei viel niedrigeren Geschwindigkeiten Sandrippel bilden, weil sich der Sand durch die Steigung schneller bewegt.

Der erste Sandrippel entsteht durch eine Unebenheit im Sand oder durch ein kleines Hindernis. An diesem Sandrippel entstehen Wirbel, durch die die Sandrippel größer wird. Die Wirbel werden von der Strömung weitergetragen und lassen neben dem Sandrippel weitere entstehen. Ist im Wasser ein Hindernis, zum Beispiel ein Stein, beeinflusst das die Wirbel und lässt die Sandrippel anders formen.

Vergrößerte Ansicht eines Sandwirbels

Sandrippel sind ein höchst kompliziertes Phänomen, und obwohl noch viele Fragen offen

bleiben, haben wir durch unsere Versuche einige Erkenntnisse zur Entstehung von Sandrippeln gewonnen.
Tröstlich ist außerdem, dass selbst gestandene Wissenschaftler ihre Entstehung (noch) nicht genau erklären können.[1]

Zwei Wochen Phy-Sieg ...

Clara Deifel

Zwölf Teilnehmer, eine Schülermentorin, drei Kursleiter: das war unser Kurs – zu Beginn der Akademie. Am Ende war es viel mehr: eine Gemeinschaft, zu der jeder seinen Teil beitrug und in der jeder seinen Platz fand.

Dazwischen lagen gemeinsame Experimente, unsere Exkursion ans KIT, die Suche nach einem Schlachtruf für das Sportfest, das Sportfest selbst, die Rotation, Erklärungen und Diskussionen, viele Gummibärchen und nicht zuletzt viel Engagement und Geduld – zwei Wochen, in denen wir wahnsinnig viel über Physik lernten, die uns aber auch in ganz anderen Bereichen weitergebrachten:

Eigene Experimente	**P**	lanen und umsetzen
Nic	**H**	t aufgeben
Formeln s	**Y**	nd nicht gefährlich
Fragen	**S**	tellen
Einblick	**I**	n echte Forschung
Zusammen den	**K**	en

Da unser Kurs keinen festgelegten Ablauf hatte, konnten wir alle unsere Ideen einbringen. Deshalb kam es aber auch zu Problemen, mit denen vorher niemand gerechnet hatte, durch die wir uns aber Dank unermüdlicher Motivation unserer Kursleiter durchbissen. Umso schöner ist es jetzt, dass wir Antworten auf unsere eigenen Fragestellungen gefunden, dabei viele Freundschaften geschlossen – und nicht zu vergessen: viel Spaß gehabt haben! Wir hätten auch gerne noch länger an unseren Projekten geforscht ...

Deswegen an dieser Stelle ein ganz großes Dankeschön an unsere Kursleiter und unsere Schülermentorin, ohne die das alles nicht möglich gewesen wäre!

Bleibt nur noch das alles erklärende Schlusswort:

Phy – Sieg!!! (Flow)

[1] Helga Rietz, Max-Planck-Gesellschaft „Wer kämmt den Sand? – Über die Entstehung von Sandrippeln“

Kurs 6 – TheoPrax

Vorwort

Zainab Chokr

Diese Sommerferien waren für die Teilnehmer des TheoPrax-Kurses eine klebrige Angelegenheit. Nicht etwa weil wir auf unseren Sofas klebten, nein, diesen Sommer lösten wir den Klebstoff, der uns auf der Couch kleben ließ und begaben uns auf ein Klebeabenteuer der viskosesten Art nach Adelsheim. Während sich andere Jugendliche mit Schwimmbad, Urlaub oder vielleicht auch mit Langeweile herumschlugen, kämpften wir gegen ein- und zweikomponentige Klebstoffe. Im Kampf gegen diese halfen uns unsere Kursleiter Monika Jakob und Stefan Sims, sowie unser Schülermentor Phillip Weiß.

Unsere Themenstellung erhielten wir vom Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) in Pfinztal. Zu zwölft versuchten wir bestimmte Autoteile miteinander zu verkleben und die Verklebungen wieder zu lösen. Um dies zu meistern, mussten wir uns jedoch in drei Gruppen aufteilen, die Verklebungen von unterschiedlichen Werkstoffen untersuchten. Letztendlich erreichten wir unser Ziel, denn wir vereinten unsere Kräfte und Stärken und klebten und lösten, wann und wo wir konnten.

Unser Kurs

Sita Müller, Andreas Gronbach

Team Debonding Waschmaschine

Unsere Gruppe bestand aus Jule, Pascal, Julian R. und Sita. Der Name war vielleicht nicht der kreativste und kürzeste, trotzdem drückte er, zumindest am Anfang, unser Projektziel aus: Verkleben und Entkleben von Waschmaschinenfügeteilen. Dass aus ihnen später der Kühlergrill eines Audis wurde, fällt ja nicht sonderlich auf ...

Pascal Schmidt Pascal war unser Laborgenie und verbrachte dort auch die meiste Zeit. Mit seiner konzentrierten und ruhigen Art stellte er gefühlt eine Million Verklebungen her und bereitete mehrere Experimente vor. Er war immer zur Stelle, wenn man ihn brauchte, was oft hieß, dass er die Treppen vom Labor zu unserem Kursraum rauf und runter rennen musste.

Julian Reichwein Während unserer Akademie war Julian deutlich derjenige mit dem größten Teekonsum und den meisten Nachrichten in der WhatsApp Gruppe und unserem Forum. Er war Meister im Anbieten von KüAs und hatte selbst bei dem größten zeitlichen Druck gute Laune.

Jule Baur Gäbe es Jule nicht, wären wir mit unserer Abschlusspräsentation nicht so schnell fertig geworden. Sie war überall das helfende Händchen mit ihrer begeisternden und fröhlichen Art und hatte ihre Stärken sowohl im Labor als auch am Computer. Außerdem konnte sie unglaublich ruhig und gut präsentieren.

Sita Müller Sita ohne Lolli gab es nicht. Sie war immer gut gelaunt und zur Stelle, wenn man ihre Hilfe benötigte. Beim Sportfest zeigte sich ihre Motivationsfähigkeit. Sie war sehr flexibel und konnte sowohl im Labor als auch im Kursraum beim Texteschreiben überzeugen.

Team Die Hybritiker

Die Mädelsgruppe bestand aus Gesche, Joëlle, Karo und Lisa. Der Gruppenname wurde von dem Wort „Hybridverklebungen“ abgeleitet, welches unser Thema war. Da wir als Werkstoffe sowohl Metall als auch Kunststoffe verwendeten, mussten wir mit doppelter Belastung zurechtkommen.

Joëlle Hartmann Joëlle (alias Jölle) motivierte uns mit ihrer total fröhlichen und netten Art. In der Gruppe war sie vor allem für die Arbeit am Computer zuständig, da sie wissenschaftliche Dokumente so schreiben konnte, dass selbst die Kursleiter dachten, sie wären von einem Experten verfasst. Sie arbeitete sehr schnell und mindestens genauso sorgfältig.

Karolin Scholz Karo behielt immer den Überblick und arbeitete bevorzugt im Labor, wo sie durch ihre ruhige Art und Hand konzentriert und vor allem genau arbeitete. Auch viele kreative Ideen stammten von ihr und sie konnte super präsentieren.

Gesche Herold „Theoretisch können wir praktisch alles außer Tesa lösen.“: Gesche brachte alles sofort auf den Punkt und bereicherte ihr Team durch kreative und nützliche Ideen. Auch bei Fragen wie „Was ist ABS nochmal ausgeschrieben?“ erhielt man bei Gesche jederzeit eine Antwort.

Lisa Schröder Lisa strahlte im Labor eine unfassbare Ruhe aus. Sie ging immer motiviert an die Arbeit und nichts und niemand konnte sie davon ablenken. Ihre humorvolle Art und Hilfsbereitschaft war eine echte Bereicherung für unseren Kurs.

Team Heavy Metal

Heavy Metal bestand aus Zainab, Andreas, Gideon und Julian O. Der kreative Name entstand aus einer spontanen Idee einen kurzen und bekannten Namen für das Team zu finden.

Andreas Gronbach Es war fast sofort klar, dass Andreas die Rolle des Teamsprechers, Organisators und Managers in unserem Kurs übernehmen sollte. Er war der „Anti-ewige-Diskussionen-Teamsprecher“ beim Sportfest und war auch sonst im Kurs immer höflich und freundlich und die Ruhe selbst.

Zainab Chokr Zainab war wohl die Sozialste in unserer Gruppe, half jedem und hatte stets ein Lächeln im Gesicht. Sie war dem Team mit ihrem ausgeprägten Fachwissen eine große Hilfe und brachte ihre zeichnerische Begabung beim Entwurf des Kurs- und Akademie T-Shirts zur Geltung. Dass diese Dokumentation nicht zu kurz und eintönig geworden ist, ist größtenteils Zainabs Schreibtalent zuzuschreiben.

Gideon Layh Er war sehr interessiert und brachte in so mancher müden Stunde neu-

en Schwung rein, indem er die Stimmung durch einen lustigen Spruch aufheiterte. Er war meistens im Labor anzutreffen, wo er trotz großem Stress immer sehr gelassen arbeitete. In der Poker KüA zeigte er seine überzeugenden Talente als Pokerspieler.

Julian Ortlieb Ein richtiges Ass im Umgang mit der Technik. Er kümmerte sich beim Bergfest und der Abschlussparty um die Licht- und Bühnentechnik. Ohne Julian wäre unsere Abschlusspräsentation chaotisch verlaufen, hätte er nicht die Moderation so souverän übernommen. Außerdem arbeitete Julian im Kurs sehr zielstrebig und strukturiert.

Kursleiter

Monika Jakob Monika Jakob war bestimmt die fürsorglichste und offenste Kursleiterin der gesamten Akademie. Sie erklärte uns die theoretischen Dinge über TheoPrax und Projektarbeit und war auch jederzeit bereit, fachliche Fragen zum hundertsten Mal zu erklären ohne auch nur ein bisschen von ihrer, stets anhaltenden, guten Laune zu verlieren. Sie sorgte für die Einhaltung unseres Zeitplanes, ließ uns aber auch die nötigen Pausen. Sowohl bei den anderen Kursleitern und Schülermentoren als auch bei uns war sie jemand, mit der man auch mal über persönliche Dinge reden konnte, sie war bald als „Akademiemutter“ bekannt.

Philipp Weiß Keiner kennt sich auf dem Schulgelände besser aus!!! Philipp hatte Heimvorteil und konnte uns somit auch leicht Zutritt zu technischen Geräten der Schule verschaffen. Er war eine echte Stimmungskanone. Mit der Blender-KüA hatte unser Schülermentor dieses Jahr einen großen Erfolg zu feiern. Zudem war er Meister im Karottenessen.

Stefan Sims Der absolute Chemiechecker und Boss. Stefans witzige und humorvolle Art war eine Bereicherung für unseren kompletten Kurs. Für unseren plötzlich erkrankten Schülermentor sprang Stefan beim Sportfest spontan ein und unterstützte uns dort mit großartigen Leistungen. Rund um die Uhr war er bereit uns zu helfen, indem er beispielsweise seinen wohlverdienten Schlaf für unsere Verklebungen opferte.

Thema

Karolin Scholz, Jule Baur

Das Thema des diesjährigen TheoPrax-Kurses war das stabile Verkleben und anschließende Entkleben (auch Debonding genannt) von Fügeteilen aus verschiedenen Materialien. Das Entkleben sollte das Recycling oder die Wiederverwendung der Fügeteile ermöglichen. Um dies zu erreichen, sollten die Fügeteile nicht beschädigt werden. Den Auftrag für dieses Projekt bekamen wir von Herrn Dr. Gettwert vom Fraunhofer ICT. Das Institut unterstützte uns außerdem durch die Bereitstellung der Materialien und der Durchführung von Tests an unseren Fügeteilen.

TheoPrax – was ist das?

Joëlle Hartmann

TheoPrax ist eine Lehr-Lern-Methodik, die für die Projektarbeit eingesetzt wird. Diese Methodik basiert darauf, dass theoretisches Lernen und praktisches Arbeiten direkt miteinander verbunden wird, somit kann das Gelernte sofort in die Praxis umgesetzt werden. Sie bezweckt, dass Schüler mit mehr Motivation lernen, indem sie Projekte mit einer realen Aufgabenstellung bearbeiten.

Das TheoPrax-Projekt, das wir im Rahmen der Science Academy 2015 bearbeitet haben, war ein reales Forschungsprojekt am Fraunhofer ICT. Dafür mussten wir unserem Auftraggeber, Herrn Dr. Gettwert vom Fraunhofer Institut für chemische Technologie (ICT), ein Angebot zusenden. Anschließend bekamen wir von ihm den Auftrag, der uns die Arbeit an dem realen Forschungsprojekt ermöglichte.

Um ein solches Projekt erfolgreich abschließen zu können, benötigten wir ein gutes Projektmanagement und zielgerichtete Kommunikation, die uns von unserer Kursleiterin Monika Jakob

erfolgreich vermittelt wurden. Obwohl wir einiges über das Projektmanagement lernten und das Wissen darüber auch anwenden konnten, gab es trotzdem im Kurs doch hin und wieder chaotische Momente.

Teamaufteilung

Gesche Herold

Unsere Ergebnisse, die wir bei unserem Projekt erarbeiteten, sollten natürlich auch anwendbar sein. Da wir uns alle mit dem Kleben und Entkleben von Fügeteilen beschäftigten, suchten wir zunächst nach Anwendungsmöglichkeiten in der Industrie für die Fügetechnik des Verklebens als Alternative zum Verschweißen oder Vernieten. Als Werkstoffe boten sich Metall und Kunststoff an, da diese in der Industrie sehr häufig Verwendung finden. Da aber eine Verklebung immer zwei Fügeteile benötigt, blieben uns drei Kombinationsmöglichkeiten dieser Werkstoffe: die Metall-Metall-Verklebung, die Kunststoff-Kunststoff-Verklebung und die Metall-Kunststoff-Verklebung (auch Hybrid-Verklebung genannt).

So bildeten sich dann die drei Gruppen: Die „Heavy-Metall“-Gruppe beschäftigte sich mit Metallen, um die Kunststoffe kümmerte sich die Gruppe „Debonding von Waschmaschinen“ und um die Kombination von beidem, also für Hybridverklebungen, interessierten sich „Die Hybritiker“.

Bei unserem Projekt galt es herauszufinden, welche Klebstoffe, welche Vorbehandlung und welches Debonding am besten für die verschiedenen Werkstoffe geeignet sind.

Wir orientierten uns am Beispiel des Autos, da dort Verklebungen in Zukunft viel mehr Verwendung finden sollten. Daher ergab es sich, dass die drei Vorzeigemodelle unserer Verklebungen Autoteile waren. Wir verklebten einen Kotflügel mit einem Metallgestell, um die Verklebung von Metall mit Metall zu demonstrieren, einen Kühlergrill mit einer Kunststoff-Verzierung als Kunststoff-Kunststoff-Verklebung und eine Kunststoff-Motorhaube in Leichtbauweise mit einem Metallgestell als Modell für Hybridverklebungen.

Was lief sonst noch im Kurs?

Julian Ortlieb

Natürlich verbrachten wir diese zwei Wochen nicht nur mit der Erfüllung des Auftrages, sondern es entwickelten sich auch Freundschaften, die die Zusammenarbeit förderten. Wir merkten, dass wir uns im Kurs aufeinander verlassen konnten. Dies wurde zusätzlich durch kleine Spiele in den Pausen unterstützt, die unsere Kursleiter vorbereitet hatten. In diesen Spielen lernten wir die anderen Kursteilnehmer besser kennen und bauten so ein gegenseitiges Vertrauen auf.

Eines dieser Spiele war ein Gruppenspiel, bei dem wir uns in zwei Gruppen aufteilten und einen 2 Meter langen Zollstock nur mit einem Finger pro Person auf den Boden legen mussten. Bei dieser Aufgabe war es sehr wichtig, sich mit den anderen Teammitgliedern abzusprechen und keinen Alleingang zu machen. So lief es auch bei unserem Auftrag, denn es war wichtig, dass jeder der Gruppe einen Teil zum Erfolg des Projekts beitrug.

Zur Stärkung im Kurs versorgte uns Monika immer wieder mit Nervennahrung, die vor allem aus Lollis bestand. Wodurch wir zu den Weltmeistern der Lolli-Lutscher wurden. Diese waren stets eine schöne Abwechslung, wenn man während des Arbeitens am „Verhungern“ war. Um nicht im Kurs zu verdursten, stellten uns unsere Kursleiter einen Wasserkocher zur Verfügung, mit dem wir uns selbst Tee machen konnten.

Wir waren aber nicht nur im Kurs tätig, sondern auch als TheoPrax-Gruppe beim Sportfest und führten dort gemeinsam Aufgaben durch, die nur in der Gruppe und mit genauer Absprache zu bewältigen waren. Wir hatten alle einen riesigen Spaß, obwohl wir trotz der Anstrengungen und des Ansporns unseres Kursleiters Stefan leider nur den letzten Platz belegten. Das hinderte uns nicht daran beim Bergfest noch einmal richtig Gas zu geben und dort den zweiten (eigentlich aber den ersten) Platz zu belegen.

Ablauf der Akademie

Julian Reichwein

Die Akademie fand in mehreren Abschnitten statt: dem Eröffnungswochenende, der Sommerakademie und dem Dokumentationswochenende. Beim Eröffnungswochenende bekamen wir die Gelegenheit, uns kennenzulernen und Aufgaben zu verteilen. Außerdem erlernten wir die theoretischen Grundlagen unter anderem auch, dass der umgangssprachliche „Kleber“ nicht den Klebstoff bezeichnet, sondern die Person, die klebt.

Den Hauptteil unserer Arbeit erledigten wir dann ein paar Wochen später in der Sommerakademie. Hier hatten wir Zeit für unsere Forschungsarbeit, die aus dem Planen, der Laborarbeit, aber auch aus dem Schreiben des Abschlussberichtes bestand. Gut einen Monat später stand dann auch noch das Dokumentationswochenende an. Wie der Name schon sagt, sollten wir in dieser Zeit die Dokumentation der Akademie vornehmen – mindestens genauso wichtig war uns allen aber auch das Wiedersehen.

Damit wir unsere Zeit besser planen konnten, hatten unsere Kursleiter zu Beginn der Sommerakademie schon einen großen Zeitplan vorbereitet, der in unserem Kursraum an der Wand hing. An diesem konnten wir ablesen, was uns vor- und nachmittags an Arbeiten im Kurs erwartete. Auf dem Plan waren neben der Laborarbeit auch noch viele andere Dinge, wie Einheiten zum Projektmanagement und zu Kreativitätstechniken, Arbeit an der Abschlusspräsentation und dem Abschlussbericht aufgeführt.

Alle besonders wichtigen Ereignisse wurden als Meilensteine gekennzeichnet. Der erste wichtige Schritt war die Rotation zur Mitte der Sommerakademie, bei der wir unser Projekt und die bisherigen Ergebnisse den Teilnehmern der anderen Kurse vorstellen konnten. Später folgten noch zwei weitere Meilensteine – unsere Exkursion an das Fraunhofer ICT bei Karlsruhe und schließlich die Abschlusspräsentation, bei der wir den begeisterten Zuschauern von unseren Ergebnissen und dem „Exposidharzklebstoff“ (eigentlich Epoxidharzklebstoff) berichteten.

Projektmanagement

Julian Reichwein, Jule Baur

In unserem Kurs lernten wir viel über Projektmanagement, da dies ein wichtiger Bestandteil der Projektarbeit ist. Der besondere Vorteil bei der Projektarbeit nach der TheoPrax-Methodik ist, dass wir das Gelernte auch gleich anwenden und in die Praxis umsetzen konnten. Uns wurde erklärt, wie jedes Projekt abläuft, also auch wie man ein Angebot schreibt, um einen Auftrag zu erhalten. Jetzt hatten wir die Gelegenheit das Erlernte direkt in die Praxis umzusetzen, indem wir ein Angebot an das Fraunhofer ICT schrieben. Das Angebot machte es auch notwendig, einen Projektstrukturplan zu erstellen.

Erstellung eines Projektstrukturplans

In diesem ordneten und gliederten wir die zu erledigenden Aufgaben, um uns und unserem Auftraggeber einen besseren Überblick über das Projekt zu geben. Beim Projektmanagement hatten wir auf jeden Fall mehr Spaß, als der Name vermuten lässt. Durch verschiedene Spiele wurde uns schnell klar, wie schwierig es überhaupt ist, in einem Team zu arbeiten und das gemeinsame Projekt zu organisieren.

Kreativitätstechniken

Zainab Chokr, Joëlle Hartmann

Während der Akademie lernten wir einiges über unterschiedliche Kreativitätstechniken, die verwendet werden, um neue Ideen in unkreativen Phasen zu bekommen. Dabei erfuhren wir, wie wichtig es ist, ab und zu gegen die Regeln zu denken, also auch Materialien für einen anderen Zweck zu verwenden (Buch als Lampe). Um

das zu erlernen, übten wir an Beispielen verschiedene Kreativitätsmethoden, wie die ABC-Liste oder die Identifikationsmethode. Dabei bezogen wir sogar die Bedürfnisse des Klebstoffes in unsere Ideenfindung mit ein. So konnten wir feststellen, welche Kriterien der Klebstoff erfüllen sollte, damit jeder mit ihm zufrieden ist. Bei dieser Kreativitätstechnik gab es außerdem die verrücktesten Ideen, denn bei der Ideenfindung zu einem bestimmten Thema ist es wichtig, alle Ideen zu notieren, die einem in den Kopf kommen. Wichtig ist auch, dass in dieser Phase keinerlei Kritik geübt werden darf! Selbst unrealistische Ideen können aufgeschrieben werden, da sie später auf Durchführbarkeit überprüft werden, um so die Menge an Ideen zu reduzieren.

Kommunikation

Jule Baur, Karolin Scholz, Lisa Schröder

Bereits am Eröffnungswochenende lernten wir eine Übung zu dem Thema Kommunikation kennen. Dazu bekam jeder Teilnehmer mehrere Bilder, die in einer bestimmten Reihenfolge geordnet werden sollten. Eine Schwierigkeit bestand darin, dass niemand die Bilder der anderen Teilnehmer sehen durfte und man diese Aufgabe daher durch sehr detailgenaues Beschreiben lösen musste. Am Anfang war es etwas schwierig, doch nach einiger Übung hatten wir den Dreh raus und es funktionierte ziemlich gut.

Eine weitere Einheit zu diesem Thema hatten wir während der zwei Wochen im Sommer, welche auch mit einem Spiel verbunden war. Dazu mussten sich zwei Teilnehmer Rücken an Rücken setzen. Nun musste die eine Person ein LEGO- Modell bauen, welches er dem anderen beschrieb, die andere Person musste dieses dann (er durfte das LEGO-Modell seines Partners nicht sehen) nachbauen. Wenn der Erste dieses nicht genau genug beschrieben hatte, konnte der Andere dieses nicht nachbauen. Bei zu genauem Beschreiben war dies aber auch nicht möglich, da der Andere dann vor lauter Worten nicht mehr verstand, was er genau zu tun hatte.

Zum Schluss lernten wir, wie man richtig Feedback gibt, was wir dann auch gleich ausprobierten.

Am Ende dieser Einheit wurde uns bewusst, wie wichtig Kommunikation ist. Diese Informationen über das Thema Kommunikation halfen uns in unserer Projektarbeit sehr und brachten uns weiter, da wir dadurch unnötige Konflikte vermeiden konnten.

Grundlagen Klebstoffe

Pascal Schmidt, Gesche Herold

„Es heißt Klebstoff, nicht Kleber. Der Kleber ist die Person, die eine Verklebung herstellt“

Das war die erste Lektion, die dem diesjährigen TheoPrax-Kurs zu Teil wurde und vermutlich auch die, die am längsten im Gedächtnis der TheoPraxler hängen – oder sollten wir besser sagen kleben? – bleibt.

Klebstoffe sind Stoffgemische und bestehen aus Polymerketten, welche sich entweder während des Aushärtens bilden oder von Anfang an im Klebstoff vorhanden sind. Diese enthalten einerseits künstlich hergestellte Stoffe, andererseits gibt es aber auch Klebstoffe mit natürlichen Inhaltsstoffen wie zum Beispiel Stärkeklebstoffe oder Baumharze.

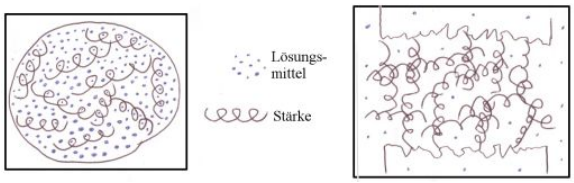
Nach DIN 16920 wird ein Klebstoff folgendermaßen definiert: Ein „Klebstoff ist ein nichtmetallischer Werkstoff, der Körper durch Oberflächenhaftung und innere Festigkeit [...] verbinden kann, ohne dass sich das Gefüge der Körper wesentlich ändert“. Das heißt, dass ein Klebstoff zwei Fügeteile miteinander verbinden kann, ohne diese zu verändern. Fügeteile sind die Körper, die verklebt werden. Eine Veränderung würde es zum Beispiel beim Schweißen geben, wo sich die beiden Körper erhitzen und verziehen können. Das Verbinden der beiden Fügeteile erreicht ein Klebstoff durch das Zusammenspiel von Adhäsion (Kraft zwischen Klebstoff und Fügeteil) und Kohäsion (die innere Festigkeit des Klebstoffes), welche durch zwischenmolekulare Kräfte und/oder chemische Reaktionen zustande kommen.

Einteilung der Klebstoffe

Man kann Klebstoffe anhand ihrer Abbindemechanismen einteilen. Es gibt Klebstoffe, die durch physikalische Prozesse aushärten. Andere Klebstoffe binden chemisch ab. Dabei findet eine chemische Reaktion statt, die dazu führt, dass der Klebstoff aushärtet.

Physikalisches Abbinden

Physikalisch abbindende Klebstoffe sind zum Beispiel Lösemittel- oder Schmelzklebstoffe. In dem ersten Klebstoff ist ein Lösemittel enthalten, das den Klebstoff in flüssiger Form erhält. Beim Aushärten dieses Klebstoffes verflüchtigt sich das Lösemittel, und der Klebstoff wird fest. Ein Beispiel für einen typischen Lösemittelklebstoff ist Holzleim. In der nachfolgenden Abbildung sieht man den Aushärtungsprozess eines lösemittelhaltigen Klebstoffes.

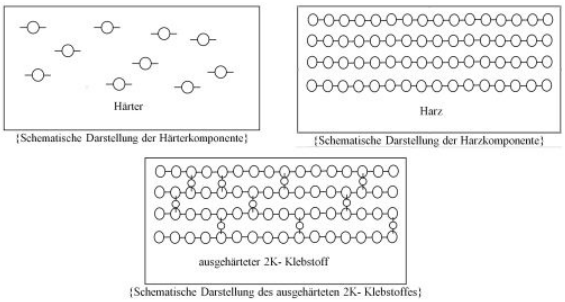


Ein Schmelzklebstoff liegt vor dem Verkleben in fester Form vor und wird durch Erhitzen flüssig. Dieser Klebstoff härtet aus, indem er wieder abkühlt. Schmelzklebstoffe sind Thermoplaste, also Kunststoffe, die schon bei niedrigen Temperaturen schmelzen. Ein bekannter Schmelzklebstoff ist zum Beispiel „Heißkleber“. Hier darf man die Formulierung „Kleber“ ausnahmsweise beibehalten.

Chemisches Abbinden

Beim chemischen Abbinden unterscheidet man zwischen den Abbindemechanismen von einkomponentigen und zweikomponentigen Klebstoffen. Einkomponentige Reaktionsklebstoffe reagieren mit einem anderen Stoff aus der Umgebung und härten dadurch aus. Cyanacrylatklebstoff, bekannt unter dem Namen „Sekundenkleber“ (auch hier darf man „Kleber“ sagen), ist dafür ein typisches Beispiel. Dieser reagiert sehr schnell mit der Luftfeuchtigkeit aus der Umgebung und kann deshalb bei Raumtemperatur aushärten. Bei Klebstoffen unterscheidet man auch heiß- und kalthärtende Klebstoffe. Muss man einem Klebstoff Temperatur zuführen, damit die chemische Aushärtereaktion gestartet wird, ist er heißhärtend. Ein heißhärtender Klebstoff ist zum Beispiel ein einkomponentiger Epoxidharzklebstoff. Der chemische Abbindemechanismus muss hier erst durch Wärme als „Aktivierungsenergie“ eingeleitet werden.

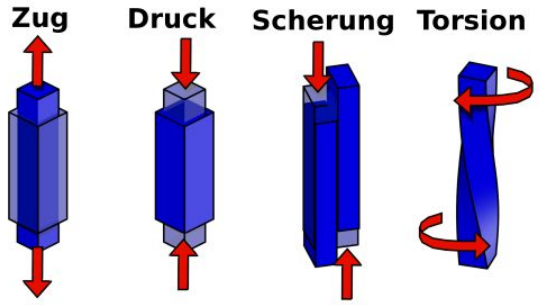
Zweikomponentenklebstoffe bestehen immer aus einem Harz und einem Härter, die sich beim Aushärten zu Makromolekülen (lange Molekülketten) verbinden und dadurch einen stabilen Kunststoff bilden. Da diese Klebstoffe in einem chemischen Prozess, der nicht durch Wärme unterstützt werden muss, abbinden, können zweikomponentige Klebstoffe bei Raumtemperatur aushärten. Wärme kann allerdings die Topfzeit (Verarbeitungszeit) verkürzen. Ein zweikomponentiger Klebstoff ist beispielsweise ein Epoxidharzklebstoff. Wie ein Zweikomponentenklebstoff aushärtet, ist in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt.



Beanspruchungsarten

Klebstoffe werden je nach Anwendung auf verschiedene Weise beansprucht. Zug- und Druckbelastungen können von Klebstoffen gut aufgenommen werden. Bei der Ausübung von Zug auf Verklebungen wird mindestens an einem Fügeteil dieser Verbindung gezogen. Als Druck wird demnach das gegenteilige Vorgehen bezeichnet, also das Zusammenpressen der Fügeteile. Bei Torsion- oder Scherbelastungen geben Klebstoffe allerdings meist schnell nach. Torsionsbeanspruchung besteht, wenn die Fügeteile gegeneinander verdreht werden. Scherbe-

anspruchung bezeichnet den Zug an sich überlappenden Fügeteilen, die in entgegengesetzte Richtung parallel zur Klebefläche auseinandergezogen werden. Die verschiedenen Arten der Beanspruchung kann man in der Abbildung sehen.



Verschiedene Beanspruchungsarten

Zusatzstoffe in Klebstoffen

Klebstoffen kann man verschiedene Füllstoffe wie Weichmacher, Vernetzer und Katalysatoren beimischen. Mit diesen Füllstoffen kann der Klebstoff so verändert werden, dass er für die jeweilige Anwendung benötigte Eigenschaften bekommt.

Weichmacher bewirken, dass der Klebstoff im ausgehärteten Zustand elastischer ist, doch vermindern sie dessen Kohäsion. Vernetzer bewirken genau das Gegenteil. Ihr Aufbau ähnelt dem der Härtekomponente des zweikomponentigen Klebstoffs, durch ihn können die Bestandteile der Harzkomponente noch stärker miteinander verbunden werden. Dadurch wird der Klebstoff starrer und härter, die Kohäsion wird erhöht. Allerdings wird die Adhäsion immer schwächer. Umgekehrt ist es genauso: wenn der Klebstoff eine starke Adhäsion hat, ist seine Kohäsion meist nur sehr gering.

Durch Katalysatoren kann man eine Beschleunigung oder Verlangsamung des Aushärteprozesses bewirken. Dies wird zum Beispiel bei Klebstoffen mit zu kurzen Topfzeiten benötigt. Es gibt auch Füllstoffe, die die Haltbarkeit von Klebstoffen erhöhen bzw. sie thermisch oder elektrisch leitfähig machen.

Ausblick und Anwendung

Gideon Layh

Die Frage, wofür unsere Forschungsergebnisse gut sind, ist leicht beantwortet. Kleben spart, im Gegensatz zu Vernieten und Verschweißen, bei der Produktion Gewicht. Der Leichtbau ist heutzutage von großer Bedeutung, denn je leichter das Material ist, desto weniger Treibstoff wird zum Antreiben benötigt. Dadurch wird die Umwelt geschont. Bisher wurden meist Schweißnähte zum Verbinden von Metallen verwendet, doch diese Verbindungsmethode hat einige Nachteile. Zum einen sind verschweißte Fügeteile kaum noch zu trennen, zur Wiederverwendung müssen sie eingeschmolzen werden. Zum anderen beeinflussen die hohen Temperaturen die Metalle. Diese Verbindungen sind auch durch die zusätzlichen Materialmengen schwerer als Verklebungen.

Wie lange dieser Beutel wohl leer blieb?

Beim Zusammenfügen zweier verschiedener Materialien ist das Kleben als Verbindungsmethode geeigneter, da es schwierig ist verschiedene Materialien sortenrein zu trennen. Zur Wiederverwendung von verklebten Fügeteilen muss die Verklebung nur gelöst und gereinigt werden. Dies schont natürliche Ressourcen und ist somit umweltschonend. Außerdem können beschädigte Teile, zum Beispiel an Fahrzeugen, durch Debonding separat repariert oder ausgetauscht werden. Ein weiterer Vorteil des Debondingverfahrens ist der große Anwendungsbereich. In unserem Kurs haben wir uns mit Metall-Metall-, Metall-Kunststoff- sowie Kunststoff-Kunststoff-Verklebungen beschäftigt. All diese Verklebungen treten unter anderem im Bereich des Automobilbaus auf.

Aufbau

Zainab Chokr

Die Gruppen hatten den Auftrag verschiedene Materialien zu verkleben. Das hieß auch, dass sie verschiedene Klebstoffe und Löseverfahren verwenden mussten. Der Versuchsaufbau war bei den Gruppen jedoch relativ ähnlich. Verklebevorrichtungen zur Herstellung von Normprüfkörpern wurden uns zur Verfügung gestellt. Des Weiteren benötigten wir Glaskugeln, die die Dicke der Klebefuge einstellten. Doch vor dem ganzen Kleben und Lösen mussten wir unsere Fügeteile säubern, entfetten und die Oberfläche zum Beispiel durch Schleifen vergrößern. Für diesen Schritt benutzten wir ein Ultraschallbad mit Lösungsmittel oder Schleifpapier. Uns standen auch jede Menge Werkzeuge und Hilfsmittel zur Verfügung, von Metallsägen bis zu Spritzen und Kanülen. Es ist zu erahnen, dass der Abbau am Ende der Akademie nicht sehr einfach war.

Einstellen einer Verklebevorrichtung

Durchführung

Zainab Chokr

Vor dem eigentlichen Verkleben mussten wir unsere Fügeteile reinigen und die Oberfläche vergrößern. Je nach Lösungsmethode mussten weitere Oberflächenbehandlungen vorgenommen werden. In den uns zur Verfügung stehenden Verklebevorrichtungen befestigten wir unsere Fügeteile. Danach trugen wir Klebstoff auf und Glaskugeln, die die Dicke der Klebefuge bestimmten und legten die fertigen Verklebungen schließlich in einen Ofen. Dabei durften wir auf keinen Fall Handschuhe, Schutzbrille und Laborkittel vergessen. Sich daran zu erinnern klingt vielleicht einfach, ist es aber ganz und gar nicht. Die unterschiedlichen Klebstoffe hatten unterschiedliche Härtungstemperaturen sowie Topfzeiten. Nachdem die Fügeteile im Ofen vor sich hingebrutzelt und abgekühlt hatten, konnten wir endlich mit dem Lösen beginnen. Hier handhabte jede Gruppe anders, denn für die verschiedenen Verklebungen brauchten wir auch unterschiedliche Lösungsmethoden, Lösungsmittel und Werkzeuge.

Konzentriertes Arbeiten im Labor

Metall-Metall-Team

Zainab Chokr

Versuche

Wir hatten insgesamt drei Lösungsansätze, die wir umsetzen wollten. Dazu benötigten wir jede Menge Versuche. Unsere Versuche nahmen wir mit zwei verschiedenen und doch gleichen

Klebstoffen vor. Beides waren Epoxidharzklebstoffe (EP), doch der eine war einkomponentig (1K), während der andere zweikomponentig (2K) war. Welcher Klebstoff nun der bessere war, hing von der Art der Vorbehandlung ab: Bei unbehandelten Fügeteilen erreichte der 1K EP-Klebstoff eine höhere Festigkeit, bei vorbehandelten Fügeteilen der 2K EP-Klebstoff. Mit Aceton versuchten wir die Klebstoffe so anzulösen, dass die verklebten Fügeteile später leichter voneinander zu trennen waren. Um dies zu erreichen, musste unser Lösungsmittel erst einmal in die Klebefuge gelangen. Aber wie? Genau an diesem Punkt waren unsere Köpfe gefragt. Nun hieß es überlegen und vor allem versuchen, versuchen, versuchen. Eine der häufigsten Antworten, die wir im Labor von unserem Kursleiter Stefan erhielten, lautete: „Versuch es, probier's aus". Also versuchten wir es. Erst einmal mussten wir herausfinden, ob sich unsere Klebstoffe auch wirklich durch Aceton lösen ließen. Natürlich probierten wir auch andere Lösungsmittel aus. Wir verglichen deren Wirkungen, um feststellen zu können, welches dieser Lösungsmittel am besten funktionierte. Um unser Lösungsmittel schließlich auch in die Klebefuge zu bekommen, sägten wir kleine Rillen in die Klebeoberflächen der Metallfügeteile. Diese Rillen mussten wir aber mit Wachs oder Tesa™-Film versiegeln, damit der Klebstoff beim Verkleben nicht in die Rillen gelangte. Außerdem versuchten wir die Klebeschicht, die aus einem besonders festen Kunststoff bestand, mithilfe eines heißen Drahtes zu zersetzen.

Ergebnisse

Selbstverständlich hatten wir nach zwei Wochen intensiver Arbeit und vielen Versuchen auch tonnenweise Ergebnisse. Unsere Idee, Rillen in die Fügeteile zu sägen und diese dann zu versiegeln, schien vielversprechend zu sein. Wir entschieden uns für zwei verschiedene Füllstoffe, und beide erfüllten ihren Zweck. Auch die Idee mit dem heißen Draht sollte funktionieren, doch wegen eines unvorhersehbaren Zwischenfalls konnten wir nicht genügend Versuche durchführen, denn der Draht riss und die Zeit reichte nicht mehr aus. Als Lösungsmittel eignete sich Aceton. Also hatten wir schon zwei funktionierende Debonding-Verfahren. Ein weiteres, nicht ganz so erfreuliches Ergebnis gestaltete später unser Kurs-T-Shirt: Theoretisch können wir praktisch alles ... außer Tesa lösen.

Kunststoff-Kunststoff-Gruppe

Sita Müller

Probleme in der Materialauswahl

Unser erstes Problem war, dass das Polypropylen (PP) nicht ausreichend mit den ausgewählten Klebstoffen benetzt wurde und somit nicht verklebt werden konnte. Grund dafür war, dass das PP eine zu geringe Oberflächenenergie besitzt. Die Lösung bestand darin, Polyamid 6 (PA6), welches eine hohe Oberflächenenergie hat, für die Verklebungen zu wählen. Dabei entstanden, zumindest beim Verkleben, keine weiteren Probleme.

Probleme bei den Debondingverfahren

Ein weiteres Problem entstand bei der Mikrowellenbestrahlung. Der Klebstoff zersetzte sich zwar nach 40–50 Sekunden, jedoch zersetzte sich auch unser Kunststoff. Daher versuchten wir, nur die Klebenaht an den energiereichsten Punkt in der Mikrowelle zu bringen, damit der Rest der Fügeteile nicht zu stark erhitzt wurde.

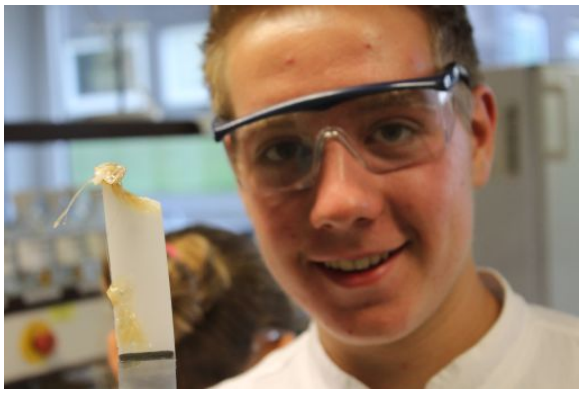
Zudem lösten sich die Polyetherimid (PEI)-Kanäle, welche Freiraum für das Lösemittel schaffen sollten, nur unter großem Zeitaufwand vollständig in Dichlormethan. Um diese vollständig zu lösen, hätte die Klebefuge dicker sein müssen. Das Aceton gelangte trotzdem gut in die Verklebung. Bei der Dicke unserer Klebefuge wurden demnach nicht unbedingt PEI Kanäle benötigt.

Hybridverklebung

Gesche Herold

Beim Entnehmen der ersten verklebten Prüfkörper aus der Klebevorrichtung stellten wir fest, dass der erste Epoxidharzklebstoff, den wir verwendeten, nicht so gut hielt wie der zweite

Epoxidharzklebstoff. Schon bei kleinen Zugversuchen per Hand brachen die Fügeteile, die mit dem ersten Klebstoff verklebt waren, auseinander. Daher entschieden wir uns im Verlauf der Akademie, nur den zweiten Epoxidharzklebstoff zu benutzen, um von vorneherein eine bessere Stabilität zu erreichen. Auch zeigte sich, dass der zuerst geplante Kunststoff ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol) ungeeignet war, da dieser sich in dem von uns verwendeten Lösemittel Aceton auflöste. Zum Glück gab es einen einfachen Wechsel zu Polyamid 6 als Kunststoff, und es kam keine Verzögerung bei der Versuchsdurchführung zustande.



Was passiert, wenn man einen TheoPraxler mit Polyamid 6 und einer Mikrowelle alleine lässt?

Durch die sehr schmale Klebefläche war es problematisch, mit dem Lösemittel an den Klebstoff zu gelangen. Dem Problem konnten wir entgegenwirken, indem wir entweder vor der Verklebung eine Kerbe in das Metallfügeteil feilten und diese mit Tesa™-Film verklebten oder den ganzen Prüfkörper in das Lösemittel legten.

Mit der Verklebung der Kerbe im Metall entstand ein neues Problem, nämlich wie man trotz des Tesa™-Films an den Klebstoff gelangte. Eine Möglichkeit bestand darin, den Tesa™-Film aufzulösen. Dafür testeten wir die drei Lösemittel Aceton, Ethanol und Petrolether. Darüber hinaus probierten wir es noch mit Salzsäure und Natronlauge. Alle Medien waren fähig, den Haftklebstoff auf dem Tesa™-Film zu lösen, keines aber den eigentlichen Kunststofffilm. Daraus ergab sich das Thema unseres Kurs-T-Shirts mit der Aufschrift: „Theoretisch können wir praktisch alles . . . außer Tesa lösen“. Jedoch erübrigte sich dieses Problem später, da das Lösemittel zuerst an die Klebeschicht des Tesa™-Film gelangte. Somit konnte der Tesa™-Film nicht mehr an dem Fügeteil haften und wir konnten mit einer Spritze problemlos an den Klebstoff gelangen.

Exkursion zum Fraunhofer ICT

Jule Baur

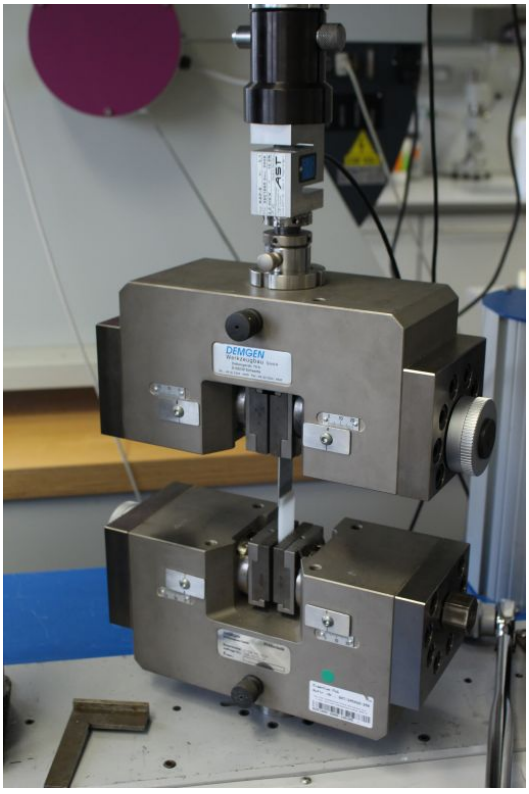
Am zweiten Montag in der Sommerakademiezeit war unser Exkursionstag, an dem wir uns zusammen mit dem Medien-Kurs auf den Weg nach Karlsruhe machten. Während der Busfahrt hatten wir die Aufgabe an unserem Abschlussbericht und der Abschlusspräsentation weiterzuarbeiten. Am Fraunhofer ICT angekommen ging es erst einmal zu dem Labor, in dem wir unsere Verklebungen auf Zugscherfestigkeit testeten. Dort teilten wir uns in unsere Gruppen auf, da nicht alle gleichzeitig an der Universalprüfmaschine arbeiten konnten. Um die Messungen durchzuführen, bekam jede Gruppe eine Einweisung an der Maschine und durfte sie danach alleine bedienen.

Die anderen zwei Gruppen erlebten eine interessante Führung durch das Kunststoff-Technikum des ICTs von einem sehr netten Mitarbeiter des Instituts. Wir erfuhren viel über das Spritzgussverfahren von Kunststoffen und die Herstellung von Partikelschaum (zum Beispiel Styropor). Unseren Begleiter durch das Technikum beeindruckten wir durch unsere während der Akademie bereits erworbenen Kenntnisse über Kunststoffe und deren Herstellung. Am Ende der Führung sahen wir auch einen Füller aus Leder, der wie Kunststoffe mit dem Spritzgussverfahren hergestellt wurde. Das war sehr interessant, da wir nicht dachten, dass auch auf ein Naturprodukt wie Leder das Spritzgussverfahren angewendet werden konnte.

Zur Mittagszeit war die erste Gruppe mit der Durchführung ihrer Messungen fertig. Nach der Mittagspause ging die Metall-Kunststoff-Gruppe in das Labor. Die anderen arbeiteten in dieser Zeit fleißig weiter an dem Abschlussbericht und der Abschlusspräsentation. Die Kunststoff-Kunststoff-Gruppe ging in ein anderes Gebäude, um die Zugscherprüfung für ihre Fügeteile vorzubereiten.

Leider erfolglos, denn in diesem Labor war der Strom ausgefallen! Hilfe kam von unserem Kursleiter Stefan, der die Arbeiten in seinem Labor ausführte. Leider ohne uns, da die Arbeitsmaterialien dort zu gefährlich waren.

Am Nachmittag führte dann auch die letzte Gruppe ihre Messungen durch und die Metall-Metall-Gruppe bekam noch ihre Führung durchs Kunststoff-Technikum.



Universalprüfmaschine im Fraunhofer ICT mit eingespanntem Probekörper

Zum Schluss durften wir noch unseren Auftraggeber Herr Dr. Gettwert kennenlernen. Nach einer kurzen Wartezeit auf den Bus traten wir die Heimfahrt an. Während der Fahrt war es still im Bus, da alle müde, erschöpft und erfüllt von den Ereignissen des Tages waren. Nach der Ankunft wurden noch schnell alle Sachen verstaut und wir trafen uns beim Abendessen wieder.

Insgesamt war es ein toller Tag, mit vielen Informationen und einer super Organisation. An den Exkursionstag am Fraunhofer ICT werden wir uns noch lange nach der Akademie erinnern.

Abschlusspräsentation

Julian Reichwein

Die Abschlusspräsentation war eines der großen Ziele, auf das wir hingearbeitet haben und nicht umsonst war sie auch als Meilenstein im Zeitplan vermerkt. Am vorletzten Akademietag bemühten sich alle, den Eltern, Kursleitern und Teilnehmern der anderen Kurse sowie einigen ehemaligen Teilnehmern die hart erarbeiteten Ergebnisse anschaulich und interessant zu erklären. Auch hierbei unterschied sich der TheoPrax-Kurs von den anderen. Alle anderen Kurse bildeten Dreiergruppen und hielten so jeweils vier 20-minütige Präsentationen pro Kurs. Im TheoPrax-Kurs hielten wir zu zwölft einen einzigen Vortrag, der mit der Fragerunde ca. eine Stunde andauerte.

In der Präsentation beeindruckten wir die rund 70 Zuhörer mit unserem Wissen und unserer Arbeit an unseren Projekten. Anhand unserer verklebten Prüfkörper und Vorführ-Modellen vermittelten wir den gespannten und interessierten Zuhörern die Erfahrungen, die wir alle in den letzten zwei Wochen gemacht hatten. Vorher hatten wir im Kurs die Inhalte der Präsentation auf alle zwölf TheoPraxler verteilt. Die Präsentation war ein wichtiger Moment für uns alle und dementsprechend waren wir auch sehr aufgeregt. Trotz aller Nervosität war die Abschlusspräsentation ein großer Erfolg. Feierlich überreichte uns unsere Kursleiterin Monika am Ende auch unsere hart erarbeiteten TheoPrax-Zertifikate, welche von den vielen wichtigen Erfahrungen zeugen, die wir während der letzten beiden Wochen der Sommerferien 2015 gemacht hatten.

Zusammenfassung

Julian Ortlieb

Anfänglich konnte sich wahrscheinlich keiner von uns vorstellen, was TheoPrax bedeutet oder was dort genau gemacht wird. Nachdem wir zwei Wochen gemeinsam gearbeitet, geknobelt und geforscht haben, sieht es jetzt schon ganz anders aus. TheoPrax war ein Kurs, in dem wir viel Spaß und Freude hatten. Es war sehr beruhigend, dass die Kursteilnehmer auch

dieselben oder ähnlichen Interessen hatten wie man selbst. Das hat das Zusammenarbeiten nicht nur sehr erleichtert, sondern die gemeinsame Arbeit war dadurch sehr kurzweilig und die Zeit verging wie im Flug.

Wir haben Freundschaften geschlossen und Informationen ausgetauscht. So lernten wir in Gruppen, aber auch selbständig zu arbeiten. Projektmanagement hat eine wichtige Rolle gespielt, da es später auch für den Beruf wichtig ist. Obwohl viel Lernstoff dabei war, der in diesem Umfang und dieser Genauigkeit nicht in der Schule gelehrt wird, haben alle interessiert mitgearbeitet. Gleichzeitig waren wir erstaunt, dass das Arbeiten hier viel mehr Spaß machte und interessanter als in der Schule war. Wir sind letztendlich auch durch diese andere Herangehensweise auf unsere am Anfang festgelegten Ziele gekommen. Sicherlich wäre das nicht so gut gelungen, wenn unsere Kursleiter nicht so auf den Zusammenhalt und das Vertrauen im Team geachtet hätten.

Was uns am Ende auch nochmal deutlich gemacht wurde, war, dass die TheoPrax-Methodik uns nicht nur kurzfristig für dieses Projekt geholfen hat, sondern dass uns das Gelernte auch in Zukunft helfen wird, eine Aufgabenstellung zu bewältigen. Die Fähigkeiten, die wir hier gelernt haben, sind vielseitig und in jedem Beruf einsetzbar. Das bestätigt auch das uns verliehene TheoPrax-Zertifikat.

Danksagung

Wir bedanken uns außerordentlich bei unseren Kursleitern Monika und Stefan sowie unserem Schülermentor Philipp für ihre Unterstützung und Hilfe auch an den etwas stressigeren Tagen. Auch der Science-Academy Baden Württemberg gilt unser Dank, die uns all das überhaupt erst ermöglicht hat. Unterstützt haben uns natürlich auch unsere Eltern, indem sie während und außerhalb der Akademie für uns da waren und es immer noch sind. Zudem danken wir dem Fraunhofer ICT für die zur Verfügung gestellten Materialien und die Exkursion. Bei der Autoverwertung Böhler in Karlsruhe bedanken wir uns für die Autoteile, die uns diese kostenlos zur Verfügung gestellt hat. Wir bedanken uns außerdem beim Landesschulzentrum für Umwelterziehung und dem Eckenberggymnasium für die Bereitstellung von Räumlichkeiten und dem Material.

Welches Debondingverfahren hilft bei verklebten Händen?

Kursübergreifende Angebote und weitere Veranstaltungen

Theater: Ajax – Wer hat Schuld am (Selbst-)Mord?

Ranran Ji, Adriana Toepfer

Eine bunte Truppe waren wir – die Schauspieler, die sich jeden Tag in den KüA-Schienen nachmittags und teilweise auch in den Abendstunden zum Proben trafen. Das Stück sollte dieses Jahr „Ajax“ sein, eine antike griechische Tragödie, die auf einer Vorlage des Autors Sophokles basiert und von Rainer Werner Fassbinder bearbeitet wurde.

Das Stück setzt sich mit den Themen Ehre, Ruhm und Schuld auseinander. Der Held Ajax (gespielt von Zainab Chokr und Raffaela De Pascali) will Odysseus (Sarah Wetzel) und seine Männer aus Rache töten, da Ajax die Rüstung des vor Troja gefallenen Helden Achilles nicht zugesprochen bekam. Doch die Odysseus wohlwollende Göttin Athene (Adriana Toepfer) treibt Ajax daraufhin in den Wahnsinn, sodass er stattdessen Beutevieh abschlachtet. In Reue über das von ihm angerichtete Blutbad, stürzt er sich, trotz des vergeblichen Flehens seiner Gattin Tekmessa (Ranran Ji), ins eigene Schwert.

In Trauer wollen seine Frau und einige Bürger (Tiziana Ilie, Ilya Volkov, Niklas Zischka, Michelle Kammer, Amelie Lucke, Ranran Ji, Gesche Herold, Greta Harnisch) Ajax begraben, darunter auch sein Halbbruder Teukros (Amelie Lucke). Im Gegensatz dazu will Menelaos (Michelle Kammer), ein Hauptmann im Heer von Odysseus, das Begräbnis verhindern, denn als Mörder und Selbstmörder sollte Ajax keine Ehrung durch eine standesgemäße Beerdigung erfahren.

Nach einer langen Auseinandersetzung, in der es um die Frage der Schuld geht und wie mit dieser Schuld umgegangen werden soll, kann Agamemnon (Niklas Zischka) durch Argumentation und Vernunft die Bürger schließlich überzeugen, Ajax als gefallenen Helden zu begraben. So fasst Odysseus am Ende für die Zuschauer zusammen: „Dem Lebenden Feind, dem Toten Freund.“

Die Bürger Athens beklagen Ajax Tod

Eine Besonderheit des Stückes ist der Chor, der die Vernunft und die Allgemeinheit vertritt. Er kommentiert die Handlung von außen, redet den Charakteren ins Gewissen und spricht gleichzeitig den Zuschauer an, der dadurch auch eine andere Perspektive auf die einzelnen Figuren erhält. Außerdem kann das Publikum durch diese zusätzlichen Informationen die Handlung der Charaktere besser nachvollziehen und bewerten.

Zu Beginn der Probenphase standen die meisten von uns der griechischen Tragödie skeptisch gegenüber, weil wir etwas Moderneres erwartet hatten und mit der anspruchsvollen Sprache Fassbinders zunächst unsere Schwierigkeiten hatten. Auch beim ersten Lesedurchlauf erwies sich vor allem die fehlende Zeichensetzung als großes Problem. So stellten wir uns die Fragen: Wie sollen wir bestimmte Textstellen und Wörter betonen? Wie lassen sich die einzelnen Abschnitte szenisch darstellen? Und vor allem: Wie sollten wir den komplexen Text in nur wenigen Proben auswendig lernen?

Doch durch Sebastian, unseren phänomenalen Regisseur, Techniker und Schauspieltrainer, der uns mit unglaublichem Eifer, großer Motivation und unermüdlicher Energie unterstützte, war schon bald die anfängliche Skepsis verflogen und wir waren mittendrin in der Textarbeit, den Bühnenproben und unseren Rollen.

Tekmessa kündet von ihrem Leid, das ihr durch Ajax widerfahren ist.

Intensives Proben war für alle Schauspieler angesagt; denn nun galt es, ein Stück in nur zwei kurzen und ohnehin schon vollgepackten Wochen auf die Beine zu stellen. Gemeinsam haben wir an unserer Ausdruckstechnik gefeilt und den Charakteren Leben eingehaucht. Auch außerhalb der Proben verfolgte uns das Stück: So sah man nicht nur selten auf dem Campus Grüppchen, die zusammen Text lernten, sondern man hörte auch abends aus den Zimmern einzelne Zitatfetzen erklingen.

Unsere Regieassistentin und Souffleuse Theresa leistete insbesondere in der Endphase der Probenarbeit hervorragende Arbeit, als es darum ging, den sehr anspruchsvollen Text auswendig zu lernen und szenisch korrekt umzusetzen. Und auch die Techniker hinter der Bühne trugen mit ihrer Beleuchtung und der Hintergrundmusik ihren Teil zu unserer Aufführung bei.

Trotz großer Nervosität verlief die Aufführung am Abschlussabend erfolgreich. Unsere harte und intensive Arbeit wurde mit lang anhaltenden Applaus belohnt. Wir waren stolz auf unser Ergebnis und konnten auf zwei grandiose Wochen voller Freude und Spaß am Theater zurückblicken.

Musik

Clara Deifel, Sonia Meehan, Antonia Münchenbach

Dienstagabend am Ende der Akademie. Statt an KüAs teilzunehmen, sitzen Teilnehmer und Kursleiter im Plenum und sind gespannt zu sehen und vor allem zu hören, was wir, die Teilnehmer der Musik-KüA, in den zwei Wochen erarbeitet haben. Langsam verstummen die Gespräche und das Gelächter. Der Raum wird von fröhlichen Orgelklängen erfüllt. Aber die Musik kommt nicht wie morgens vom Band, sondern ist der Auftakt des Hausmusikabends, den Moritz so schön einleitete.

Insgesamt sechs Ensembles und drei Solisten sorgten an dem Abend für ein abwechslungsreiches Programm. Alissa und Sophia spielten zweihändig am Klavier; Sonia, Clara und Antonia hatten sich als Cello-Trio zusammengefunden. Julian zeigte sein Können als Pianist. Das Trio aus Lisa (Flöte), Alissa (Geige) und Moritz (Klavier) präsentierte uns eine Sonate von Telemann. Phillip schließlich beeindruckte uns mit seiner schnellen Version von *Pirates of the Caribbean*.

Dabei haben die unterschiedlichen Musiker alle eines gemeinsam: In den zwei Wochen Akademie setzten wir uns neben unserem Kursthema auch intensiv mit der Musik auseinander und sammelten dabei neue Erfahrungen. Die Musik-KüA war eine Möglichkeit, Teilnehmer aus anderen Kursen und Zimmern kennenzulernen und gemeinsam ein Ziel zu verfolgen. Obwohl die meisten von uns schon Erfahrungen beim gemeinsamen Musizieren gemacht hatten, war es für viele doch etwas Neues, zwei Wochen lang jeden Tag gemeinsam zu üben. Dabei hat-

ten wir kaum Zeit, die eigene Stimme zu lernen und dabei das komplette Stück zusammen von null bis zu einem vorspielbereiten Stück aufzubauen. Dabei wuchsen Ensembles zusammen, Freundschaften wurden geknüpft und der Spaß kam natürlich auch nicht zu kurz. Ohne Johannes und Elisabeth wäre das alles nicht und vor allem nicht mit so viel Spaß möglich gewesen. Sie arbeiteten geduldig mit uns an den Stücken, waren aber auch immer für einen Spaß zu haben. Deswegen ganz herzlichen Dank an euch beide für euer Engagement, eure Unterstützung und die lockere Atmosphäre!

Am Ende des Hausmusikabends spielten die größeren Ensembles: Eine Combo, die mit dem eingängigen Rhythmus von *Chamelion* unsere Musikalität weckte; der Chor, der uns mit den ruhigen Liedern *The Rose* und *The Gift of Love* in den Abend sang und das Orchester, das neben *Jazzy Little Brown Jug* unseren Akademiesong *Miss Marple* spielte – das Thema von *Miss Marple* lief jeden Morgen als Zeichen dafür, dass wir zum Plenum mussten. Die fröhliche Melodie weckte den ein oder anderen noch aus dem Halbschlaf, motivierte zum Tanzen und wird sicher auch jetzt noch einige Teilnehmer an die Akademie erinnern.

Leiter-Rock! Musikalische Abendschule für Dozenten (hart, aber befreiend!)

Sebastian J. Neu

Abends, wenn die Schülerinnen und Schüler bereits in ihren Betten liegen und schlafen, sind die anderen Gebäude auf dem Eckenberg menschenleer und verlassen. Doch durch das Dunkel der Nacht hallt Musik – sehr laute Musik. Dunkelgekleidete, langhaarige Wesen greifen in die Tasten oder in die Saiten und lassen „Breaking The Law“ von Judas Priest erklingen. Heavy Metal vom Feinsten!

Nach getaner Arbeit finden sich die Kurs- und KüA-Leiter Florian, Martin, Sebastian, Johannes und Elisabeth zusammen, um gemeinsam zu rocken – hard zu rocken! Jeder spielt das Instrument, das er kann. Johannes kann sie alle. Hauptsache es ist laut! Und Heavy Metal!

Aber am Ende bleibt nichts als die Dunkelheit und Stille der Nacht. Vielleicht ist es besser so, dass manches musikalisches Talent unentdeckt bleibt.

Sport

Luca Braunger, Nico Gläser

Da es während der Akademie ab 7.30 Uhr Frühstück gab, standen die meisten stets entsprechend kurzfristig auf – nicht aber die Sportlichen unter uns. Wenke, unsere Sportmentorin, bot morgens immer von 7.00–7.30 Uhr Morgensport an. Meistens handelte es sich dabei um Joggen, aber ab und zu war Zirkeltraining angesagt. Zweimal wurde von den Schülermentoren Zumba angeboten, was am Morgen immer sehr lustig war und vor allem wach machte.

In den täglichen Mittags-KüA-Schienen boten Wenke oder auch Teilnehmer selbst verschiedene Sportarten an. Meistens trafen wir uns dazu auf dem Sportplatz und spielten Fußball, Basketball oder Volleyball. Es waren aber auch weniger bekannte Sportarten dabei, wie zum Beispiel Hockey oder Ultimate Frisbee. Für Ultimate Frisbee übten wir erstmal das Frisbeewerfen allgemein, spielten dann aber auch ein richtiges Spiel, wobei es darum ging, einem Teampartner die Frisbee zuzuwerfen. Wenn dieser die Scheibe in der gegnerischen Zone fing, erzielte die Mannschaft einen Punkt. Das hat viel Spaß gemacht, da die meisten von uns am Anfang noch blutige Anfänger waren.

In zwei Mittagsschienen boten Jonas und Daniel in der Turnhalle Handball an. Weil auch Anfänger dabei waren, erklärten sie zu Beginn die Regeln und das allgemeine Spielprinzip.

Wir fingen mit dem Aufwärmen durch verschiedene Spielübungen an. Als dann alle einigermaßen mit den Bällen umgehen konnten, wagten wir uns auch an ein Spiel heran. Das war am Anfang gar nicht so einfach, da Handball, im Gegensatz zum Fußball, ein sehr körperbetontes Spiel ist. Da muss man sich erst trauen, mit vollem Körpereinsatz hinein zu gehen. Als wir uns dann alle mit der Zeit langsam daran gewöhnt hatten, klappte das Spiel schon ziemlich gut und wir hatten viel Spaß.

Das Schöne an der Sport-KüA war zum einen natürlich, dass man einen sportlichen Ausgleich zum oft stressigen Kursalltag hatte, aber auch, dass bei jeder Sportart bessere und schlechtere Spieler dabei waren, sodass die Anfänger noch etwas von den Profis lernen konnten.

Tischtennis

Jens Fiedler

An einem wunderschönen Sommertag bot Elias Lampert ein Tischtennis-Turnier an. Nachdem wir Teilnehmer uns auf zwei Tischtennisplatten aufgeteilt hatten, spielte jeder in seiner eigenen Gruppe gegen jeden. Somit konnte am Ende in beiden Gruppen jeweils ein Sieger und ein Zweitplatzierter ermittelt werden. Diese wiederum traten in der Finalgruppe gegeneinander an.

Nach spannenden Spielen gab es am Ende einen Gesamtsieger, der eine Urkunde, eine Goldmedaille und sogar einen Pokal erhielt, einen Zweit- und Drittplatzierten, welche sich Silber- bzw. Bronzemedaille und eine Urkunde verdienten sowie einen sehr guten Viertplatzierten, der sich eine einmalige Tischtennisurkunde erkämpfte.

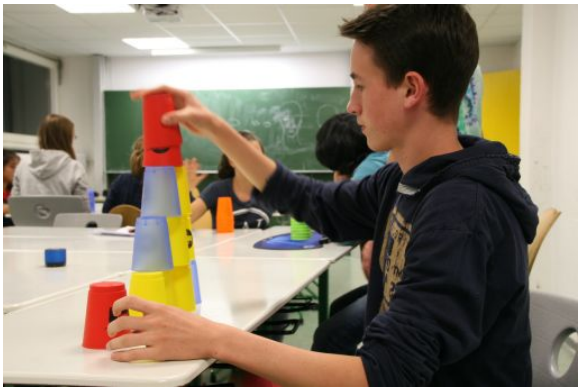
Ein großes Dankeschön gilt hierbei auch Elias Lampert, der dieses Tischtennisturnier organisiert hatte und den Teilnehmern der Finalgruppe diese tollen Preise bereitstellte. Es stand jedoch nicht der Sieg im Vordergrund, sondern der Spielspaß. Und der war bei allen Teilnehmern vorhanden!

Speed-Stacking

Armin Beck, Daniel Weggenmann

Hast du nicht mehr alle Tassen im Schrank? – Ach nee! – Hast du nicht mehr alle Becher auf der Matte?

Wer hätte gedacht, was man alles mit Bechern machen kann! Man kann aus ihnen trinken, sie spülen und natürlich stapeln.



Einige Akademieteilnehmer wurden von dieser Art, sich mit Bechern zu beschäftigen, in den Bann gezogen und fasziniert – dem sogenannten Speed-Stacking.

Es dauert ein wenig, bis man die notwendigen Handbewegungen sicher ausführen kann, aber danach geht es immer schneller und schneller. Besonders faszinierend bei dieser kurzweiligen Freizeitbeschäftigung: Dieses Spiel bietet rasante Abwechslung zwischen totalem Glücksgefühl und rasender Wut auf die Becher.

Armin erklärte uns in einem einstündigen Kurs die Technik des Stapelns, danach hatten wir Zeit zum Üben. Bei diesem Spiel geht es aber natürlich, wie bei vielen anderen auch, um einen Wettbewerb: Wer ist der Schnellste?

Beim von Armin organisierten Turnier ging es darum, der Schnellste in 2 Disziplinen (3+6+3-

Pyramiden und Cycle) zu sein. Die Nerven zu behalten und ganz locker zu bleiben, um die persönlichen Rekorde auch im Wettbewerb zu erzielen, war die besondere Schwierigkeit. Unschlagbar war und blieb Armin selbst.

Ein weiterer Höhepunkt der Speed-Stacking KüA war sicherlich die humorvolle Show am Abschlussabend. Dabei waren die Stapel-Profis Armin und Daniel W. sowie Cornelius, der dritte Entertainer im Bunde.

Auf jeden Fall sollte man bemerkt haben, dass man mit Alltagsgegenständen mehr Spaß haben kann, als man denkt. Wenn wir heute unsere Becher stapeln, was machen wir dann morgen damit? Wer weiß, vielleicht gibt ja in ein paar Jahren Becher, mit denen man Fliegen kann!

Kubb

Zoé Klaiber, Annabelle Schoder

Dieser Name sorgte unter uns Teilnehmern oftmals für Verwirrung, da verschiedene Variationen von ihm, wie „Küpp“ oder „Kübb“, in der morgentlichen Präsentation zu lesen waren. Trotz dieser großen Verwirrungen wurde es ein voller Erfolg. Zwar wusste man am Anfang nicht so genau, was Kubb überhaupt ist, man konnte aber nach seinem ersten Spiel nicht genug davon bekommen. Dies verdankte man zum größten Teil Alicia und Valentina, den Leitern aus dem Physikkurs, die nebenbei auch noch die Slack-Line anboten, und Silas, dem Leiter des Bodenkurses, der auch tatkräftig Kubb unterstützte und immer gewinnbringend mitspielte (weshalb auch die Anzahl der Bodenkursler häufig dominierte).

Um es nochmal aufzugreifen, manche werden sich jetzt gewiss fragen: „Was ist Kubb?“. Hier die Antwort: Kubb, auch Wikinger-Schach genannt, ist ein Spiel, indem zwei Teams gegeneinander antreten. Man probiert, mit Holzstäben die ca. 15 Meter entfernten Holzklötze des gegnerischen Teams abzuräumen. Natürlich gilt es, bestimmte Regeln zu beachten, und ganz so einfach, wie es aussieht, ist es nicht! Ziel des Spiels ist es, den König zu treffen. Dabei stellten manche Teilnehmer ihr Können unter Beweis und entdeckten neue Stärken, wohingegen andere einfach nur Spaß hatten. Abschließend kann man sagen, dass Kubb ein geniales Spiel ist, das überall nur gute Laune verbreitet.

Fit für die Zukunft

Thanush Sivagnanalingam

„Morgen wieder eine Klassenarbeit, ich muss ja noch lernen. Ach ich habe ja noch Zeit bis heute Abend. Jetzt erst einmal ein bisschen Fernsehen.“ So bzw. so ähnlich geht es bestimmt den meisten, die weder Zeit, noch Lust haben, etwas zu erledigen. Später geraten sie dann in Stress und wissen nicht mehr, was zu tun ist. Aber was hilft, diesen Stress zu verhindern? Die Antwort ist klar: die „Fit für die Zukunft“-KüA.

In „Fit für die Zukunft“ bekam man von der Diplom-Pädagogin und Trainerin Liselotte Kühn Methoden und Tricks gezeigt, motiviert und gegen Zeitmangel gewappnet zu sein. Dabei lernte jeder Demotivierte zum Beispiel, sich seinen Zeitdieben zu stellen und sie abzuwenden. Mit einem Lächeln, oder einer aufrechten Sitzhaltung, kann man sich wieder auf Lust und Laune bringen. Darüber hinaus ist

auch das Pareto-Prinzip hilfreich, das besagt, dass 20 % der aufgewandten Zeit schon 80 % der Ergebnisse bringt. So sind manchmal die restlichen 80 % des Aufwands für ein perfektes Ergebnis nicht wichtig. Ein gutes Ergebnis kann auch ausreichen, wenn dadurch Zeit gespart wird. Übrigens lässt sich damit zugleich die „Dringend-Zone“ vermeiden. Denn in einer „Nicht-dringend-Zone“ bleibt der Stressfaktor klein. Also falls beispielsweise das Treffen mit einem Freund warten kann, ist man viel entspannter und frei von zu vielen dringenden Aufgaben. Für den Fall, dass der Freund behauptet: „Mich mag keiner“, hilft eine positive Umformulierung, wie: „Es gibt auch Leute, die dich mögen. Ich zum Beispiel mag dich.“

Fazit: Wenn man das nächste Mal keine Zeit hat oder antriebslos herumliegt, können schon Kleinigkeiten helfen, das zu ändern.

Tanzen

Tiziana Ilie, Pia Kehder

Darf ich bitten? Ich würde gerne mit dir einen Cha Cha Cha tanzen!

In der Abend-KüA-Schiene lernten wir, darunter auch blutige Anfänger, diesen und andere Gesellschaftstänze wie den langsamen Walzer oder den Discofox kennen. Petra und Georg versuchten immer wieder, vor allem den Jungs nahezubringen, dass es mehr auf das richtige Taktgefühl und den passenden Hüftschwung, als auf die Fortbewegungsgeschwindigkeit ankommt. Denn ein Wettlauf ohne Rücksicht auf den Verlust der Partnerin war zu Beginn keine Seltenheit. Das zunächst wenig anmutende Fußgetrampel konnte jedoch bei fast allen recht schnell überwunden werden, und von Stunde zu Stunde konnte man mehr erahnen, welcher Tanz gerade gemeint war.

Besonders eifrig waren einige Jungs, als die ersten Damendrehungen an der Reihe waren und der eine oder andere halb ausgerenkten Mädchenarm die Folge war. Noch viel erstaunlicher war jedoch, dass das Teilnehmerverhältnis innerhalb der zwei Wochen drastisch variierte. Waren die Jungen anfangs noch wegen des riesigen Mädchenüberschusses überglücklich, mussten sie vor allem zur Mitte der Akademie feststellen, dass sich der Trend in die entgegengesetzte Richtung entwickelte und einige Jungs am Ende auch noch die Damendrehung erlernen mussten.

Vor allem die eher modernen und schnelleren Tänze wie der Jive oder der Salsa verknoteten zwar einige Füße, machten nach einiger Übung allerdings auch eine Menge Spaß. Bei den eher exotischen Tänzen wie dem Tango und der Rumba konnte so mancher mit seinem intensiven Starren auf die Füße punkten. Trotz all dieser mehr oder weniger großen Hindernisse und einiger blauer Zehen kann man die Tanz-KüA als sehr wirkungsvoll bezeichnen. Sowohl der Spaß als auch die Effektivität ist an keiner Stelle zu kurz gekommen, und es spricht wohl voll und ganz für sich, dass sogar beim Bergfest zu Partyliedern noch Discofox getanzt wurde.

Lach-KuA

Thorben Kölsch

Die Lach-KuA war eine lustige einmalige KüA nach der eigentlichen Abend-KüA-Schiene. Sie hieß KuA, weil dies eine Anspielung auf Kur darstellen sollte. Das Wortspiel Kur sollte die Funktion der KuA als Erholungsmaßnahme für die Anwesenden verdeutlichen. Die Parodie auf einen wissenschaftlichen Vortrag brachte das Thema Lachen den „Patienten“ der Kur nahe. Der Vortrag von Prof. Dr. Dr. Drollig alias Medienkurs-Leiter Florian Seubert führte das zahlreich erschienene Publikum in die Lachgefahren, wie etwa das Totlachen oder die Verlachungen ein. Außerdem ging er auf die unterschiedlichen Arten des Lachens ein, wie etwa das sogenannte Weihnachtsmannlachen (Hohoho).

Auf diese theoretische Einleitung folgte der praktische Teil in Form von „Wissenschaftlichen Experimenten“, die die Atmosphäre auflockern sollten. So versuchten Jens Gärttner und Thorben Kölsch, beide Teilnehmer des Medienkurses, alias Dr. Lachsam und Dr. Nochlachensie, lachspezifische Übungen dem Publikum näher zu bringen. Jens Gärttner regte mithilfe eines zwischen den Zähnen gehaltenen Stifts bzw. Fingers die Lachmuskeln der Teilnehmerinnen und Teilnehmer an. Der von

Thorben Kölsch vorgeführte „Monkey Dance“ bewegte die Probanden dazu, sich wortwörtlich zum Affen zu machen. Hierzu mussten die Patienten Bewegungsabläufe lernen, die einen Affen darstellen, der seine Geliebte durch das Zeigen seiner Muskeln beeindrucken will. Zum Schluss hatte „Gastdozentin“ Gräfin Monika von Lachhausen alias Monika Jakob, Leiterin des TheoPrax-Kurses, ihren Auftritt mit mitgebrachtem Helium. Das Einatmen des Gases erhöhte primär die Stimmen und sekundär die Stimmung im Publikum. Der Abschlussbericht der Experimente von Dr. Nochlachensie ist im Rahmen einer inexistenten Studie erschienen und diesem Bericht beigefügt. Insgesamt war die Lach-KuA eine sehr gelungene Veranstaltung, die jedem Spaß machte, ob auf der Bühne oder im Publikum.

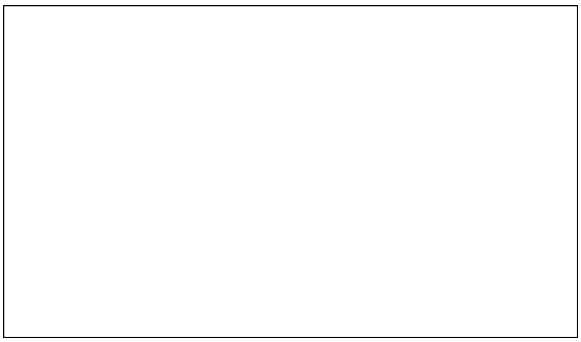
Abschlussbericht zur Lach-KuA im Rahmen der Science-Academy BW 2015

Dr. Nochlachensie alias Dr. Lachnet alias Thorben Kölsch

Nach langer intensiver Verarbeitung konnten wir die Ergebnisse der Lach-KuA (Vorwand, eigentlich „Experimentelle Erforschung des Lachverhaltens vorwiegend ungebildeter Individuen in Bezug auf die Anzahl der Folien einer PowerPoint-Präsentation – Achtung: Schleichwerbung – und der Anzahl der Experimente im Rahmen der Science Academy Baden-Württemberg 2015“ kurz „EEdLvuIiBadAdFePPPudAdEiRdSABW2015“) in einer beeindruckenden, unsichtbaren (ist zum heutigen Zeitpunkt aber noch nicht gesichert) Grafik darstellen.

Hieraus schlussfolgern wir Folgendes:

- Folgende Studien über folgenschwere Folgen werden folgen müssen.
- Experimente wie „Monkey Dance“ sollten nur unter Betreuung geschulter Ridensologen ausgeführt werden und auf keinen Fall in Gruppen geschehen, da die Gefahr besteht, übermäßig viel zu lachen, was, wie bei den Sicherheitseinweisungen durch Prof. Dr. Dr. Drollig erwähnt, durchaus schwere bis tödliche Folgen (bspw. Totlachen) haben kann.
- Die Produktion des Lachhilfsmittels „Stift“ sollte eingestellt sowie Aufnahme in den ABCS-Waffensperrvertrag vorbereitet werden. Hier geht mein Dank an Herrn Dr. Lachsam.
- Helium sollte aus dem Periodensystem der Elemente gestrichen werden, das dann als PsEoHe in der Schule auftreten wird, da es erstens auf die anderen meistens sowieso nicht reagieren will (gegen die allgemeine Reaktionstheorie, Elbart von ein Stein, 1927) und zweitens durch das unnatürliche Überhöhen der Stimme schwere Verlachungen herbeiführt. An dieser Stelle herzlichen Dank an ihre Lächerlichkeit Gräfin Monika von Lachhausen und ihrem geschätzten Kollegen, dessen Name nicht wichtig ist.



X-Achse: HP-Wert (Achtung: Schleichwerbung) Y-Achse: PVC-Wert

Astrofotografie

Mai Saito

„Hä? Nachts fotografieren? Das funktioniert doch nicht, es ist doch viel zu dunkel!“ Der eine oder andere mag dieser Aussage zustimmen, wenn er erzählt bekommt, dass man nachts fotografieren möchte, doch wir, die Teilnehmer der Astrofotografie-KüA, konnten diese Behauptung erfolgreich widerlegen. In einer Abend-KüA-Schiene trafen sich viele Interessierte auf der Wiese am Sportplatz und lauschten unter einem wunderschönen Sonnenuntergang einer Einführung in die Theorie der Astrofotografie de Leiter Carolin und Dominik vom diesjährigen Astronomiekurs.

Nach einigen Informationen zu Grundlagen und möglichen Kameraeinstellungen ging es gegen 21:15 Uhr an die Praxis: Einige Teilnehmer warteten mit ihren Kameras gespannt auf den Mondaufgang, andere genossen die Atmosphäre unter dem beginnenden Nachthimmel. Nach und nach wurde es dunkler, und immer mehr strahlende Sterne und der hell beleuchtete Mond waren zu sehen. Unsere Kameras wurden mit verschiedenen Objektiven sowie einem Teleskop mit 900 mm Brennweite versehen und auf den Nachthimmel gerichtet. So haben wir es geschafft, den Mond und seine Krater in seiner vollen Pracht wie auch einige Sternbilder abzulichten. Unser besonderer Dank gilt Carolin und Dominik, die diese KüA super gestalteten haben und uns viele Einblicke mithilfe des tollen mitgebrachten Equipments, aber auch mit unseren Augen, ermöglichten.

Sonnenbeobachtung

Elias Lampert

In der Nachmittags-KüA-Schiene boten Dominik und Carolin die Sonnenbeobachtungs-KüA an. Zuerst baute Dominik ein Teleskop auf, mit dem man auch in den Nachthimmel schauen kann. Nachdem er es auf die Sonne ausgerichtet hatte, erklärte er, dass man jetzt auf gar keinen Fall durchschauen dürfe, da sofortige Erblindung die Folge wäre. Auf das Teleskop steckte er einen Filter, der nur einen Bruchteil des Sonnenlichts hindurchlässt. Nun konnte man guten Gewissens durch das Teleskop blicken.

Außer der Sonne an sich konnte man einige kleine schwarze Punkte auf der Sonne ausmachen. Dabei handelt es sich um Sonnenflecken – Stellen auf der Sonne, die etwas kälter sind. Zudem gab es ein zweites Teleskop, das nur für die Sonnenbeobachtung hergestellt wurde. Darin ist ein ganz besonderer Filter eingebaut, der nur Licht einer bestimmten Spektrallinie des Wasserstoffs hindurchlässt. Der Anblick war wirklich faszinierend. Am Rand der Sonne konnte man kleine Fäden sehen. In Wirklichkeit sind das riesige Materieströme, die sogar größer als unsere Erde sind. Nach der Beobachtung zeigte Carolin uns eine Internetseite, die sich mit der Sonnenbeobachtung beschäftigt. Auf dieser konnten wir noch viele professionelle Bilder von der Sonne bestaunen.

Die Sonnenbeobachtungs-KüA war auf jeden Fall hochinteressant und ein voller Erfolg.

Blender

Lisa Schröder, Karolin Scholz

In der sehr gut besuchten Blender-KüA (geleitet von Philipp Weiß) lernten auch absolute Anfänger, wie man mit dem Programm Blender Modelle erstellen kann. Dabei zeigte Philipp in insgesamt vier KüA-Schienen die Grundlagen, um selbst Modelle zu entwickeln.

Als erstes lernten wir die Perspektivensteuerung und wie man Objekte bewegt, skaliert und rotiert. Danach färbten wir Objekte ein, bearbeiteten die Objektstruktur und berechneten das Bild. Außerdem bekamen wir eine Einführung in die Game-Engine.

Während die meisten Jungen Modelle von Fahrzeugen, Maschinen etc. erstellten, kamen bei den Mädchen die „Affenköpfe“ sehr gut an.

Denn neben den normalen Formen wie Würfeln, Zylindern oder Kugeln gab es auch ein Objekt, mit dem man sehr schöne Figuren bauen konnte.

Obwohl wir große Fortschritte machten, lernten wir nur einen kleinen Teil der Möglichkeiten kennen, die Blender bietet. Es kann zum Beispiel auch für das Generieren von Bildern aus Fotos, Simulation von Wasser, Kleidung oder Sand verwendet werden.

Natürlich dauerte es am Anfang eine Weile, bis man sich in dem Programm einigermaßen zurechtgefunden hatte, doch durch Philipps Einweisungen hat man es schnell verstanden und konnte direkt loslegen und professionell aussehende Modelle anfertigen.

Bildbearbeitung

Philipp Dittrich, Julian Reichwein

Nach dem großen Erfolg der Fotografie-KüA fand am Folgetag eine Fotobearbeitungs-KüA unter der Leitung von Julian Reichwein statt. Wer jetzt sofort an Programme wie Adobe Photoshop oder InDesign denkt, für die man mehrere Hundert bis Tausend Euro hinblättern muss, liegt falsch. Denn dafür gibt es auch noch die sehr bekannte Freeware GIMP (GNU Image Manipulation Program), mit der sich so manche Unschönheiten in Bildern ausmerzen und wegradieren lassen. In einer Stunde erklärte uns Julian, wie man Pickel (in unserem Fall von Hand aufgemalte rote Punkte) aus einem Gesicht entfernt oder den Hintergrund manipuliert.

Vom letztjährigen Kursleiter Daniel Jungblut wurde die KüA in der Mittagsschiene ein weiteres Mal angeboten. Er hatte bereits einen für alle zugänglichen Ordner angelegt, in dem einige sehr bearbeitungsbedürftige Bilder darauf warteten, von uns verschönert zu werden. Rote-Augen-Korrektur, Klonen einer Menschenmasse und Ersetzen des Himmels standen unter anderem auf dem Programm. Anhand einiger Beispielfotos diskutierten wir über weitere Möglichkeiten der Bildbearbeitung. So kam in der sonst sehr praktisch orientierten KüA auch der Theorieteil nicht zu kurz.

Abschließend kann man sagen, dass GIMP als kostenlose Open-Source-Software zu allem zu gebrauchen ist. Mit vielen Erweiterungsmöglichkeiten in Form von Plug-ins kann es sogar eine Konkurrenz für das Vorzeigeprodukt Photoshop sein.

Zeichnen

Zainab Chokr, Ranran Ji

Nicht jeder kann zeichnen, aber jeder kann es lernen: Übung macht den Meister, und es gibt zahlreiche Tipps und Tricks, mit denen selbst die schlechtesten Zeichner sich zu einem Talent entwickeln können. Ein paar wenige dieser Tricks konnten die Akademieteilnehmer dieses Jahres in der Zeichen-KüA von Ranran Ji (Digitaltechnikkurs) und Zainab Chokr (Theopraxkurs) lernen.

Das Thema des Abends: „Portraits“. Jeder Teilnehmer der KüA musste sich einen Partner aussuchen, dessen Gesicht er abzeichnen sollte. Natürlich warfen Ranran und Zainab sie nicht sofort ins kalte Wasser, sondern zeigten ihnen, bevor es losging, wichtige Grundlagen eines realistischen Portraits wie zum Beispiel Gesichtsproportionen, Schattierungen etc. Danach stürzten sich alle auf die Arbeit. Zwischendurch gab es ein paar Anregungen und Verbesserungsvorschläge.

Wer bereits mit dem Abbild seines Partners fertig war, hatte die Möglichkeit, eine einfache Übung zu machen: eine plastische Kugel zeichnen. Insgesamt war es eine kleine schöne Runde, wie wir da so saßen, konzentriert und voller Ideen im Kopf. Die Portraitzeichnungen waren zum Teil sehr gelungen, und man konnte immer erahnen, welche Personen dargestellt werden sollten. Die Kugeln waren bei allen als runde, räumliche Kugeln zu erkennen. Ein großes Lob geht an Nelson, der sich als einziger Junge zu uns gesellte. Als Abschluss kann man durchaus sagen, dass das ein toller und erfolgreicher Abend war. Vielleicht hat der ein oder andere ein weiteres Talent in sich entdeckt oder einfach nur den Spaß am Zeichnen.

Improtheater

Ilya Volkov

Bei der Akademie wurde nicht nur Theater mit festen Rollen und vorgegebenem Text gespielt, sondern auch improvisiert. Alles fing damit an, dass Sebastian eine KüA anbot, in der wir verschiedene Arten von Improvisationstheater ausprobierten. Davon hat uns die Übung „Freeze“, auch genannt „Marathon“, am besten gefallen. Dabei spielen zwei Personen auf der Bühne eine Szene, die vom Spielleiter oder dem Publikum vorgegeben wird. Sobald jemand eine Idee hat, schreit er „FREEZE!“ und wechselt einen von den beiden aus. Nun wird eine (völlig) neue Szene gespielt.

Die Zeit verging viel zu schnell und die KüA war vorbei. Leider. Allerdings blieb bis zur Zimmerruhe noch eine ganze Stunde übrig. So saßen wir dann draußen, anfangs zu siebt und haben angefangen, selbstständig „Impro“ zu spielen. Im Laufe des Abends und in den folgenden Tagen wurde die Gruppe aus Zuschauern sowie Akteuren immer größer, bis schließlich sogar Schülermentoren mitspielten.

Wir alle hatten viel Freude beim Spielen und genossen die Stimmung am Abend. Dieser Text kann nicht annähernd vermitteln, welche Witze, Szenen oder Akte wir gespielt haben und mit welcher Freude wir dabei gewesen sind. Man muss es selbst erlebt haben! Ich kann aber versichern, dass die Abende sehr abwechslungsreich waren und wir mehr gelacht haben als bei einer Comedy-Show im Fernsehen.

Literaturabend

Zainab Chokr

„Liebt das Buch. Es wird euch freundschaftlich helfen, sich im stürmischen Wirrwarr der Gedanken, Gefühle und Ereignisse zurechtzufinden.“

Maxim Gorki

Auch dieses Jahr boten Sebastian und Martin während der Akademie einen Literaturabend an. Schon zu Beginn wurde uns vor Augen geführt, wie vielfältig Literatur sein kann, denn Sebastian eröffnete den Abend mit dem Vorlesen zweier fantastischer Bedienungsanleitungen. Das mag jetzt vielleicht etwas seltsam klingen, doch selbst die eine oder andere Gebrauchsanweisung könnte ein Bestseller sein! Natürlich bekamen wir nicht nur Anleitungen vorgelesen, sondern es wurden auch zahlreiche Gedichte, Kurzgeschichten und Auszüge aus Büchern vorgetragen.

Von Franz Kafka bis hin zu Antoine de Saint-Exupéry – alles, was das Herz begehrt. Sogar mit englischsprachigen Texten konnten wir uns vergnügen. Trotz der kurzen Zeit von nur einer Stunde hat nichts gefehlt: Lustiges, Spannendes, Interessante, aus Krimis, Romanen, Kurzgeschichten, Gedichten und natürlich Gebrauchsanweisungen; alles war dabei.

Es war eine Gelegenheit, der wundervollen Kunst der Worte zu lauschen, sich zurückzulehnen und dem hektischen Akademiealltag für eine Stunde zu entgehen, um in eine andere Welt einzutauchen. Das war ein toller Abend!

Debating

Sonia Meehan

Debating ist die Kunst des Debattierens auf Englisch, und zwar nach den Regeln des englischen Parlaments. Die Debatte ist sehr streng gegliedert, mit festen Abläufen und Redezeiten. Die beiden gegnerischen Teams werden von drei Jurys nach Kriterien wie Stil, Argumentation, und Zusammenarbeit bewertet. Ich bin schon seit der fünften Klasse dabei und nahm die Science Academy als Anlass, mein Hobby den anderen näherzubringen. Hierbei hat Martin, ein Leiter des Medienkurses, mich tatkräftig unterstützt.

Wir fingen mit ein paar kurzen „Aufwärmreden“ an: Die Reden sollten exakt eine Minute lang sein. Einige Themenbeispiele: „Alle Lehrer sind böse“, „Machtbesessene Roboter“ oder „Alle Frösche sollten besser pink statt grün sein“. Die Teilnehmer schlugen sich tapfer und schafften es alle, eine Rede praktisch aus dem Ärmel zu schütteln. Danach ging es an die eigentliche Debatte. Durch Abstimmung einigten sich die Teilnehmer sich auf das Thema „This house would ban casting shows“, also dass alle Casting Shows verboten werden sollten. Die Gruppe teilte sich in zwei gegnerische Lager und begann, Argumente zu sammeln.

Nach kurzer Zeit begaben sich die sechs ausgewählten Redner der Teams an ihre Plätze. Jeder Redner durfte eine Rede von ca. drei bis fünf Minuten halten. Wenn die jeweiligen Gegner redeten, durfte man natürlich auch mit Einsprüchen dazwischenfunken. Als wir schon fast eine halbe Stunde überzogen hatten, waren wir schließlich fertig. Vielen Dank für eine starke Leistung von allen, die an dieser KüA teilgenommen haben.

Keramik

Noah Fuchs, Christoph Stelz

Die Keramik-KüA fand nachmittags statt und wurde von Georg Wilke geleitet. Am ersten Tag hat er uns Grundkenntnisse zum Töpfern vermittelt. So hat uns Georg zunächst erklärt, dass Ton eine ganz bestimmte Erde ist, die es in einem weißen und in einem roten Farbton gibt. Der rote Ton sieht natürlicher aus, wohingegen der weiße Ton sich leichter engobieren bzw. glasieren lässt.

Bevor mit dem Formen begonnen werden konnte, musste der Ton zu einer Kugel geschlagen werden, damit kleine Luftblasen aus dem Ton verschwinden. Anschließend durfte jeder kreativ werden und seine eigene individuelle Tonfigur formen.

Dabei gab es Teilnehmer, die ihre Tonfigur größtenteils aus einem Tonklumpen formten, und andere, die ihre Tonfigur aus mehreren Einzelstücken zusammensetzten. Georg hat uns zuvor gezeigt, wie man mit den Tonwerkzeugen zwei Tonstücke miteinander verbindet, um eine stabile Verbindung herzustellen.

Und schließlich konnte der Kreativität freien Lauf gelassen werden. So formten einige sogenannte Halbreliefs, andere komplette Plastiken. Die fertigen Ergebnisse stellten eine bunte Mischung verschiedenster Gegenstände dar, darunter eine Hand, ein Schiff, eine Katze, eine Schale und viele mehr.

Backen

Sophia Kleinhans, Dinh Tien Nguyen

Oreo-Cupcakes, Apfel-Streuselkuchen – oder doch lieber Laugenbrötchen?

Diese und weitere Kuchen und Cupcakes haben wir an drei Nachmittagen in der Mittags-KüA-Schiene mit Feuereifer gebacken. Zu Beginn haben wir uns in Zweier- und Dreiergruppen

aufgeteilt. Anschließend durfte sich jede Gruppe eines von den vorgeschlagenen Rezepten aussuchen. Dann ging es auch schon los:

Es wurden Zutaten abgewogen, gerührt, Obst geschnippelt, Backbleche eingefettet, Milch abgemessen, aber auch viel geredet und gelacht. Die Atmosphäre war einfach toll. Dazu trugen auch Petra und Michael mit humorvollen Witzen und guten Tipps bei. An dieser Stelle noch mal ein großes Dankeschön an sie.

Während schon die ersten Kuchen im Ofen gebacken wurden, begannen wir mit dem Aufräumen und Saubermachen, was schließlich auch dazugehörte. Doch das machte uns nichts aus, denn wir wurden von dem leckeren Kuchenduft angetrieben. Sobald die Kuchen und Cupcakes (einmal waren es auch Laugenbrötchen) fertig gebacken, ausgekühlt und verziert waren, haben wir uns zusammengesetzt und uns die Köstlichkeiten schmecken lassen.

Angezogen vom Duft der Gebäcke kamen auch weitere Leiter, die die Naschereien genossen. Die übrigen Stücke haben wir mit Freunden und Kursteilnehmern geteilt. So erhielten wir wirklich tolle und vor allem leckere Ergebnisse, die nicht nur von Mädchen, sondern auch von ein paar Jungs erzielt wurden.

Zeitung

Sophia Häussler

Um 7:00 Uhr morgens fand für alle, die zwar früh aufstehen, aber keinen Sport machen wollten, die Zeitungs-KüA statt. Wir hatten drei Zeitungen abonniert: die Fränkische, die Rhein-Neckar-Zeitung und die Stuttgarter Zeitung. Beim ersten Mal war die KüA noch recht gut besucht, allerdings wollte kaum jemand im Plenum präsentieren. Im Laufe der Zeit konnten wir glücklicherweise ein paar Nachrichtensprecher für das Plenum motivieren. Allerdings machte uns die Baustelle am Eckenberg Gymnasium zu schaffen, da durch sie der Briefkasten blockiert wurde, in dem die Zeitungen normalerweise abgeliefert werden. Deshalb hatten wir teilweise gar keine Zeitungen und sahen uns die Tagesschau des vorherigen Abends an, um trotzdem informiert zu sein.

Im Plenum präsentierten wir nicht nur Artikel über ernste Themen wie Flüchtlinge und Streiks, sondern auch über wissenschaftliche Themen wie Kommunikation von Walen oder Flugstunden für Graugänse. Das Highlight für die meisten Zuhörer waren wohl die lustigen Artikel, wie „zwei Fünfjährige graben mit Plastiklöffeln einen Gang unter dem Zaun ihres Kindergartens hindurch und entwischten in einem günstigen Moment, um sich einen Luxuswagen von der Marke Jaguar zu kaufen“.

Freundschaftsbänder knüpfen

Sarah Geringer, Sophia Häussler

Die Freundschaftsbändchen-KüA stand unter dem Motto des „fröhlichen Knüpfens und Beisammenseins“. So trafen wir uns zweimal in der Abend-KüA-Schiene und legten dadurch die Grundlage für die Freundschaftsbändchen-Sucht. Nach anfänglichem Erklären der Technik verschiedener Knoten durfte sich jeder an einem eigenen Bändchen versuchen.

Beim zweiten Treffen der „Knüpfer“ konnte zusätzlich eine andere Knüpftechnik erlernt und

gleich ausprobiert werden: Makramee. Dabei wird mit vier statt acht Fäden geknüpft und die Bänder werden schmaler. Trotz anfänglicher Schwierigkeiten war diese Technik nicht weniger beliebt.

Spätestens am nächsten Abend hielten die Teilnehmer auf diese Weise ihr ganz persönliches Andenken an diese schöne Zeit in Form eines „Akademie-Armbands“ in der Hand. Im Laufe der Zeit griff die Sucht weiter um sich, und auch die Nachfrage an Wolle wuchs kontinuierlich. Selbst Kursleiter und die Akademieleitungsassistenz blieben nicht verschont und wussten nun, ihre Pausen sinnvoll zu füllen.

Poker

Gideon Layh

Als eine der vielen KüAs wurde von Christian und Elias eine Poker-KüA angeboten. Wir pokerten mit Chips und Elias oder Christian als Dealer. So hatten wir alle sehr viel Spaß, unterbrochen von einigen Leidenspausen bzw. Jubelpausen, wenn wir mal wieder viel „Geld“ verloren oder gewannen. Gespielt wurde an zwei Tischen, dem Anfängertisch und dem Fortgeschrittenentisch.

An jedem erhielten die ersten drei Spieler Urkunden und Punkte für die Gesamtwertung: 15 Punkte für den ersten Platz, 10 für den zweiten und 5 für den dritten. Nach vier Pokerabenden wurden die Punkte zusammengezählt. Der Erste erhielt einen Pokal und eine Medaille. Die Poker-KüA war, wie ich fand, eine interessante, abwechslungsreiche, lustige und gut organisierte Freizeitbeschäftigung.

Zaubern

Julian Reichwein

Ich zaubere schon seit vielen Jahren leidenschaftlich gerne. Deswegen entschloss ich mich, auch andere dafür zu begeistern und bot eine Zauber-KüA an. Sie fand nur an einem Abend statt, und so blieb mir nur eine Stunde Zeit, den anderen Teilnehmern ein paar einfache Tricks vorzuführen und ausnahmsweise auch zu verraten und beizubringen. Gezaubert wurde hauptsächlich mit Karten. Eine Grundtechnik der Kartenzauberei hielt ich für besonders lernenswert, weil sich mit ihr viele verschiedene Tricks vorführen lassen. Daher lernten wir diese Technik gemeinsam soweit, dass jeder sie zu Hause üben und perfektionieren konnte.

Neben den Tricks verriet ich auch noch andere grundlegende Dinge der Zauberkunst, zum Beispiel, wie man ein Programm zusammenstellt und vorführt oder warum kleine Kinder oft sogar schwieriger hereinzulegen sind als die schlauesten Erwachsenen. Der Abschlussabend bot allen Teilnehmern dann nochmal Gelegenheit, mich bei einem Auftritt zu sehen: Ich hatte die Ehre, das Publikum mit einem kurzen Programm unterhalten zu dürfen.

Themenabend

Sophia Häussler

Am Abend des 2. September fand anstatt der Abend-KüAs der Themenabend statt. Kai Ueltzhöffer kam zu uns, um uns eine Stunde lang sein Fachgebiet näher zu bringen: Kognitive Stabilität und Flexibilität. Wir alle konnten

uns anfangs sehr wenig unter diesen komplizierten Begriffen vorstellen. Doch im Laufe des Vortrags stellte sich heraus, dass sich Kai Ueltzhöffer mit einem sehr interessanten Forschungsthema beschäftigt: Er hat im Rahmen seiner Forschungsarbeit eine Schaltung gebaut, die eine Gehirnnervenzelle darstellt, um herauszufinden, wovon die kognitive Stabilität und Flexibilität abhängt und was in unserem Gehirn eigentlich passiert.

Herr Ueltzhöffer erklärte uns die beiden Begriffe anhand eines Beispiels: Ein Mensch sitzt in der U-Bahn und schreibt seine Doktorarbeit. Dabei muss er die Hintergrundgeräusche ausblenden, um sich voll auf seinen Text konzentrieren zu können. Hierfür steht der Begriff kognitive Stabilität. Der Mensch muss aber dennoch auf die Durchsagen in der U-Bahn achten, da er sonst seine Haltestelle verpassen würde – muss also auch flexibel sein. Kai Ueltzhöffer erläuterte uns, welche Experimente und Studien er zu diesem Thema durchgeführt hat und welche Schlüsse man daraus ziehen konnte.

Bei der anschließenden Frage- und Diskussionsrunde redeten wir darüber, wann Medikamente zur Verbesserung der Stabilität und Flexibilität sinnvoll sind und wann nicht. Als ein Beispiel nannte Kai Ueltzhöffer, dass manche Studenten vor einer Prüfung Medikamente nehmen, um die Stabilität zu erhöhen, sich also besser konzentrieren zu können. Wenn diese Studenten dann allerdings auf die Toilette gehen und zu fasziniert von den Fließen an der Wand sind, um wieder zurück zur Prüfung zu gehen, hat das Medikament seine Anforderungen zwar erfüllt, aber nicht so, wie man es sich gewünscht hätte.

Insgesamt waren wir alle sehr beeindruckt von dem Themenabend und davon, was man mit einem abgeschlossenen Physik- plus angefangenem Medizinstudium alles machen kann.

Wandertag

Sophia Häussler

Am Freitag fand zur Erholung aller Akademieteilnehmer der Wandertag statt. Es ging direkt nach dem Plenum los. Wir wurden in drei Gruppen eingeteilt, die getrennt voneinander auf drei verschiedenen Wegen alle zu einem Ziel liefen: einem Bauernhof in der Nähe von Adelsheim.

Nachdem wir den abwechslungsreichen Weg über Wiesen, Wege und durch Wälder gelaufen waren, kamen wir an einen kleinen Bach, über den zwei Slacklines gespannt waren. Aufgabe war es, trocken über den Bach zu gelangen. Niemand fiel ins Wasser, was wohl daran lag, dass alle den Bach recht vorsichtig überquerten. Nur einer traute sich, kopfüber an das obere Seil zu hängen und sich mit den Händen vorwärts zu ziehen.

Unterwegs machten wir außerdem an einem Bauernhof halt, an dem wir mit Getränken, Brötchen, Äpfeln und Schokolade versorgt wurden.

Nach etwa drei Stunden Wanderung gab es Mittagessen in einer Scheune auf einem Bauernhof. Dort waren nicht nur Biertische und -bänke aufgebaut, sondern auch ein Buffet mit verschiedenen Salaten, Fleisch und Backkäse.

Der Rückweg dauerte nur circa eine Stunde, da wir den direkten Weg nach Adelsheim nahmen. Diesmal liefen alle Gruppen zusammen die gleiche Strecke und kamen sicher wieder am Eckenberg-Gymnasium an. Obwohl wir anschließend alle ein bisschen müde waren, war die Wanderung eine schöne Abwechslung zum Kursalltag. Man konnte sich draußen an der frischen Luft bewegen, entspannen und mit Freunden reden.

Sportfest

Luca Braunger, Nico Gläser

Wie auch in den letzten Akademiejahren durfte auch in diesem Jahr das berühmt-berüchtigte Sportfest nicht fehlen. Dabei gilt es, in den einzelnen Kursen samt Schülermentoren verschiedene Geschicklichkeits- und Teamspiele zu bestreiten, die vollen Einsatz erfordern. Es geht zum einen natürlich um Spaß, aber auch darum, die Kursehre zu verteidigen, sodass der Sieg vor allem den Schülermentoren für ihren jeweiligen Kurs sehr wichtig war. Am Anfang wärmten wir uns mit unseren „Coaches“ auf, danach ging es los zu den einzelnen Stationen. An einer Station war zum Beispiel ein „Spinnennetz“ aus Seilen in der Turnhalle aufgebaut. Dort galt es, alle durch die verschiedenen Löcher hindurch zu bringen, ohne das Seil zu berühren. Die Siegerehrung fand beim Bergfest statt.

Den fünften Platz belegten dieses Jahr die TheoPraxler. Die Kurse Medien- und Kulturgeschichte und Physik teilten sich den vierten Platz. Auf Platz drei kam der Kurs Astronomie. Die Bodenkundler belegten den zweiten und die Digitaltechniker den ersten Platz, was von ihnen lautstark gefeiert wurde.

Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle bei denjenigen herzlich bedanken, die die 13. JuniorAkademie Adelsheim / Science-Academy Baden-Württemberg überhaupt möglich gemacht haben.

Finanziell wurde die Akademie in erster Linie durch die H. W. & J. Hector Stiftung, durch die Stiftung Bildung und Jugend sowie den Förderverein der Science-Academy unterstützt. Dafür möchten wir an dieser Stelle allen Unterstützern ganz herzlich danken.

Die Science-Academy Baden-Württemberg ist ein Projekt des Regierungspräsidiums Karlsruhe, das im Auftrag des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport, Baden-Württemberg und mit Unterstützung der Bildung & Begabung gGmbH Bonn für Jugendliche aus dem ganzen Bundesland realisiert wird. Wir danken daher dem Leiter der Abteilung 7 des Regierungspräsidiums Karlsruhe, Herrn Vittorio Lazaridis, der Referatsleiterin Frau Leitende Regierungsschuldirektorin Dagmar Ruder-Aichelin, Herrn Jurke und Herrn Dr. Hölz vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport sowie dem Koordinator der Deutschen Schüler- und JuniorAkademien in Bonn, Herrn Volker Brandt, mit seinem Team.

Wie in jedem Jahr fanden die etwas über einhundert Gäste sowohl während des Eröffnungswochenendes und des Dokumentationswochenendes als auch während der zwei Wochen im Sommer eine liebevolle Rundumversorung am Eckenberg-Gymnasium mit dem Landesschulzentrum für Umwelterziehung (LSZU) in Adelsheim. Stellvertretend für alle Mitarbeiter möchten wir uns für die Mühen, den freundlichen Empfang und den offenen Umgang mit allen bei Herrn Oberstudiendirektor Meinolf Stendebach, dem Schulleiter des Eckenberg-Gymnasiums, besonders bedanken.

Zuletzt sind aber auch die Kurs- und KüA-Leiter gemeinsam mit den Schülermentoren und der Assistenz des Leitungsteams diejenigen, die mit ihrer hingebungsvollen Arbeit das Fundament der Akademie bilden. Ein besonderer Dank gilt an dieser Stelle Jörg Richter, der auch in diesem Jahr für die Gesamterstellung der Dokumentation verantwortlich war.

Diejenigen aber, die die Akademie in jedem Jahr einzigartig werden lassen und die sie zum Leben erwecken, sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Deshalb möchten wir uns bei ihnen und ihren Eltern für ihr Vertrauen ganz herzlich bedanken.