



SCHWEIZER JUGEND FORSCHT  
SCIENCE ET JEUNESSE  
SCIENZA E GIOVENTÙ



# 19

Nationaler Wettbewerb  
Concours national  
Concorso nazionale





**Dr. Mathias Gempeler**

Vorsitzender der Wettbewerbskommission  
Président de la commission du Concours national  
Presidente della commissione del Concorso nazionale

### Diversität

Dieses Jahr waren wir mit unserem Finale zu Gast an der Hochschule für Technik in Rapperswil. In einem wunderbaren Umfeld und mit bester Betreuung konnten die Jugendlichen ihre Forschungsarbeiten während drei Tagen den Expertinnen und Experten und der breiten Öffentlichkeit präsentieren. Den krönenden Abschluss bildete die Empfangnahme der verdienten Zertifikate im Rahmen einer rauschenden Schlussfeier.

In diesem Jahr waren die Forscherinnen ganz leicht in der Überzahl und alle Sprachregionen der Schweiz waren mit Teilnehmenden verschiedenster Bildungshintergründe vertreten. Von sehr aktuellen Themen wie Klimawandel und Umgang mit Ressourcen über Themen zur medizinischen Forschung und zur Robotik, bis hin zu Arbeiten mit geschichtlichem oder sozialem Hintergrund – die Bandbreite der Ideen und Untersuchungen war beeindruckend divers.

Was alle Jugendlichen verband ist die Neugier und das Bestreben zu forschen und konkrete Lösungen für heutige oder zukünftige Probleme aufzuzeigen. Machen Sie sich nun selbst ein Bild und ich hoffe, Sie lassen sich vom «Feu sacré» der Jugendlichen anstecken. Dürfen wir Sie an dieser Stelle bereits für nächstes Jahr ans Finale in Biel einladen? Folgen Sie uns auf Social Media, um keine News und Hintergründe zu verpassen.

Im Namen des Stiftungsrates ein ganz herzliches Dankeschön unseren Trägern, Gönnern und allen Beteiligten für ihren Einsatz und ihre Unterstützung. Ohne dieses Engagement würde die Diversität unseres Nationalen Wettbewerbes nie zu Stande kommen.

### Diversité

À l'occasion de la finale du Concours national 2019, nous avons été les hôtes de la Haute École Technique de Rapperswil. Durant trois jours, dans un cadre magnifique, cette dernière a mis tout en œuvre pour accueillir les jeunes venus présenter leurs travaux de recherche aux experte·s ainsi qu'au public. Le point d'orgue de la manifestation fut la cérémonie de remise des prix durant laquelle ont été délivrés les certificats de participation bien mérités ainsi que les mentions des travaux.

Cette année, le nombre de chercheuses fut légèrement plus élevé que celui de leurs homologues masculins. Toutes les régions linguistiques de Suisse ont été représentées ainsi que divers profils de formation. L'éventail des thèmes abordés fut une fois de plus extrêmement large: des sujets d'actualité telles que le changement climatique et l'utilisation durable des ressources ont été présentés en plus de travaux liés à la recherche en médecine, en robotique ou traitant de thématiques historiques ou sociologiques.

Toutes et tous les finalistes ont en commun leur curiosité et leur passion pour la recherche ainsi qu'une ferme volonté de développer des solutions aux problèmes d'aujourd'hui et de demain. Laissez-vous surprendre par ce «feu sacré» que les jeunes insufflent! Nous profitons de l'occasion pour vous inviter à la finale du Concours de l'année prochaine qui se déroulera à Bienne: suivez-nous sur les médias sociaux pour recevoir régulièrement des informations relatives à nos activités.

Au nom du Conseil de Fondation de Science et jeunesse, je tiens à remercier tous nos soutiens, nos partenaires et celles et ceux qui, de diverses façons, nous aident en s'engageant en faveur de la Fondation. Sans leur précieuse contribution, nous ne pourrions nous réjouir de la diversité de notre Concours national.

### Diversità

In occasione della finale del Concorso nazionale 2019 siamo stati ospiti della Scuola Superiore Tecnica di Rapperswil, che per tre giorni ha offerto una splendida cornice e un'assistenza ottimale ai giovani partecipanti che hanno presentato i loro lavori alla giuria degli esperti e al pubblico convenuto. La manifestazione ha avuto il suo culmine con gli scroscianti applausi che hanno accompagnato la cerimonia finale, durante la quale sono stati distribuiti i meritati certificati di partecipazione.

L'edizione di quest'anno ha fatto registrare un numero leggermente superiore di giovani ricercatrici rispetto a quello dei loro compagni maschi, nonché una buona rappresentanza di tutte le regioni linguistiche e dei diversi profili di formazione. Lo spettro degli argomenti affrontati è stato ancora una volta estremamente ampio: dai temi di stretta attualità come i cambiamenti climatici e lo sfruttamento sostenibile delle risorse, passando per problematiche nell'ambito della ricerca in medicina e in robotica, fino a lavori di carattere storico o sociologico.

Ciò che ha accomunato tutti i giovani finalisti sono la curiosità e la passione per la ricerca e per la concezione e lo sviluppo di soluzioni per i problemi del presente e del futuro. Le prossime pagine vi offrono una variegata panoramica di questo «feu sacré»: lasciatevi stupire e contagiare. Cogliamo l'occasione per invitarvi sin d'ora alla finale del Concorso dell'anno prossimo che si svolgerà a Bienne: seguitemi sui social media per ricevere regolarmente aggiornamenti e approfondimenti.

A nome del consiglio di fondazione di Scienza e gioventù ringrazio di cuore tutti i nostri sostenitori, i nostri partner e coloro che in modi diversi ci sostengono con il loro impegno. Senza il loro prezioso contributo non potremmo rallegrarci della diversità del nostro Concorso nazionale.

## Impressum

### Redaktion

Jérémie Aebischer | Projektleiter Wettbewerb

### Herausgeberin

Schweizer Jugend forscht

### Korrektorat

Deutsch: Anne-Katrin Lombec | satzbausatz

Français: André Gachet

English: Susie Trenka | Wordsmith-translations

Italiano: Ferdinando Lehmann

### Visuelle Umsetzung

Céline Stiegler | visuelle Gestaltung

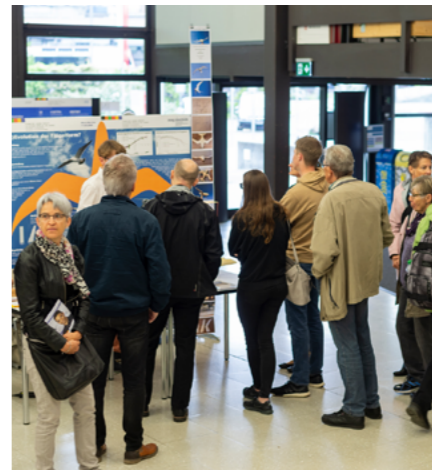
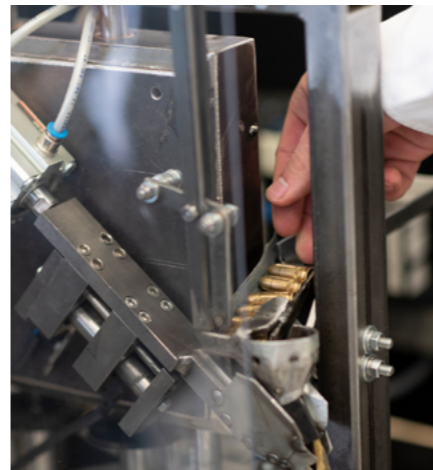
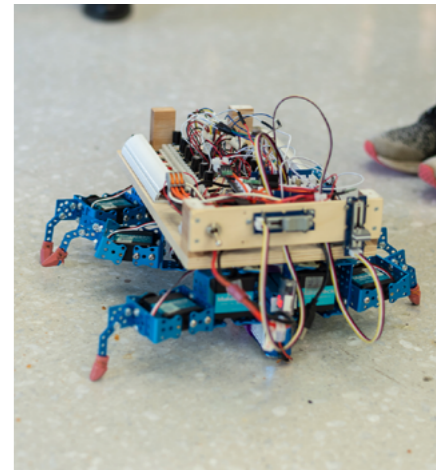
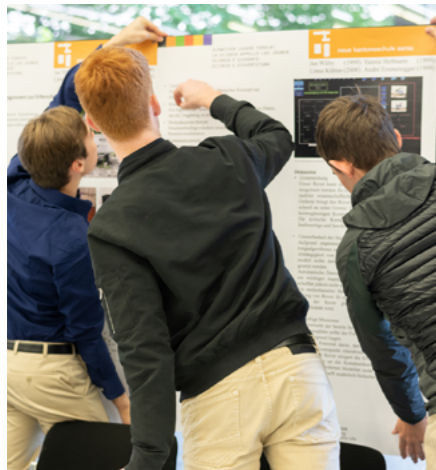
Marianne Begré | Verantwortliche MarKom

### Fotos

Riechsteiner Fotografie

### Druck

AST & FISCHER AG





**Jérémie Aebischer**

Projektleiter Nationaler Wettbewerb  
Resp. du projet Concours national  
Resp. del progetto Concorso nazionale

### Der Nationale Wettbewerb 2019

Vom 2. bis 4. Mai fand der 53. Nationale Wettbewerb an der Hochschule für Technik Rapperswil (HSR) und deren einmaligen Umgebung am Zürichsee statt.

Die Planung und Organisation unserer nationalen Veranstaltung dauerten fast ein Jahr. Dank der guten Zusammenarbeit mit der HSR Rapperswil konnte die Stiftung die drei finalen Tage des Nationalen Wettbewerbs unter bestmöglichen Bedingungen gestalten und durchführen.

### Die Ausgabe 2019 in Zahlen:

Aus 24 Kantonen reichten die 285 angemeldeten Jugendlichen 237 Projekte ein; von ihnen wurden 150 Schüler zu den Workshops in Lugano, Bern und Lausanne, d.h. in jeder der drei Sprachregionen des Landes, zugelassen. So hatte jede Kandidatin und jeder Kandidat die Möglichkeit, die Forschungsarbeit mündlich in der jeweiligen Landessprache zu präsentieren;

- 108 Arbeiten haben die Vorselektionsphase (Workshop) durchlaufen;
- 91 Arbeiten wurden am Finale verteidigt;
- von den 109 Finalistinnen und Finalisten erhielten 19 das Prädikat gut, 43 sehr gut und 29 hervorragend;
- darüber hinaus erhielten 44 Jugendliche die begehrten Sonderpreise der Jury.

Die Stiftung Schweizer Jugend forscht gratuliert den Finalistinnen und Finalisten herzlich und möchte betonen, dass wir grosse Freude an den kreativen Arbeiten der Schüler hatten.

Der Nationale Wettbewerb 2019 ist Geschichte, wir freuen uns auf die nächste Ausgabe im Jahr 2020, welche vom 23. bis 25. April an der Fachhochschule in Biel stattfinden wird.

### Concours national 2019

Dans le cadre magnifique de la Haute École Technique (HSR) de Rapperswil sur les bords du lac de Zurich, s'est déroulée, du 2 au 4 mai, la 53ème édition du Concours national de Science et jeunesse (Fondation appelée autrefois: La Science appelle les jeunes).

L'élaboration d'un tel événement national a nécessité près d'une année d'organisation. Grâce à l'excellente collaboration de la HSR de Rapperswil, la Fondation a pu mettre en place les 3 journées finales du Concours national dans les meilleures conditions possibles.

### Édition 2019 en chiffres:

Issus de 24 cantons, les 285 jeunes inscrits ont présenté 237 travaux; parmi eux, 150 étudiante-s ont été admis-e-s aux Workshop de présélection à Lugano, Berne et Lausanne, soit dans chacune des 3 régions linguistiques du pays. Ainsi chaque candidat-e a eu la chance de présenter oralement sa recherche dans un idiome national;

- 108 travaux ont passé le cap de la présélection;
- 91 projets ont été défendus à la HSR de Rapperswil;
- des 109 finalistes, 19 ont obtenu la mention bien, 43 très bien et 29 excellent;
- de plus, 44 jeunes ont reçu le très convoité prix spécial du jury.

La Fondation Science et jeunesse félicite chaleureusement tous les jeunes qui ont concouru. La Fondation souligne encore que l'équipe d'organisation a pris un réel plaisir dans la mise en évidence de la riche cuvée 2019.

Le Concours national 2019 est terminé, vive le Concours national 2020! Il se tiendra du 23 au 25 avril à Bienne, au sein de la Haute école spécialisée bernoise.

### Il Concorso nazionale 2019

Nell'affascinante cornice del Lago di Zurigo, dal 2 al 4 maggio 2019 si è svolta presso la Scuola Superiore Tecnica di Rapperswil (HSR) la fase finale del 53. Concorso nazionale di Scienza e gioventù.

La pianificazione e l'organizzazione di questo atteso appuntamento dura quasi un anno. Grazie all'eccellente collaborazione con la HSR, le tre giornate conclusive del Concorso nazionale hanno potuto essere organizzate e svolte nelle migliori condizioni.

### L'edizione 2019 in cifre:

285 giovani provenienti da 24 cantoni hanno inviato 237 progetti; 150 candidati sono stati ammessi al Workshop hanno presentato i loro progetti nell'ambito del Workshop della propria regione linguistica, a Lugano, Berna o Losanna;

- 108 progetti hanno superato la prima selezione preliminare;
- 91 progetti hanno raggiunto la fase finale del Concorso
- dei 109 giovani partecipanti alla finale, 19 hanno ottenuto la menzione buono, 43 molto buono e 29 eccellente;
- a 44 di loro la giuria ha assegnato gli ambiti premi speciali in palio.

La fondazione Scienza e gioventù si felicita vivamente con le finaliste e i finalisti, esprimendo in particolare la propria ammirazione per la creatività dei lavori presentati.

Il Concorso nazionale 2019 appartiene ormai alla storia: con piacere guardiamo verso il futuro dove dal 23 al 25 aprile 2020 presso la Scuola universitaria professionale bernaese di Bienne ci aspetta la prossima edizione.

## Inhaltsübersicht

### Biologie | Umwelt

- 10 **Noemi Bernstein** Besitzen wir einen bakteriellen Fingerabdruck? Bakterienflora der Hand
- 11 **Arianna Bettelini, Lisa Lüthi** La resistenza agli antibiotici negli ecosistemi acquatici
- 12 **Zamir Borojevic** Bärtierchen unter dem Einfluss von Säuren und Laugen und UV-C Licht
- 13 **Jonas Ehrismann** Instreamrestaurierung eines Abschnittes der Aach unterhalb Erlen TG | Effiziente Fließgewässeraufwertung mit einfachen Mitteln
- 14 **Bastien Genet, Marie Gerber** Identification de bactéries indigènes capables de dégrader des polluants d'origine pétrolière dans l'eau des ports de Morges
- 15 **Céleste Kessler** Der Effekt von UV-Strahlung und mechanischem Stress auf die Bildung von Mikroplastik
- 16 **Silvia Miotti** Analyse eines menschlichen Schädels und dreidimensionale Gesichtsrekonstruktion nach der russischen Methode
- 17 **Jan Obermeier, Nils Schlatter** EvoSim: Erlernen eines humanoiden Gangs mithilfe von genetischen Algorithmen
- 18 **Anna Räss** The Effect of Glyphosate on Different Species of Freshwater Algae
- 19 **Annina Rohrer** Antibiotikaresistente Bakterien im Alpnachersee
- 20 **Patrick Roos** Untersuchung des Paarungserfolges der männlichen *Scathophaga stercoraria* auf Grund von Körpermerkmalen
- 21 **Julip Schilling** Bakterielle Kontamination an häufig besuchten Orten. Bestandsaufnahme Stadt Luzern Winter/Sommer 2017/2018
- 22 **Gioia Kalena Weltert** Antibakterielle Wirkung von Nikotin und Cannabidiol auf potentiell humanpathogene Bakterien
- 23 **Céline Wilhelm** Vorkommen von drei invasiven Mückenarten in Sursee
- 24 **Jan Wixinger** Untersuchung der licht- und materialspezifischen Präferenzen von Wildbienen bei der Nistplatzwahl
- 25 **Jannik Wyss** Roles of the genes *xbp1*, *creb3l1* and *creb3l2* in axial mesoderm development

### Chemie | Biochemie | Medizin

- 26 **Olivia Aerne, Lukas Widmer** Phytoremediation
- 27 **Giada Badaracco, Massimo Bottini** Synthesis of Mesoporous Silica Nanoparticles Using an Innovative Method
- 28 **Luca Basso, Fabio Woodtli** Sintesi di una resina autorigenerante
- 29 **Valentin Baumann** Stability studies on the mTOR protein complex, a key regulator of cell growth
- 30 **Elin Cathomas** Arsenic in drinking water: A threat to men in the Grisons? - Arsenic in drinking water and risk for prostate cancer in the canton of Grisons
- 31 **Junia Colruyt** Der Einfluss von Computerspielen verglichen mit dem Einfluss eines Naturfilmes auf den Tagesschlaf
- 32 **Saskia Durisch** Neuartige zeckenübertragene Krankheit Tularämie auf Wanderwegen im Vormarsch?
- 33 **Felix Hürst, Roman Meyer** Antibiotika leicht gemacht
- 34 **Nora Irzik** Les conséquences de l'ostéochondrome multiple héréditaire, étude de cas

- 35 **Nedim Kozarac** Immunologische Untersuchung von Rattenblut hinsichtlich Immuntoleranz nach einer Beintransplantation
- 36 **Dominique Luder** Einfluss der PLK4-Konzentration auf die Zentrosomenduplikation
- 37 **Marta Marangoni** Rigenerazione di cartilagini mediante scaffold polimerici
- 38 **Mira Maranta** Ausgewählte Experimente zur Rolle der Lymphknotenstromazellen bei der Abstossung von Handtransplantationen
- 39 **Michal Remen** Effects of Acute Stress on Salivary Cortisol Levels and Short-term Memory Performance in Healthy Students
- 40 **Livia Strasser** Luft in den Schulzimmer - Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit der Schüler und Schülerinnen
- 41 **Elena Su** Investigation into the alpha-synuclein accumulation in Parkinson's Disease mice
- 42 **Florence Suter** Zahnpasta - Wahrlich ein Bakterienkiller? Eine Untersuchung der antimikrobiellen Wirkung von Natrium Lauryl Sulfate
- 43 **Gregor Wettach** Identifizieren und Charakterisieren von O157-E. Coli-Bakteriophagen in Abwasser
- 44 **Olivia Williams** Artificial Sweeteners and Their Impact on Bacterial Growth
- 45 **Ellen Mara Zwinggi** Blutkonzentrationen der Vitamine B9 und B12 und Homocystein nach Einnahme eines Polyvitaminpräparates

### Gestaltung | Architektur | Künste

- 46 **Lotta Bergfeld** Komposition eines Kunstliedes auf der Basis der Analyse verschiedener Kompositionsstile und -techniken
- 47 **Hannah Dobbertin** Seiten des Lebens. Zwei Flüchtlinge – zwei Zeitalter – ein Schicksal. Ein Maturafilm
- 48 **Alexandra Knöpfel** Michelangelo's Divine Secrets: Hidden Messages in Michelangelo's Paintings in the Sistine Chapel - an Analysis of the Genesis Frescos
- 49 **Arielle Rüfenacht** Computergestütztes Komponieren mithilfe von Machine Learning
- 50 **Angelika Tanner** So macht Schwyzerörgeli spile Spass!

### Geschichte | Geografie | Wirtschaft | Gesellschaft

- 51 **Sebastian Binggeli** Kaiseraugst - niemals! Charakter und Politik der Kaiseraugster Anti-AKW-Bewegung
- 52 **Ulisse Camponovo** Borghi e vie di uomini e merci. Fiere e reti mercantili della Svizzera italiana dall'età dei baliaggi al giovane Cantone
- 53 **Fabia Castelmur** Rock glaciers as a long-term source of water in the Davos region
- 54 **Cinzia D'Adamo** Propaganda im Kalten Krieg – eine Analyse der Berichterstattung im Vergleich zwischen DDR und BRD am Beispiel des Wettlaufs zum Mond
- 55 **Clara Dratva** Ohne Dings kein Bums – Analyse der Aids-Prävention- Plakatkampagne des Bundesamts für Gesundheit (BAG) zwischen 1987 und 2017

- 56 **Gregory Ebeling** Männlichkeit im Wandel der letzten 20 Jahre - Der Mann in der Anzeigenwerbung unter Göttern, Desperados und Gentleman
- 57 **Josephine Eberhardt** Unfallopfer in der Schweiz - Unfallgeschädigte im Schweizerischen Schadensausgleichssystem
- 58 **Isabelle Franzen** Rerum coelestium scientia: Das Himmelsbild von Christiaan Huygens aus dem 17. Jahrhundert
- 59 **Anna Katharina Funk** Kinderhexenprozesse. Mit Beispielen aus den Kantonen Bern und Waadt.
- 60 **Samuel Gossweiler** «Infame Geschichtsfälschung oder Bekenntnis» - Der Wattwiler Kunstmaler Willy Fries und seine «Passion»: wie sie entstand und welche Reaktionen sie in der Schweiz der Nachkriegszeit auslöste
- 61 **Jamie Moser** Drogen legalisieren? Überlegungen zur Schweiz mit Bezügen auf internationale Entwicklungen
- 62 **Livia Nora Müller** Queen Victoria in der Schweiz - Eine Untersuchung des Jubiläumsjahres 2018
- 63 **Caroline Savi** Da scìa e da là dal pozz
- 64 **Anna Sprute** Das Propagandawunder an der Ostfront. Die Entwicklung des deutschen Flugblatts im Zweiten Weltkrieg gegen die Sowjetunion und die Darstellung der Machtfiguren in der Kriegspropaganda.
- 65 **Corina Tanner** Naturereignisse und Tourismus

### Literatur | Philosophie | Sprache

- 66 **Fiona Aellig** The influence of Norse mythology on 'The Lord of the Rings'
- 67 **Mariasole Aurora Agazzi** Le stelle che fecero sognare l'uomo - Viaggio alla scoperta dell'evoluzione della comprensione del cosmo nella storia
- 68 **Meret Böhni** «Die Sonne scheint mir das nicht so einfach» – Untersuchung zum poetischen Potenzial digitaler Schreibvorschläge
- 69 **Eliana de Cesare** The Dissociative Identity Disorder in Literature - Exploring the role of Literature in the stigmatization of mental illness
- 70 **Jasmina Henggeler** Das Frauenbild in Gotthelfs «Der Bauernspiegel» – eine Werkanalyse
- 71 **Céline Pel** Das Verfassen eines Easy Readers - Eine Vereinfachung des englischsprachigen Klassikers The Old Man and the Sea von Ernest Hemingway auf das Sprachniveau A2
- 72 **Felix Schäfer** Kannibalismus in der mittelalterlichen Literatur am Beispiel des Motivs vom gegessenen Herzen im Herzmære
- 73 **Sara Steigmeier** Teufliche Herzensangelegenheiten - Eine motivgeschichtliche Analyse unterschiedlicher Erzählformen
- 74 **Mirjam Sutter** Schwizerdütsch with subtitles - Englische Untertitelung eines Mundart-Films

### Mathematik | Informatik

- 75 **Florian Baumgartner, Luca Jost** Smart Digitizer IoT
- 76 **Jean-Claude Graf** How can I teach a car to drive by itself?
- 77 **Jan Obermeier** ShroomNET – künstliches neuronales Netz für die Bestimmung von Pilzarten
- 78 **Christelle Rossier** Le jeu du jass
- 79 **Georgette Weingärtner** Blockchain Decrypted

### Physik | Technik

- 80 **Léon Altner, Ari Ferguson** Motion Flight Simulator
- 81 **Steffan Arends** BARBOX – Es handelt sich um eine Cocktailschneidemaschine
- 82 **Joël Beck, Matthias Dudler, Pius Sieber** Ultrasonic Levitation Visualizer
- 83 **Moriz Berclaz (R)** Evolution der Flügelform?
- 84 **Lisa Brönnimann, Selina Frey** Die recycelte PET-Flaschen-Brille
- 85 **Jacopo Conti** Viaggio nella fisica interstellare attraverso il cinema di fantascienza
- 86 **Elias Donzé, Alain Lavoyer** Optimieren der Rückenhaltung mittels eigenem Tracker
- 87 **Linus Kühne, Jan Wälty, André Emmenegger & Yannic Hofmann** Exploration Rover - Entwicklung und Bau eines Erkundungsrovers zur Erforschung fremder Himmelskörper
- 88 **Tim Frey** Velotacho am Nabendynamo – was lässt sich damit alles auswerten?
- 89 **Reto Giezendanner** Projektierung einer Schrägkabelbrücke. Langsamverkehrsbrücke Länggasse-Breitenrain in Bern
- 90 **Lukas Gisi** Construction et programmation d'un robot hexapode
- 91 **Simon Hofmann** Faszination Polarlichter – eine Analyse und Visualisierung ihrer Entstehung
- 92 **Samuel Huber, Yanic Meier** Quantenchemische Betrachtungen am Wasserstoffmolekülion
- 93 **Jan Keiser** Visualisierung der Luftströmung beim Segelfliegen
- 94 **Lukas Lieb** Prädiktive Hausautomatisierung – Entwicklung einer intelligenten Storensteuerung
- 95 **Chloé Mayoraz** Tomographie muonique, utilisation des muons cosmiques en géologie
- 96 **Océane Patiny** Remote control cylinder
- 97 **Jonas Ruepp** Avalanche Dynamics: Calculating Sand Avalanche Runout Using the Voellmy-Salm Model
- 98 **Romano Schuler, Roman Weiss** ARELOA System - Herstellung eines automatischen Nachladesystems für das Magazin einer Polizeipistole
- 99 **Alexander Stadelmann** Bau eines kommunizierenden Langstrecken-Wetterballons
- 100 **Lukas Weber** Nutzung von bestehender Infrastruktur zur Auswertung der Flächennutzung in Gebäuden

### Donatoren und Organisation

102 - 103 Donatoren

104 Organisation



Noemi Bernstein, 2000 | Kilchberg, ZH

**Kantonsschule Freudenberg**

Lehrer: Thomas Hauser

**Würdigung durch den Experten**

Dr. Helmut Bürgmann

Frau Bernsteins Arbeit untersucht die Bakterienflora der Hand und die Frage, ob diese individuell ist und sich nach einer Störung wie dem Händewaschen wieder unverändert regeneriert. Die Arbeit beeindruckt zum einen durch die Verwendung von anspruchsvollen mikrobiologischen Methoden, vor allem aber durch den selbständig entwickelten experimentellen Ansatz und die kreative Auswertung der Daten, die bspw. durch die Berücksichtigung der farblichen Charakteristika der Kolonien das Maximum aus dem Experiment herausholen. Eine problembewusste Diskussion und Methodenkritik runden die Arbeit ab.

**Prädikat: sehr gut****Besitzen wir einen bakteriellen Fingerabdruck? Bakterienflora der Hand**

Unsere Hände kommen jeden Tag mit Billionen von Bakterien in Kontakt. Einige haften an unseren Händen, andere wiederum nicht. Heisst das, dass wir alle dieselben Bakterien auf der Hand aufweisen oder hat jeder Mensch eine individuelle Zusammensetzung von Bakterien auf seinen Händen und dadurch eine immerwährende persönliche Handflora? Dies ist für unsere Gesundheit äusserst relevant, da die Handflora potentiell auf das ganze menschliche Abwehrsystem Einfluss nimmt. Mit Hilfe von eigens entwickelten Experimenten habe ich untersucht, ob eine individuelle Handflora besteht. Dabei strichen die Probanden und Probandinnen ihren Zeigefinger auf einer Agarplatte aus und die danach kultivierten Bakterienkolonien wurden gezählt und in Gruppen eingeteilt. Diese wurden mit Hilfe eines API-Tests identifiziert. Die Resultate weisen darauf hin, dass jede Person eine individuelle Zusammensetzung von Bakterien hat. Dieses Erkenntnis ist ein Ansatz, um die Gesundheit der Menschen zu fördern. Konkretere Forschung zu Bakterien und deren Interaktionen könnte den Weg dazu ebnet, gesundheitsfördernde Bakterien zu unterstützen und das Wachstum sowie die Ausbreitung der gesundheitsschädlichen Bakterien zu hemmen.

**Fragestellung**

Mit folgenden Hypothesen erforschte ich, ob wir eine individuelle Handflora haben. Die erste Hypothese lautet: «Jede Person hat eine individuelle, sich von anderen unterscheidbare, Handflora». Durch das Händewaschen werden die transienten Bakterien von den Händen entfernt. Hier knüpft die zweite Hypothese an: «Beim Waschen wird die Anzahl Bakterien reduziert, steigt aber danach wieder zu einer etwa gleichen Anzahl an.» Zusätzlich wird in der dritten Hypothese: «Nach dem Waschen stellt sich die individuelle Handflora wieder her», der Frage nachgegangen, ob sich die persönliche Handflora eines Menschen nach einer Störung wieder einpendelt.

**Methodik**

Mit Hilfe von eigens, durch Vorversuche, entwickelten Experimenten habe ich untersucht, ob eine individuelle Handflora besteht. Dabei strichen die Probanden ihren Zeigefinger auf einer Agarplatte aus, um ihre Bakterien auf die Platte zu übertragen. Nach mehrmaliger Inkubation der Reinkulturen in den Petrischalen sind klare, reine Bakterienkolonien erkennbar, welche dann analysiert werden können. Zusätzlich habe ich mit Hilfe eines API-Tests die Bakterien identifiziert. Der API-Test basiert auf dem Nachweisen von Stoffen, die von den Bakterien ausgeschieden oder durch ihren Stoffwechsel verändert werden.

**Ergebnisse**

Die Resultate weisen darauf hin, dass jede Person vor und nach dem Händewaschen eine individuelle Zusammensetzung von Bakterien hat. Gewisse Bakterien breiten sich nach dem Händewaschen wieder aus, während andere verschwinden. Die im API-Test identifizierten Bakterien sind zum Teil opportunistische Erreger. Diese können immungeschwächten Personen gefährlich werden. Ein besonders span-

nendes Ergebnis war, dass sich die geringe Bakterienanzahl eines Probanden mit grosser Wahrscheinlichkeit auf das Vorhandensein der Bakterienart Burkholderia cepacia zurückführen liess. Dieses Bakterium produziert wachstums- und vermehrungshemmende Stoffe.

**Diskussion**

Mit einer Ausnahme weist jede Person beim letzten Abklatsch eine andere, eigene Farbkombination auf. Dies deutet darauf hin, dass sich die Zusammensetzung der Handflora bei jedem Menschen unterscheidet. Jedoch vermindert das Händewaschen die Anzahl Bakterien nur bei 7 von 10 Probanden und Probandinnen. Nach dem Händewaschen befinden sich nur noch residente Bakterien auf unseren Händen. Diese befinden sich in unseren Poren und unter der obersten Hautschicht. Vor dem Händewaschen waren mehr Bakterienarten vorhanden als danach. Dies würde darauf hindeuten, dass die Bakterienarten, welche am Ende des Experimentes noch vorhanden sind, zur permanenten Handflora des Probanden oder der Probandin gehören.

**Schlussfolgerungen**

Es zeichnet sich ab, dass wir eine individuelle Handflora besitzen. Weiterführende Forschung über die Nutzung von gesundheitsfördernden Bakterien und ihre Anwendung im mikrobiologischen und medizinischen Bereich wird zukünftig ein wichtiger Ansatz sein, um die Gesundheit der Menschen zu fördern. Die Erkenntnisse sind alle noch relativ neu und konkrete Anwendungen noch in Erprobung. Forschung zu Bakterien und deren Interaktionen könnte den Weg dazu ebnet, gesundheitsfördernde Bakterien zu unterstützen und das Wachstum sowie die Ausbreitung der gesundheitsschädlichen Bakterien zu hemmen.

**Liceo di Lugano 2**

Docenti: Amanda Tuozzo, Ferdinando Lehmann

**Valutazione del lavoro espressa dall'esperta**

Dr.ssa Federica Mauri

Le due candidate hanno trattato con passione e spirito d'iniziativa la problematica della diffusione della resistenza agli antibiotici in ambiente acquatico, tematica molto attuale e rilevante dal punto di vista della salute pubblica. Il lavoro è stato suddiviso in due fasi, una teorica di descrizione dell'argomento mediante lo studio di un considerevole numero di fonti bibliografiche opportunamente raccolte e selezionate; e una fase sperimentale di analisi microbiologica di campioni d'acqua e indagine statistica dei risultati, eseguite in modo critico e autonomo.

**Menzione: molto buono**Arianna Bettelini, 2000 | Manno, TI  
Lisa Lüthi, 1999 | Canobbio, TI**La resistenza agli antibiotici negli ecosistemi acquatici**

L'antibiotico-resistenza è un grave problema per la salute umana. Essa non riguarda solo chi assume antibiotici, bensì anche ambiti quali l'allevamento e l'agricoltura, così come gli ecosistemi acquatici, che sono tra i principali luoghi di propagazione delle resistenze. La diffusione e la formazione delle resistenze è sempre più rapida anche a causa dell'eccessivo consumo di antibiotici. Sviluppare una resistenza rientra tra i normali meccanismi di difesa dei batteri, di conseguenza questo fenomeno risulta difficile da controllare. Gli ecosistemi acquatici sono il nostro principale ambiente d'indagine, in quanto l'acqua è un elemento essenziale per la vita ed è spesso serbatoio di geni di resistenza. Ci siamo quindi concentrate sui diversi meccanismi adottati dai batteri per sviluppare resistenze, per poi focalizzarci sull'analisi del bacino imbrifero del Ceresio, analizzando dati di numerosi campionamenti per ricercare i fattori che potrebbero influenzare la presenza di geni di resistenza. L'aspetto innovativo del lavoro consiste nelle analisi svolte sul nostro territorio, che confermano un fenomeno già osservato globalmente. Inoltre, ci ha permesso di mostrare le principali conoscenze raccolte fino ad ora, di cercare nuove correlazioni, come quelle con diversi parametri ecologici, e di comprendere l'importanza di questa problematica.

**Argomento**

Abbiamo innanzitutto cercato di capire quali siano i principali metodi di trasmissione e di propagazione dell'antibiotico-resistenza. Abbiamo raccolto, analizzato e sottoposto a confronti statistici alcuni dati sperimentali e redatto un protocollo per le analisi da noi svolte al fine di raccogliere dati. Ci siamo poi concentrate sulla ricerca dei fattori che potrebbero influenzare la presenza dei geni di resistenza nel bacino imbrifero del Ceresio, considerando anche il territorio circostante e analizzando, per esempio, l'influenza dei depuratori. Abbiamo infine cercato di identificare altri fattori influenzanti, come la concentrazione di ossigeno e di clorofilla a nelle acque e la stagionalità, che influenza a sua volta numerosi parametri.

**Metodologia**

Il lavoro è stato diviso in due parti; un'introduzione teorica, riguardante i meccanismi adottati dai batteri per sviluppare resistenze agli antibiotici e i metodi di propagazione di queste resistenze, e una parte sperimentale e analitica comprendente invece l'analisi delle acque del Ceresio e di tre affluenti. La redazione di quest'ultima è basata sulle analisi di laboratorio svolte grazie alla collaborazione con il Laboratorio Microbiologia Applicata (LMA) di Bellinzona, tra cui figurano gli antibiogrammi e la PCR, necessarie per valutare la presenza e l'intensità dell'antibiotico-resistenza. L'analisi dell'ampia quantità di dati biennali (2016-2017) fornitici dall'LMA ci ha permesso di dare più validità ai nostri risultati. Questi dati riguardano il bacino imbrifero del Ceresio e, più in particolare, la presenza di batteri e di geni di resistenza agli antibiotici, così come valori relativi alla concentrazione di ossigeno e clorofilla a.

**Risultati**

Con l'analisi statistica dei dati ricevuti dall'LMA abbiamo ottenuto numerosi risultati. Nel fiume Cassarate abbiamo osservato una diminuzione di geni di resistenza dopo la chiusura del depuratore. Inoltre, a Ponte Tresa e nel fiume Vedeggio, luoghi con maggiore presenza di microinquinanti, abbiamo notato un aumento della presenza di batteri resistenti. In generale, abbiamo osservato come le resistenze più diffuse riguardino proprio gli antibiotici in commercio da più tempo e quelli più utilizzati.

**Discussione**

Attraverso l'analisi statistica dei dati abbiamo potuto confermare alcune delle nostre ipotesi. In particolare, abbiamo potuto stabilire che i geni di resistenza sono favoriti dagli impianti di depurazione, che sono degli ottimi serbatoi per la presenza e lo scambio di resistenze. Al contrario di quanto ipotizzato, non abbiamo trovato una significativa correlazione tra la presenza di geni di resistenza e gli aspetti ecologici presi in considerazione.

**Conclusioni**

Possiamo quindi concludere ricordando l'importanza di agire efficacemente al fine di contenere la propagazione dell'antibiotico-resistenza ed evitare che nuove resistenze si sviluppino. Per questo è necessario agire sia a livello delle strutture, ad esempio migliorando gli impianti di depurazione, i quali non sono finora in grado di eliminare tutti i batteri e i microinquinanti, sia sensibilizzando e informando i consumatori (pazienti, allevatori, agricoltori) riguardo all'uso corretto e responsabile degli antibiotici.



Zamir Borojevic, 1999 | Binningen, BL

**Gymnasium Oberwil**

Lehrer: Samuel Zschokke

**Würdigung durch den Experten**

Prof. Dr. Ralph Schill

Zamir Borojevic hat sich mit grossem Engagement in seinem Projekt mit Bärtierchen und den Mechanismen der Kryptobiose, dem Zustand eines Organismus, der keine offensichtlichen Lebenszeichen von sich gibt und dessen metabolische Aktivität nur schwer nachweisbar ist, beschäftigt. Wie die Bärtierchen es schaffen, sich an schnell wechselnde Umweltbedingungen anzupassen, ohne ihre Zellen zu schädigen, ist bislang weitgehend unklar. Zamir Borojevic hat mit seiner Arbeit einen weiteren Einblick in die faszinierenden Fähigkeiten gegeben.

**Prädikat: hervorragend****Sonderpreis: Swiss Junior Water Prize****Bärtierchen unter dem Einfluss von Säuren und Laugen und UV-C Licht**

Meine Arbeit beschäftigt sich mit dem Bärtierchen *Hypsibius exemplaris* und dessen Toleranz und Vitalität gegenüber UV-C-Licht und unterschiedlichen pH-Werten. Das besondere an diesen Häutungstieren liegt darin, aufgrund ihrer Fähigkeit zur Kryptobiose extremen Umweltverhältnissen zu trotzen. Es gibt mehrere Formen der Kryptobiose, jedoch haben sie alle eines gemeinsam: Es ist ein todesähnlicher Zustand, der keinen Stoffwechsel mehr aufweist. Aus dem können sich die Tiere wieder erholen. Ich habe das Bärtierchen *Hypsibius exemplaris* in zwei Experimenten auf Toleranz und Vitalität, unter Einfluss von UV-C-Licht und pH-Werten zwischen 2 und 13 untersucht. Aus den ermittelten Ergebnissen konnte ich ein Toleranz- und Vitalitätsdiagramm zu beiden Experimenten erstellen und die Beobachtungen mit den Diagrammen vergleichen und interpretieren. Interessant an den Experimenten ist, wenn man sieht, in welchen Situationen *Hypsibius exemplaris* einen Aktivitätsunterschied aufweist, wie es sich unter den beschriebenen Einflüssen verhält, wann die Tiere auf ein Resistenzstadium zurückgreifen und ob sie dazu auch in der Lage sind.

**Fragestellung**

Das Ziel der Arbeit liegt darin, die Toleranz und Vitalität des Bärtierchens *Hypsibius exemplaris* unter Einfluss unterschiedlicher pH-Werte und unterschiedlich dosierten UV-C-Lichts experimentell zu untersuchen und zu beiden Experimenten je ein kombiniertes Toleranz- und Vitalitätsdiagramm zu erstellen.

**Methodik**

Als Material im UV-C-Licht-Experiment dienten Petrischalen, kleine Pipetten mit maximal fünf Milliliter Fassungsvermögen, ein Stereomikroskop mit einer 40-fachen Vergrösserung und ein UV-C-Licht-Sterilisator, der keine Wärme ausstrahlt. Die Bärtierchen wurden in Petrischalen in einen UV-C-Licht-Sterilisator gelegt und mit unterschiedlichen Dosierungen bestrahlt. Um die Langzeitfolgen festzustellen, wurden die bestrahlten Bärtierchen während vierzehn Tagen nach der Bestrahlung beobachtet und die Ergebnisse festgehalten. Für das pH-Experiment wurden ein Becherglas, Petrischalen, Pufferlösungen, pH-Meter, entionisiertes Wasser, kleine Pipetten, Stereomikroskop (40-fache Vergrösserung), Natronlauge, Salzsäure, 15 Zentrifuge-Röhrchen (TPP) und ein Magnetrührer benötigt. Dann wurden die Bärtierchen in Lösungen unterschiedlicher pH-Werte gelegt und ihre Aktivität während einer Stunde beobachtet und ihr Verhalten protokolliert. Um die Ergebnisse in einem Diagramm übersichtlich darstellen zu können, habe ich ein Punktesystem erstellt, das die Aktivität von *Hypsibius exemplaris* beschreibt. So können die Toleranz und Vitalität durch eine gemeinsame Punkteverteilung übereinandergelegt und verglichen werden.

**Ergebnisse**

Aufgrund des UV-C-Licht-Experiments habe ich herausgefunden, dass *Hypsibius exemplaris* nach 14 Tagen nach einer Bestrahlung von 1,152 kJ/m<sup>2</sup> UV-C-Licht nicht überlebt. Des Weiteren wurde klar, dass *Hypsibius exemplaris* gegenüber UV-C-Licht nicht in ein Resis-

tenzstadium verfällt. Toleriert wird der Bereich bis 1,152 kJ/m<sup>2</sup>. Das Optimum liegt jedoch zwischen 0 kJ/m<sup>2</sup> und 0,288 kJ/m<sup>2</sup>. Durch das pH-Experiment habe ich festgestellt, dass *Hypsibius exemplaris* unterschiedlich auf saures und alkalisches Milieu reagiert. In pH 3 griffen die Versuchstiere auf die Osmobiose zurück, starben jedoch in pH 2 und nutzten keine Osmobiose mehr ab pH 3,5. Der Toleranzbereich kommt zwischen pH 2 und pH 12 zu liegen. Das Optimum befindet sich, unter Einbezug der Vitalität, zwischen pH 6 und pH 10.

**Diskussion**

Zum UV-C-Licht-Experiment kann gesagt werden, dass *Hypsibius exemplaris* keine Möglichkeit besitzt, sich vor der schädigenden Strahlung zu schützen. Die Strahlen schädigen vermutlich die DNA der Tiere und denaturieren überlebenswichtige Proteine. Dies bewirkt, dass, je nach Dosierung, *Hypsibius exemplaris* auch erst nach ein paar Tagen Aktivitätsänderungen aufweist. Das pH-Experiment lässt darauf schliessen, dass *Hypsibius exemplaris* im stark sauren Milieu einen Reiz verspürt und in pH 3 Osmobiose betreibt. In stark alkalischem Milieu passiert dieser Vorgang nicht.

**Schlussfolgerungen**

Aus den Experimenten lässt sich schliessen, dass *Hypsibius exemplaris* nicht das Allzweckmittel gegen extreme Umweltverhältnisse ist, auch wenn das Bärtierchen über die Fähigkeit der Kryptobiose verfügt. Trotzdem verfügt es über ein breites Toleranzspektrum im pH-Experiment und eine moderate Toleranz und Vitalität gegenüber UV-C-Licht.

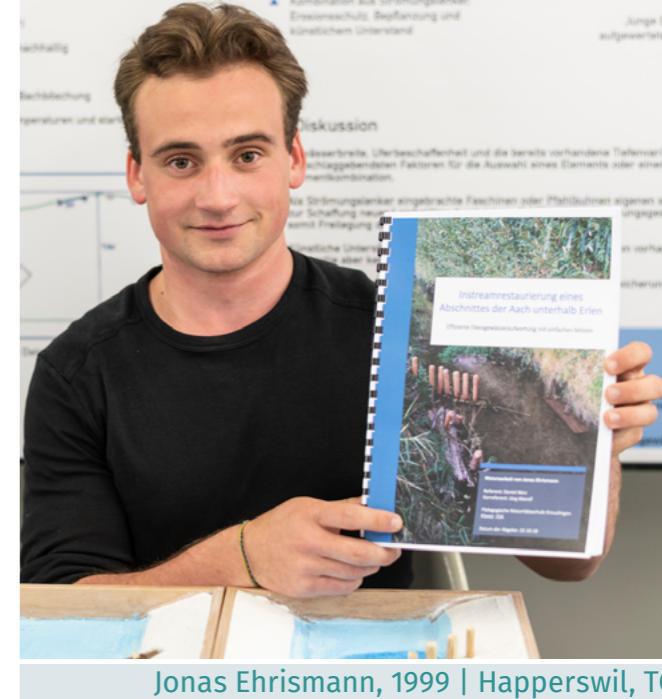
**PMS Kreuzlingen**

Lehrer: Daniel Bani

**Würdigung durch die Expertin**

Dr. Marion Mertens

Jonas Ehrismann ist es gelungen, innerhalb kurzer Zeit eine komplette Instream-Bach-Renaturierung nicht nur zu planen, sondern auch eigenhändig und sachkompetent durchzuführen. Dabei verhandelte er erfolgreich mit Landeigentümern und Behörden und erfand neben bereits erprobten Strukturierungselementen gleich noch einen neuartigen Forellenunterstand: Am Bachufer waagrecht montierte Holzbretter sollen speziell grösseren Forellen zusätzliche Unterschlupf bieten. Die Arbeit ist vorbildlich für den praktischen Naturschutz an Fließgewässern.

**Prädikat: sehr gut**

Jonas Ehrismann, 1999 | Happerswil, TG

**Instreamrestaurierung eines Abschnittes der Aach unterhalb Erlen TG  
Effiziente Fließgewässeraufwertung mit einfachen Mitteln**

Die Planung und Durchführung der strukturellen Aufwertung eines monoton verlaufenden Fließgewässerabschnittes ohne den Einsatz von Baumaschinen war Kern der vorliegenden Arbeit. Durch eine Instreamrestaurierung wurde ein Abschnitt der Aach unterhalb Erlen punktuell in seiner Tiefenvariabilität, Sohlenstruktur und an mehreren Stellen in seiner Uferbeschaffenheit aufgewertet. Eine Instreamrestaurierung beschränkt sich auf das bereits vorhandene Gerinne, wobei die Uferlinien nicht verändert werden. Die anhaltende Strömung des Fließgewässers dient, zusammen mit den eingebrachten Elementen, als treibende Kraft zur Umgestaltung des Gewässerlaufes. Durch die Aufwertung sollen die Lebensbedingungen für Fische und Krebs nachhaltig verbessert und dem Gewässer Teile seiner einstigen Eigendynamik und Selbstreinigungskraft zurückgegeben werden. Auch die Laichbedingungen für Kieseläcker, wie der Bachoder der in ihrem Bestand bedrohten Seeforelle, die vom Bodensee in die Aach aufsteigt und im aufgewerteten Bachabschnitt laicht, wurden durch gezielt eingebrachte Elemente verbessert. Strömunglenkende Elemente spülen die teils verschlammte und kolmatierte Kiessohle frei, die dadurch wieder als Laichplatz dienen kann. Bereits im Winter nach der Massnahmenumsetzung konnten Bach- und Seeforellen beobachtet werden, die auf dem freigelegten Kiessubstrat ablaichten.

**Fragestellung**

Die vorliegende Arbeit untersucht folgende Fragestellung: Wie ist der Einsatz eines bestimmten Elements oder einer bestimmten Elementkombination mit seinem Einsatzort zu begründen?

**Methodik**

Für die Aufwertungsmassnahmen wurden ausschliesslich Elemente aus Holz verwendet. Die eingebrachten Pfahlbuhnen, Faschinen und Strömunglenker sollen das Gewässer in seiner Tiefenvariabilität und seiner Sohlenstruktur nachhaltig verbessern. Pilotcharakter haben künstliche Unterstände, die jeweils am Gewässerrand eingebracht wurden. Die Uferbeschaffenheit wurde hauptsächlich durch Beschattungsmassnahmen mit lebenden Pflanzen verändert. Ein nachhaltiger Erosionsschutz wird durch Faschinen gewährleistet. Durch eine Bepflanzung des bis anhin nur einseitig beschatteten Gewässers soll der Bach zukünftig vor übermässiger Sonneneinstrahlung und somit vor hohen Wassertemperaturen geschützt werden.

**Ergebnisse**

Die Planung und Umsetzung der Instreamrestaurierung konnte vollständig durchgeführt werden. Nach erhöhter Wasserführung konnten bereits Verbesserungen in der Tiefenvariabilität des Gewässers festgestellt werden. Strömunglenkende Elemente legten die bis anhin verschlammte und teilweise kolmatierte Kiessohle frei, die im darauffolgenden Winter als Laichplatz dienen konnte. Schon bei leicht erhöhtem Wasserstand finden sichtbare Umlagerungen und Auswaschungen von Feinsedimenten statt. Im aufgewerteten Abschnitt konnten Laichaktivitäten von Bach- und Seeforellen beobachtet werden. Die zukünftig für Schatten und Erosionsschutz sorgende Bepflanzung ist angewachsen und zeigt bereits Knospen.

**Diskussion**

Für die Auswahl eines Elements oder einer Elementkombination sind die Faktoren Gewässerbreite, Uferbeschaffenheit und bereits vorhandene Tiefenvariabilität von grösster Bedeutung. Als Strömunglenker eingebrachte Faschinen oder Pfahlbuhnen eignen sich hervorragend zur Schaffung neuer Laichplätze durch lokale Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit und somit der Freilegung der Kiessohle. Künstliche Unterstände sind dort gefragt, wo bereits tiefe Strukturen vorhanden sind, die Uferpartie aber keine Versteckmöglichkeiten aufweist. Die Bepflanzung des Gewässerrandes stellt in jedem Fall eine Bereicherung dar.

**Schlussfolgerungen**

Fließgewässeraufwertungen dieser Art bestechen durch ihren direkt eintretenden Nutzen bei relativ niedrigem Planungsaufwand. Gerade in kleinen Fließgewässern können durch Strukturschaffung und Beschattung des Gewässerlaufes erhebliche Verbesserungen im Bereich der Biodiversität und auch der Fisch-Biomasse erzielt werden. In den aufgewerteten Bereichen kann von einer Verschiebung der Altersstruktur nach oben gerechnet werden. Neu geschaffene Standplätze bieten vermehrt Lebensraum für adulte Fische. Die frisch entstandenen Strukturen werden besonders der standort-treuen Bachforelle als sicherer Standplatz dienen, was deren Bestand längerfristig stärken wird. Das Resultat ist eine effiziente Fließgewässeraufwertung mit einfachen Mitteln, die auch von engagierten Nichtfachpersonen durchgeführt werden kann. Somit können flächendeckend viele kleine Gewässer aufgewertet werden, was in der Summe eine beachtliche Verbesserung für die Schweizer Fließgewässer darstellt.



Bastien Genet, 2000 | Reverolle, VD  
Marie Gerber, 2000 | Etoy, VD

**Gymnase de Morges**  
Enseignantes: Joyce Rupp, Françoise Pinazza

**Appréciation de l'expert**  
Eric Mennel

Les candidats ont montré une grande motivation en proposant des solutions afin de résoudre un problème de pollution chronique anthropique. Leur rapport final est soigneusement structuré. Le développement théorique est rédigé de manière claire, le descriptif méthodologique est précis et l'analyse des résultats est complète. Ils ont fait preuve de persévérance et d'abnégation afin d'atteindre les objectifs ambitieux qu'ils s'étaient fixés. En particulier, ils ont consacré beaucoup de temps à la réalisation des prélèvements et des analyses nécessaires.

**Mention: très bien**

## Identification de bactéries indigènes capables de dégrader des polluants d'origine pétrolière dans l'eau des ports de Morges

Ce projet, réalisé dans le cadre d'un travail de maturité, porte sur la problématique environnementale locale de la présence chronique de micropolluants dans les eaux du Lac Léman de par les activités humaines. Cette étude a été initiée grâce au soutien du Dr Davide Staedler, Directeur Scientifique de l'entreprise Scitec Research à Lausanne. Le travail expérimental a porté sur l'analyse chimique et microbiologique d'échantillons d'eau prélevés dans les ports du Château et du Petit-Bois, à Morges, afin de démontrer la présence de souches bactériennes indigènes ayant évolué pour acquérir la capacité à dégrader les polluants auxquels elles sont exposées en faible dose. Les souches présentant les meilleurs taux de croissance en présence d'hydrocarbures ont été isolées, identifiées et soumises à des tests de dégradation d'hydrocarbures d'origine pétrolière. Les analyses ont été réalisées dans les laboratoires de l'entreprise Scitec; l'identification a été menée au sein de la Haute École de la Suisse Italienne.

### Problématique

De nos jours, les activités humaines aux bords des lacs engendrent des phénomènes locaux de pollution aiguë ou chronique par des hydrocarbures d'origine pétrolière. Des études montrent que les environnements pollués à faible dose de manière chronique sont souvent propices au développement de souches bactériennes ayant acquis la capacité à dégrader ces hydrocarbures en les utilisant notamment comme source de carbone. Au vu du rôle très important de ces micro-organismes dans le maintien des écosystèmes exposés à des pollutions, ce projet a pour but d'isoler des souches indigènes dans les eaux des ports de la ville de Morges, de démontrer leur capacité à proliférer en présence de polluants d'origine pétrolière, de quantifier leur capacité de dégradation et de les identifier.

### Méthodologie

Les échantillons d'eau ont été prélevés dans des bouteilles stériles. L'analyse chimique des prélèvements a été réalisée par GC-MS et GC-FID pour identifier et quantifier les composés volatiles et les hydrocarbures C10-C40. Pour l'étude microbiologique, chaque échantillon a été soumis à un protocole d'enrichissement. Après différenciation morphologique, les souches bactériennes présentant les taux de croissance les plus élevés sur 7 jours de culture ont été isolées. Leur capacité à dégrader des hydrocarbures de structure et de poids moléculaire différents (alcanes C10-C40 et essence sans plomb 95 octanes) a été étudiée. L'identification a été faite par amplification (PCR et électrophorèse) et séquençage des fragments amplifiés.

### Résultats

Les principaux polluants trouvés dans l'eau des deux ports sont les éthers de tert-butyl et d'éthyle/méthyle (ETBE/MTBE), l'o-xylène et les hydrocarbures C10-C40. Il a été possible d'isoler trois sou-

ches de bactéries capables de dégrader un ou plusieurs de ces polluants qui appartiennent aux genres Exiguobacterium, Pseudomonas et Delftia. Exiguobacterium sp. présente une activité de dégradation restreinte à l'ETBE. Pseudomonas sp. réduit la concentration d'ETBE et d'hydrocarbures C10-C40 (de 54% et 45%, respectivement sur 7 jours). Delftia sp. présente le potentiel le plus intéressant puisqu'elle montre un large spectre de dégradation: 99% d'ETBE, 50% de MTBE, 87% d'o-xylène et 30% d'hydrocarbures.

### Discussion

Les trois genres de bactéries isolées dans le cadre de cette étude ont déjà été décrits pour leur capacité de dégradation de polluants d'origine pétrolière, en particulier les genres Pseudomonas et Delftia dont l'efficacité a été confirmée dans ce projet. Il est probable que ces souches aient développé des adaptations métaboliques leur permettant de dégrader plusieurs types de polluants. Le large spectre de dégradation de la souche Delftia sp. isolée dans les eaux des ports de Morges est très prometteur.

### Conclusions

Au cours de cette étude, trois souches bactériennes capables de réduire la concentration d'hydrocarbures d'origine pétrolière dans l'eau douce ont été isolées. En plus de sa capacité remarquable à réduire simultanément la concentration d'hydrocarbures variés, la souche Delftia sp. est facilement cultivable en laboratoire et ne présente aucun danger pour l'homme. Elle apparaît donc comme candidate idéale pour des activités biotechnologiques de bio-remédiation et de dépollution, notamment au niveau local. D'autres études seront nécessaires pour mieux comprendre ses activités métaboliques de dégradation des hydrocarbures.

**Gymnasium Liestal**  
Lehrer: Daniel Zwygart

**Würdigung durch den Experten**  
Felix Schmidt

Céleste Kessler hat sich in ihrer Arbeit einem omnipräsenten und gesellschaftlich-relevantem Thema gewidmet: Mikroplastik. In der Arbeit wurden auf Laborskala Mikrokosmos-Studien durchgeführt, um den Effekt von verschiedenen Stressfaktoren auf die Bildung von Mikroplastik aus üblichen Haushaltsmitteln zu testen. Vor allem in Bezug auf die bereits jetzt vorhandene wissenschaftliche Kompetenz und analytische Denkweise konnte Céleste mit ihrer Arbeit herausstechen. Mit ihrer autonomen Arbeitsweise und gewissenhafter Datenanalyse hat sie alle Voraussetzungen für eine Zukunft in der Wissenschaft.

**Prädikat: hervorragend**

**Sonderpreis: Science, Schweizer Jugend forscht  
GENIUS-Science Olympiade 2019**

## Der Effekt von UV-Strahlung und mechanischem Stress auf die Bildung von Mikroplastik

Mikroplastik (MP) stellt ein grosses und allgegenwärtiges Umweltproblem dar. Deshalb ist es wichtig, seine Bildungsprozesse zu verstehen. In dieser Arbeit wurde der Einfluss von UV-Strahlung sowie mechanischem Stress auf die MP-Bildung aus Produkten, basierend auf Polyethylenterephthalat (PET) und Polyethylen (PE), untersucht. Die Proben wurden mit UV-Licht ( $\lambda = 300 \text{ nm}$ ) bestrahlt und anschliessend mit Sand und Reinstwasser einen Monat lang geschüttelt. Für die Analyse der MP-Bildung wurden gravimetrische, photometrische (TOC-Gehalt), mikroskopische (Fluoreszenzmikroskopie) und spektroskopische Methoden (FTIR) verwendet. Dabei kam es durch UV-Strahlung zu einer höheren Bildung von MP als bei den Proben, die nur mechanischen Reizen ausgesetzt waren. Weitere beeinflussende Faktoren waren Material, Dicke und Bestrahlungsdauer. Darüber hinaus wurden auch Unterschiede bzgl. der Grösse der gebildeten MP-Partikel gemessen und quantifiziert.

### Fragestellung

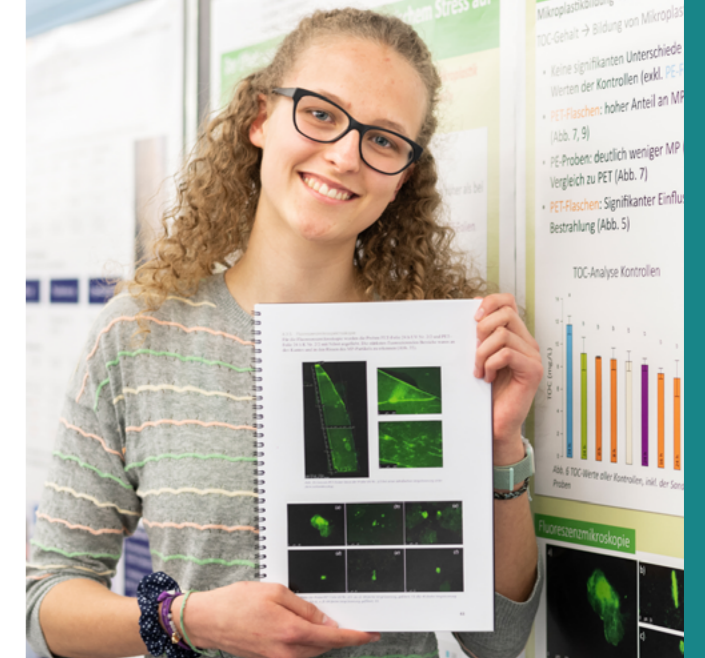
Inwiefern können UV-Strahlen, kombiniert mit mechanischen Belastungen, Mikroplastik aus Kunststoffen aus PE und PET erzeugen? Ziel war, genauer zu verstehen, wie sich UV-Strahlung und mechanischer Stress auf die Bildung von MP auswirken. Konkret wurde das Szenario von Kunststoff am Strand simuliert und Unterschiede bzgl. der MP-Bildung, basierend auf Material und Stressfaktoren, mit verschiedenen, aber komplementären Methoden analysiert.

### Methodik

Untersucht wurden aufgrund ihres weit verbreiteten Vorkommens PE und PET. Verwendet wurde eine PET-Flasche, eine PET-Folie, ein PE-Slider-bag und ein Plastiksäckchen aus PE. Die Proben wurden zuerst in einer UV-Kammer bestrahlt. Für die PET-Flaschen wurde eine Versuchsreihe mit Bestrahlungsdauern von 0, 8, 16, und 24 Stunden gewählt, während die PET-Folie und PE-Proben für 24 Stunden bestrahlt wurden. Dabei entspricht eine Bestrahlungsdauer von 24 Stunden ca. 100 sonnigen Tagen in Mitteleuropa. Für jede bestrahlte Probe wurde auch eine unbestrahlte Kontrollprobe untersucht. Anschliessend wurden sowohl die UV-Proben als auch die Kontrollen in Gefässen mit vorgereinigt Sand und Reinstwasser einen Monat lang geschüttelt. Für die Analyse der MP-Bildung wurde die Massenabnahme der Proben dokumentiert sowie eine TOC-Analyse durchgeführt, womit die Masse des in der Probe enthaltenen organischen Kohlenstoffs bestimmt werden kann. Anhand der Massenabnahme konnte auf die Menge des gebildeten MP geschlossen werden, während mittels der TOC-Analyse die Menge an MP kleiner als 0,7 Mikrometer berechnet werden konnte. Weiter wurden als qualitative Analyse bei den PET-Folien zusätzlich Fluoreszenzmikroskopie und  $\mu$ -FTIR-Spektroskopie angewendet.

### Ergebnisse

Der Effekt der UV-Strahlung auf die MP-Bildung ist bei PET signifikant höher als bei PE. Der Anteil an gebildetem MP, der kleiner als 0,7 Mikrometer ist, beträgt bei den PET-Folien etwa ein Viertel und



Céleste Kessler, 1999 | Büren, SO

bei den PET-Flaschen mehr als die Hälfte. Ab 16 Stunden Bestrahlung kam es bei den PET-Flaschen zu signifikant mehr MP-Bildung, verglichen mit den Kontrollen, und bereits ab 8 Stunden hatte es signifikant mehr MP-Partikel kleiner als 0,7 Mikrometer. Die mit UV bestrahlten PET-Folien sind vollständig in kleinere Stücke zerfallen. Die PET-Flaschen, die für die gleiche Dauer bestrahlt wurden, blieben auch nach der Schüttelinkubation visuell intakt. Es konnte jedoch eine Reduktion des Kontaktwinkels sowie eine leicht gelbliche Verfärbung festgestellt werden.

### Diskussion

Die Massenabnahme gibt Auskunft über die relative Anzahl des gebildeten MP. Da es sich aber um sehr kleine Masseunterschiede im Bereich der Waagenungenauigkeit handelt, ist die Methode anfällig für externe Verunreinigung und Messfehler. Die TOC-Analyse erlaubt eine interne Korrektur mithilfe verwendeter Kontrollen, da das arithmetische Mittel der Sandproben als Blindwert bei allen Proben abgezogen werden konnte. Durch zusätzliche qualitative und quantitative Analysen bei allen Proben via Fluoreszenzmikroskopie und  $\mu$ -FTIR-Spektroskopie könnten die Resultate sowie die hier verwendeten, einfacheren Methoden validiert werden.

### Schlussfolgerungen

Der Einfluss der UV-Strahlung auf die MP-Bildung ist stark vom Polymer abhängig, aber auch die Dicke und Verarbeitung des Kunststoffes spielen eine Rolle. Via TOC-Analyse konnte gezeigt werden, dass auch MP entsteht, das kleiner als 0,7 Mikrometer ist. Die Versuche deuten darauf hin, dass nach einer gewissen Bestrahlungszeit die MP-Bildung relativ schwächer wird und somit nicht proportional zur UV-Bestrahlung ist. Dieser Trend könnte in weiteren Versuchsreihen mit längerer Bestrahlungsdauer bestätigt werden. Für realitätsgetreuere Versuche wäre es interessant, den mechanischen Stress zeitlich an die Bestrahlungsdauer anzupassen oder sogar direkt zu koppeln.





Silvia Miotti, 2001 | Schenkon, LU

**Kantonsschule Sursee**  
Lehrer: Christoph Isenegger

**Würdigung durch den Experten**  
Dr. Gerhard Hotz

Frau Miotti hat sich mit der komplexen Thematik der wissenschaftlichen Gesichtskonstruktion beschäftigt und von einem menschlichen Schädel eine solche vollplastische Rekonstruktion erstellt. Mit der Unterstützung unterschiedlicher Experten gelang es ihr, die zahlreichen Schwierigkeiten zu meistern. Hier bewies sie eine grosse Affinität, sich mit den richtigen Personen zu vernetzen, sei dies aus der Wissenschaft oder aus der angewandten Technik. Das nun vorliegende Ergebnis erlaubt, aufgrund ein und desselben Schädels zwei unterschiedliche Methoden zur Gesichtskonstruktion zu beurteilen.

**Prädikat: sehr gut**

## Analyse eines menschlichen Schädels und dreidimensionale Gesichtskonstruktion nach der russischen Methode

In dieser Maturaarbeit wurden zwei menschliche Schädel verwendet, Schädel A und Schädel B. Schädel A war bereits Gegenstand mehrerer Maturaarbeiten, wobei man herausfand, dass es sich um eine männliche, europäische Person mit leicht asiatischen Zügen im Alter zwischen 25 und 35 Jahren handelt. Über Schädel B wusste man zu Beginn noch nichts. Schädel B wurde analysiert, wobei man herausfand, dass Ober- und Unterkiefer vermutlich nicht zu derselben Person gehören. Der Oberkiefer wurde als junge, weibliche, kaukasische Person mit leicht mongoloidem Einschlag eingestuft. Der Unterkiefer hingegen deutet eher auf einen um einiges älteren europäischen Mann hin. Bezüglich Pathologien ist am Oberkiefer eine Nasenscheidewandverkrümmung und eine leichte Brachycephalie sowie am Unterkiefer eine Parodontitis erkennbar. Deswegen wurde dann zu Schädel A ein Duplikat aus dem 3-D-Drucker und eine dreidimensionale Gesichtskonstruktion nach der russischen Methode mit Plastilin angefertigt. Abschliessend wurde die dreidimensionale Gesichtskonstruktion mit einer bereits durchgeführten zweidimensionalen verglichen, wodurch die Qualität solcher Laienrekonstruktionen in Frage gestellt wurde.

### Fragestellung

Sogar in privaten Haushalten kommt es vor, dass menschliche Schädel vorzufinden sind, die auf mehr oder weniger suspekter Weise in die Hände dieser Leute gelangten und über die man heutzutage wenig bis nahezu gar nichts mehr weiss. Ziel der Arbeit war es, einen solchen Schädel zu analysieren und somit das Lebensalter, das Geschlecht, die Herkunft und allfällige Pathologien des Verstorbenen zu ergründen. Ferner war besonders das Aussehen des Menschen von Interesse, weswegen eine dreidimensionale Gesichtskonstruktion nach der russischen Methode erstellt werden sollte. Mit diesem Vorgehen wollte man der Endabsicht, zu ergründen, welcher Person genau dieser Schädel gehörte, näherkommen.

### Methodik

Zunächst wurden bestimmte Merkmale von Schädel B untersucht. Anschliessend wurde für die Rekonstruktion ein Duplikat aus dem 3-D-Drucker von Schädel A angefertigt. Nachdem Kunstaugen am Replikat eingesetzt waren, wurden an vorgegebenen Punkten des Schädels sogenannte Weichteilmarker angebracht: Dünne Holzstäbe, welche die Gewebedicke in Bezug auf das Alter, das Geschlecht, die Ethnie und den BMI des Menschen angeben. Die russische Methode der Gesichtskonstruktion basiert auf zwei Gewebeschichten, die mit einem knetbaren Material nachgebildet werden, hier mit Plastilin, sodass die Weichteilmarker bedeckt werden. Folglich wurden zuerst die Muskeln, die Drüsen, der Mund und die Nase rekonstruiert und danach die Haut und die Ohren. Um die Haare, Augenbrauen und Wimpern zu imitieren, wurden eine Perücke aus Kunsthaar, Augenbrauen aus Echthaar und künstliche Wimpern an die Rekonstruktion angebracht.

### Ergebnisse

Nebst der Gesichtskonstruktion von Schädel A als Ergebnis

zeigten die Untersuchungen an Schädel B, dass der Ober- und Unterkiefer des Schädels nicht von derselben Person stammen. Der Oberkiefer wurde als weibliche, europäische Person mit leicht asiatischen Zügen im jüngeren Erwachsenenalter, schätzungsweise um die 30 Jahre alt, eingeordnet. Zudem wurden eine Nasenscheidewandverkrümmung und eine wenig ausgeprägte Brachycephalie festgestellt. Der Unterkiefer hingegen konnte als männlich, europäisch und eher alt eingestuft werden. Des Weiteren ist eine Parodontitis erkennbar.

### Diskussion

In einer vorangehenden Arbeit wurde bereits eine zeichnerische Rekonstruktion von Schädel A durchgeführt. Diese wurde mit der dreidimensionalen verglichen, woraus man schliessen konnte, dass solche Laienrekonstruktionen eher ungenau sind, zumal die beiden Gesichter ziemlich unterschiedlich aussehen. Es ist zudem fragwürdig, ob es zulässig ist, eine Gesichtskonstruktion zu erstellen, wenn so wenig über den Schädel bekannt ist: Details wie Augen- und Haarfarbe, die das Endresultat ausmachen, aber nicht nachweisbar sind und somit nur einer Hypothese unterliegen, verändern das Gesicht enorm und könnten eine Wiedererkennung gänzlich verhindern.

### Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen unterstreichen, dass man nur anhand dieses Knochens schon überraschend viel über die Person herausfinden kann. Diese Maturaarbeit zeigt jedoch auch, dass es als Nichtfachperson zwar möglich ist, eine Gesichtskonstruktion nach der russischen Methode durchzuführen, diese aber nicht wirklich aussagekräftig sein muss. Generell bräuchte man zwingend mehr Informationen über die Person, um die Unsicherheiten auszumergen und eine korrekte Rekonstruktion zu erstellen.

**Neue Kantonsschule Aarau**  
Lehrer: Nicolas Ruh

**Würdigung durch den Experten**  
Prof. Dr. Roland Robert Regös

In ihrer Arbeit haben Nils Schlatter und Jan Obermeier eine Computer-Simulation erschaffen, in der Kreaturen den aufrechten Gang evolvierten. Strichmännchen ähnliche Kreaturen werden mutiert und nach zurückgelegter Distanz selektiert. Die Simulation beeindruckt nicht nur durch Ihre Bedienbarkeit und Funktionalität sondern auch durch die gedanklichen Leistungen dahinter: ihre Entwicklung erforderte die Kombination von physikalischen Simulationen mit evolutionären Algorithmen. Nicht zuletzt ziehen einen die Kreaturen in ihren verschiedenen Evolutionsstadien auch rein visuell in den Bann.

**Prädikat: hervorragend**

**Sonderpreis Metrohm**  
**Expo Sciences International (ESI 2019)**

Jan Obermeier, 1999 | Remigen, AG  
Nils Schlatter, 2000 | Thalheim, AG

## EvoSim: Erlernen eines humanoiden Gangs mithilfe von genetischen Algorithmen

Das Ziel dieser Arbeit ist es, einen Algorithmus für das Erlernen eines humanoiden Gangs zu entwickeln und zu beurteilen. Der auf genetischen Algorithmen basierende Entwicklungsalgorithmus wird auf stark vereinfachte virtuelle Kreaturen angewandt, die die Anatomie des Menschen grob modellieren. Durch eine evolutive Entwicklung sollen diese Kreaturen ein möglichst effizientes und wenn möglich humanoides Gangverhalten erlernen und perfektionieren. Mit dem Vergleich mehrerer Testreihen werden die Anwendbarkeit und Naturtreue des entwickelten Algorithmus beurteilt. Für die evolutiven Simulationen wurde das Programm EvoSim entwickelt, das ermöglicht, jegliche Parameter sowohl der Kreaturen als auch des Lernalgorithmus zu steuern und aufzuzeichnen. Zudem wird die evolutive Entwicklung anschaulich dargestellt.

### Fragestellung

Hat man es einmal als Kind erlernt, dann muss man gar nicht mehr daran denken. Es wird selbstverständlich: das Gehen. Computer hingegen haben deutlich grössere Schwierigkeiten, einen natürlich aussehenden Gang zu entwickeln, da sehr viele Faktoren wie das Halten des Gleichgewichts, die Energieeffizienz und die Limitationen des Körpers einfließen. Deswegen greift man auch heute noch oft auf Techniken wie Motion-Capture zurück, um überzeugende Geh-Animationen erstellen zu können. Daraus entstand die konkrete Fragestellung, ob sich ein Algorithmus entwickeln lässt, der auf genetischen Algorithmen basiert und ein humanoides Gangverhalten erlernen kann.

### Methodik

Zur Beantwortung dieser Frage musste ein Simulationsprogramm entwickelt werden, das einen evolutiven Prozess mithilfe genetischer Algorithmen simulieren und visualisieren kann. Da eine wahrheitsgetreue Simulation eines Menschen nicht möglich ist, wurde die Simulation auf zwei Dimensionen beschränkt. Zudem wurde der menschliche Körper vereinfacht und aus Knochen, Gelenken und einem Kopf modelliert. Die Arme wurden weggelassen, um ein «Gehen auf allen Vieren» zu verhindern. Die Gelenke folgen den Limitationen des menschlichen Körpers (z. B. erlauben Kniegelenke keine Beugung nach vorne). Das Ziel der Kreaturen ist es, in einer gegebenen Zeit eine möglichst grosse Distanz zurückzulegen. Um einen aufrechten Gang zu begünstigen, wird die Leistung (Fitness) sowohl mit der zurückgelegten Distanz als auch mit der Höhe des Kopfs ermittelt. Der Lernprozess wird mit 100 zufällig generierten Kreaturen initialisiert, d. h. die Bewegungen aller Gelenke sind nicht aufeinander abgestimmt. Jede Kreatur wird in einer Simulation getestet, wobei eine Berührung des Kopfs mit dem Boden einen sofortigen Abbruch der Simulation zur Folge hat. Nach 15 Sekunden wird die Leistung der Kreaturen ermittelt. Den folgenden Schritt der Selektion «überleben» nur die besten 20 Prozent der Kreaturen. Darauf folgt die Phase der Reproduktion, wobei die Nachkommen kleine Änderungen des Bewegungsmusters (Mutationen) aufweisen (Fortpflanzung ungeschlechtlich). Diese Schritte bilden eine sog. Gene-

ration und werden für diese Arbeit 150 Male wiederholt. Das für die Simulation entwickelte Programm EvoSim wurde in Java geschrieben und verwendet die JBox2D-Physikengine von Erin Catto zur Berechnung der Simulationen.

### Ergebnisse

Das generelle Bewegungsmuster der Kreaturen in zehn Testläufen (Entwicklungen) lässt sich folgendermassen beschreiben: Das vordere Bein übernimmt meist eine antreibende Rolle, während das hintere stabilisiert. Keine Testreihe zeigte ein abwechslungsweises Voreinandersetzen der Beine.

### Diskussion

Das sonderbare Gangverhalten lässt sich dadurch begründen, dass es sich schon früh in der Entwicklung bewährte, den Kopf vom Boden fern zu halten. Dies lässt sich am sichersten dadurch bewerkstelligen, wenn die Beine gespreizt sind. Somit konnten sich diese Gene schon früh etablieren. Dies ist jedoch nur möglich, weil die Simulation zwei Dimensionen besitzt. Wäre eine dritte vorhanden, so wären die Kreaturen gezwungen, die Balance zu halten. Zudem stellt man beim Vergleich mit dem Menschen fest, dass die Kreaturen viel zu wenige Informationen erhalten, um die Balance zu halten. Kleinste Veränderungen können die Balance massiv beeinflussen, die Kreaturen jedoch haben keine Möglichkeit, dies zu detektieren und zu korrigieren. In dieser Hinsicht konnte das humanoide Gangverhalten nicht vollends mit dieser Herangehensweise erreicht werden.

### Schlussfolgerungen

Der entwickelte genetische Algorithmus erwies sich als funktionsfähig, jedoch wurde das Ziel, einen aufrechten Gang mittels genetischer Algorithmen zu erlernen, leider nicht erreicht. Eine mögliche Idee zur Behebung des Balance-Problems wäre die Implementierung eines künstlichen neuronalen Netzes, das sensorische Werte zur Lage der Kreatur aufnimmt und den Bewegungsablauf entsprechend steuert.



Anna Räss, 1999 | Gwatt, BE

**Gymnasium Thun, Wirtschafts- und Fachmittelschule Thun**  
Lehrer: Christoph Rupp

**Würdigung durch die Expertin**  
Dr. Stefanie von Fumetti

Die Auswirkung des Einsatzes von Glyphosat auf unsere Umwelt ist ein hochaktuelles Thema. Anna Räss hat sich mit ihrer Studie zur Inhibition des Wachstums von zwei umweltrelevanten Algenarten durch Glyphosat auf interessante Weise diesem Thema genähert. Mit viel Ausdauer hat sie verschiedene Testreihen durchgeführt, mit denen sie die unterschiedliche Empfindlichkeit der beiden Algen und einen positiven Effekt des Cyanobakteriums *Spirulina platensis* nachgewiesen hat. Die Arbeit überzeugt durch eine präzise Fragestellung, die mit einem komplexen Versuchsdesign klar beantwortet werden konnte.

**Prädikat: sehr gut**

## The Effect of Glyphosate on Different Species of Freshwater Algae

This study looks at the effect of glyphosate on *Chlorella vulgaris* and *Raphidocelis subcapitata*. Further, it looks at the ability of *Spirulina platensis* to reduce the glyphosate's effect on the algae. The results show that glyphosate has a negative effect on the growth rate of both species. *Chlorella vulgaris* can survive a glyphosate concentration of 1577-2147mg/l and *R. subcapitata* can survive a glyphosate concentration of 719-1434mg/l. *Spirulina platensis* is able to reduce the effect of glyphosate on the algae but there are 2-4g/l required to have an effect. *Chlorella vulgaris* is more resistant to glyphosate than *R. subcapitata*, and both show a high glyphosate resistance compared to the ecotoxicological quality criterion of 0.36mg/l glyphosate. However, the resistance is low compared to the recommended application, which lies between 1440 and 7200mg/l glyphosate.

### Introduction

Glyphosate is the world's most used herbicide. Recently, there has been much debate about its safety and it has been classified as probably carcinogenic to humans. Glyphosate is applied to fields, seeps through the ground and reaches the groundwater, which eventually ends up in our lakes and rivers. But what are its effects on aquatic organisms? Algae are important for a well-balanced aquatic environment and ultimately for the survival of life on this planet. The aim of this study was to measure the effect of glyphosate on different species of freshwater algae by measuring their photosynthetic activity. Furthermore, I wanted to find out if it is possible to reduce the effect of glyphosate on algae by using *S. platensis* tablets, which are supposed to reduce the effect of glyphosate.

### Methods

*Chlorella vulgaris* and *R. subcapitata* were used as well as *Sintagro* glyphosate. In a first experiment, four samples per algae were taken and injected with 10, 50, 100µl of glyphosate. In a second experiment, four samples per algae were taken and injected with 110, 150, 200µl of glyphosate. There was always one sample without glyphosate as a control. Then the optical density was measured at 685.5nm after a period of 0, 10, 24, 48, 72, 168 and 336 hours. In a third experiment, four samples were taken and injected with 10, 50, 100µl of glyphosate. Additionally, spirulina solution was added to them. This solution either contained 10 or 20mg of *S. platensis*. In total, I conducted 18 test series; I used 12 for my results. The results are displayed in the form of Excel diagrams.

### Results

The optical density of *C. vulgaris* with 50µl of glyphosate is 71% smaller compared to the control after two weeks. With the added spirulina solution, the optical density is only 51% smaller after two weeks. For the sample with 100µl glyphosate, the optical density

after two weeks is 90% smaller compared to the control, and with spirulina it is 70% smaller. The optical density of *R. subcapitata* with 50µl of glyphosate is 86% smaller compared to the control after two weeks. With the added spirulina solution, the optical density is 60% smaller after two weeks. For the sample with 100µl glyphosate, the optical density is 96% smaller after two weeks compared to the control, and with spirulina it is 68% smaller. The survival rate for *C. vulgaris* lies between 1577 and 2147mg/l of glyphosate, and for *R. subcapitata* it lies between 719 and 1434mg/l of glyphosate.

### Discussion

Glyphosate had a negative effect on both algae species; their growth rate significantly decreased as the amount of glyphosate added increased. With the help of *S. platensis*, it was possible to reduce that effect. The higher the spirulina concentration, the lower the effect of the glyphosate on the algae. Therefore, both goals I had for this study were achieved. In order to obtain more accurate results, more test series could be conducted, and the lethal concentrations of glyphosate could be determined.

### Conclusions

It is important to note that although the concentrations used are realistic (according to the application recommendation), the actual amount that ends up in aquatic systems is never as high. Because glyphosate readily dissolves in water and seeps through the ground, some of it remains there. The ecotoxicological quality criterion lies at 0.36mg/l glyphosate, whereas in this study, the concentrations were as high as 2857mg/l glyphosate. However, as glyphosate is heavily used, also in Switzerland, more and more glyphosate ends up in our waters and therefore aquatic ecosystems are increasingly endangered.

**Kollegium St. Fidelis**  
Lehrerin: Ingrid von Flüe

**Würdigung durch den Experten**  
Dr. Helmut Bürgmann

Annina Rohrer hat ein aktuelles Thema an der Schnittstelle von öffentlicher Gesundheit und Umweltforschung bearbeitet: Entlassen Kläranlagen (ARA) antibiotika-resistente Keime in die Umwelt? Sie untersuchte diese Frage an zwei ARA am Alpacher See. Dafür erarbeitete sie sich Methoden für die Isolation von *E. coli* und die Charakterisierung ihrer Antibiotika-Resistenz mit dem Hemmhof-test. Sie fand im Ablauf der ARA grosse Unterschiede in der Bakterienzahl und konnte resistente *E. coli* nachweisen. Ihre Ergebnisse diskutiert sie kritisch und im Kontext von wissenschaftlichen Publikationen.

**Prädikat: gut**



Annina Rohrer, 2001 | Stansstad, NW

## Antibiotikaresistente Bakterien im Alpachersee

In dieser Arbeit geht es um die Rolle, die die Kläranlagen bei der Verbreitung antibiotikaresistenter Bakterien spielen. Es wird untersucht, ob und welche antibiotikaresistenten Bakterien im geklärten Abwasser nachweisbar sind. Dabei nimmt die Arbeit Bezug auf den Alpachersee und die angrenzenden Kläranlagen ARA Rotzwinkel und ARA Sarneraatal. Durch Laboruntersuchungen konnten im Klarwasser der oben genannten Kläranlagen resistente Bakterien nachgewiesen werden. Folglich sind Kläranlagen keine Barrieren für resistente Bakterien. Als zweiter zentraler Punkt ist die Auswirkung auf den Alpachersee zu nennen. Dieser ist im Vergleich zu anderen Schweizer Seen mit Abwasser überproportional belastet. Zusätzlich dazu floss aufgrund des Umbaus der ARA Sarneraatal während gut eines Jahres ungenügend gereinigtes Abwasser in den Alpachersee. Die exakten Auswirkungen auf den Alpachersee konnten nicht beschrieben werden.

### Fragestellung

Durch den häufigen Gebrauch von Antibiotika in unserer Zeit kommen immer öfters Resistenzen bei Bakterien vor. Die resistenten Bakterien werden vom Menschen ausgeschieden und gelangen so ins Abwassersystem. Von dort gelangen sie in unsere Gewässer. Daher stellte ich mir folgende Fragen:

- Welche Unterschiede bezüglich der Konzentration von Escherichia-coli-Bakterien (*E. coli*) im Klarwasser gibt es zwischen der ARA Sarneraatal und der ARA Rotzwinkel?
- Welche antibiotikaresistenten Escherichia-coli-Bakterien sind im Klarwasser, das in den Alpachersee fliesst, nachweisbar?

### Methodik

Ich entnahm Wasserproben des Klarwassers der ARA Sarneraatal und der ARA Rotzwinkel. Diese untersuchte ich mittels eines Flächenausstriches auf TBX-Agar auf *E. coli*. Danach zählte ich die Bakterien, die darauf gewachsen waren, und spezifisch noch die *E. coli*. Zusätzlich wurde die Gesamtzahl der Bakterien durch einen Durchflusscytometer gemessen. Um sicherzugehen, dass die markierten Bakterien auch wirklich Escherichia-coli-Bakterien sind, wurde eine Bestimmung mittels Maldi-Tof-Verfahren durchgeführt. Danach testete ich 20 Kolonien der ARA Sarneraatal und 11 Kolonien der ARA Rotzwinkel mittels des Diffusionstests auf fünf verschiedene Antibiotika. Die Kolonien wurde auf die Antibiotika Amoxicilin/Clauvansäure, Ceftazidim, Ciprofloxacin, Cotrimoxazol und Gentamicin getestet. Dies führte ich nach dem Prinzip von EUCAST durch. So konnte ich dann durch das Ausmessen der Hemmhöfe bestimmen, welche Stämme gegen die getesteten Antibiotika resistent sind.

### Ergebnisse

In einem Milliliter des Klarwassers der ARA Sarneraatal befanden sich ca. 30 Mio. Bakterien. In der ARA Rotzwinkel waren es ca. 180 000 Bakterien. Durch die Plattenausählung konnte die Anzahl Escherichia-coli-Bakterien bestimmt werden. Bei der ARA Sarne-

raatal befanden sich ca. 880 Escherichia-coli-Bakterien in einem Milliliter Klarwasser. In der ARA Sarneraatal waren es ca. 17 Escherichia-coli-Bakterien. Von den 31 untersuchten Escherichia-coli-Bakterien war ein Stamm resistent gegen die Antibiotika Ceftazidim und Amoxicilin/Clauvansäure. Dieser Stamm stammte aus der ARA Sarneraatal. In der ARA Rotzwinkel befand sich kein resistenter Stamm. Zwei Stämme der ARA Sarneraatal und ein Stamm der ARA Rotzwinkel waren Intermediate gegen das Antibiotikum Gentamicin.

### Diskussion

Es konnten, wie erwartet, mehr Escherichia-coli-Bakterien in der ARA Sarneraatal als in der ARA Rotzwinkel nachgewiesen werden. Der Grund dafür war, dass sich die ARA Sarneraatal im Umbau befand und daher eine weniger gute Reinigungsleistung hatte. Ein untersuchter Escherichia-coli-Stamm war resistent gegen zwei Antibiotika. Dies zeigt, dass auch resistente Escherichia-coli-Bakterien in den Alpachersee gelangen. Dadurch konnte meine Annahme wiederum belegt werden. Dass in der ARA Rotzwinkel kein resistenter Stamm gefunden werden konnte, liegt vermutlich daran, dass aufgrund der geringeren Konzentration nur elf Stämme untersucht wurden. Die gewählte Methode hat sich als geeignet erwiesen. Jedoch sind die Resultate nur Momentaufnahmen, da nur Proben eines Zeitpunkts untersucht wurden. Um eine grössere Aussagekraft zu erhalten, hätte man mehr Klarwasserproben untersuchen müssen.

### Schlussfolgerungen

Es ist interessant zu sehen, wie viele Escherichia-coli-Bakterien, auch resistente, im Klarwasser, das anschliessend in den Alpachersee fliesst, nachweisbar sind. Vor allem die Zahlen der ARA Sarneraatal sind hoch, auch im Vergleich zu anderen Studien. Dies hat sich in der Zwischenzeit aber hoffentlich geändert, denn seit dem Sommer 2018 ist dort die neue biologische Reinigung in Betrieb. Diese Anlage wird nun vermutlich ähnliche Resultate wie die ARA Rotzwinkel erzielen.



Patrick Roos, 1999 | Adligenswil, LU

**Kantonsschule Luzern**  
Lehrer: Beat Stucki

**Würdigung durch den Experten**  
Dr. Oliver Yves Martini

Patrick Roos hat in seiner spannenden Arbeit den Paarungserfolg von männlichen gelben Dungfliegen sowie Unterschiede zwischen den Geschlechtern untersucht. Er hat seine Arbeit geschickt auf der soliden Basis von vergangenen Studien zu diesem Modellsystem im Kontext der sexuellen Selektion aufgebaut. Diese Fliegenart wurde v.a. im Bereich der Prozesse nach der Verpaarung intensiv untersucht (d.h. Spermienkonkurrenz und kryptische Weibchenwahl). Herr Roos liefert mit Feldbeobachtungen und Untersuchungen zur Morphometrie nun wertvolle Daten zu den Prozessen bis hin zur erfolgreichen Verpaarung.

**Prädikat: sehr gut**

### Untersuchung des Paarungserfolges der männlichen *Scathophaga stercoraria* auf Grund von Körpermerkmalen

In dieser Arbeit wird der Einfluss verschiedener Merkmale auf den reproduktiven Erfolg der Gelben Dungfliege (*Scathophaga stercoraria*) untersucht. Hauptsächlich geht es um die Beantwortung der Frage, wie die Körpergrösse, das Gewicht und die Flügelausprägung der Männchen den Paarungserfolg beeinflussen. Zusätzlich werden klare Unterschiede der oben genannten Merkmale zwischen männlichen und weiblichen Gelben Dungfliegen aufgezeigt. Um diese Fragen zu beantworten, wurden im Rahmen einer Feldarbeit auf vier verschiedenen Kuhfladen einzelne ungepaarte und gepaarte Männchen und ihre Sexualpartnerinnen gefangen. Insgesamt wurden anschliessend im Labor 130 Fliegen vermessen und miteinander verglichen. Es konnte gezeigt werden, dass grosse Männchen der Dungfliege einen deutlich höheren Paarungserfolg als kleine Männchen erzielen. Des Weiteren zeigten die Untersuchungen, dass ein höheres Körpergewicht, längere und breitere Flügel, sowie die spezifische Flügelform sich positiv auf den Paarungserfolg auswirken, was aus Sicht der Evolutionsbiologie interessant ist.

#### Fragestellung

Wir betrachten eine Gelbe Dungfliege (*Scathophaga stercoraria*), die auf Partnersuche ist, und fragen uns, welche ihrer persönlichen Körpermerkmale dabei eine Rolle spielen könnten. Zur Paarung treffen sich Gelbe Dungfliegen auf frischem Rinderdung. Auffallend ist, dass sich zu Beginn fast ausschliesslich Männchen auf dem Rinderdung befinden und sogar miteinander kämpfen. Erst nach und nach kommen einige Weibchen dazu. Doch es befinden sich nach wie vor viel mehr männliche Gelbe Dungfliegen auf dem Dung und so stellen sich zwei zentrale Leitfragen. Erstens: Wie gut ist sexuelle Selektion im Freiland überhaupt messbar? Wie stark wirkt diese bezüglich des Paarungserfolgs der Gelben Dungfliegen? Zweitens: Welche körperlichen Merkmale spielen bei der sexuellen Selektion eine Rolle?

#### Methodik

Mitte April ging es im Rahmen der Feldarbeit ans Sammeln verpaarter und nicht verpaarter Gelber Dungfliegen. Während 30 Minuten habe ich jeden Rinderdung beobachtet und jedes Paar mithilfe von Kunststoffröhrchen gefangen. Zum Schluss habe ich mit einem Netz die übriggebliebenen ungepaarten Gelben Dungfliegen gefangen. Insgesamt wurden 130 Fliegenexemplare gewogen und eine ihrer Tibia als Mass für die Körpergrösse vermessen. Zudem habe ich auf jedem Flügel anhand der Adernanordnung die Koordinaten zwölf spezifischer Punkte (Landmarken) bestimmt, um anschliessend die Länge, Breite und Form der Flügel zu berechnen.

#### Ergebnisse

Allgemein lässt sich feststellen, dass Weibchen deutlich kleiner sind und weniger wiegen als ihre männlichen Artgenossen. Nach der Vermessung wurde ersichtlich, dass Männchen mit Paarungserfolg durchschnittlich eine um 9 Prozent längere Tibia aufweisen und auch rund 27 Prozent schwerer sind als ihre Rivalen ohne Paarungserfolg.

Des Weiteren wiesen Männchen mit Paarungserfolg um 7 Prozent längere und 7,5 Prozent breitere Flügel auf als die der Männchen ohne Paarungserfolg. Bezüglich der Form befinden sich ihre Landmarken durchschnittlich weiter aussen. Die männlichen Exemplare besitzen verlängerte Flügelspitzen und spitz zulaufende Flügel.

#### Diskussion

Daraus könnte man schliessen, dass zukünftige Generationen der Gelben Dungfliegen aufgrund ihrer eher grösseren Vorfahren tendenziell auch grösser werden. Da allerdings nicht nur die sexuelle Selektion Einfluss auf die nächsten Generationen hat, sondern auch andere Faktoren wie der Klimawandel, werden Insekten allgemein kleiner werden. Zudem setzt ein grosser Körper eine lange Wachstumsphase voraus, was sich aufgrund von Fressfeinden negativ auf die Überlebenschance auswirken könnte. Männchen mit hoher Kondition haben ebenfalls einen höheren Paarungserfolg, was sich durch die Konkurrenz auf dem Rinderdung erklären lässt. Grössere Flügel fördern Agilität, Gleichgewicht und Balance sowie schnelles und abruptes Abheben. Mit grösseren Flügeln können die Männchen eine höhere maximale Geschwindigkeit erreichen und wertvolle Energie sparen, die ihnen anschliessend für die Kämpfe zur Verfügung stehen könnte.

#### Schlussfolgerungen

Sexuelle Selektion kann also durchaus im Freiland gemessen werden, und sie beeinflusst die Evolution einiger körperlicher Merkmale. Ob erfolgreiche Männchen besser kämpfen und so mehr Weibchen befruchten oder ob Weibchen bestimmte Männchen für die Paarung wählen, lässt sich aufgrund meiner Untersuchungen nicht abschliessend beantworten. Dennoch gibt es einen klaren Zusammenhang zwischen der Ausprägung der untersuchten Merkmale und dem männlichen Paarungsvorteil.

**Kantonsschule Musegg**  
Lehrerin: Yvonne Henggeler-Sager

**Würdigung durch den Experten**  
Prof. Dr. Leo Meile

Die Arbeit von Julip Schilling befasst sich mit dem Thema von Bakterien in öffentlichen Bussen und Toiletten und Einflussfaktoren auf eine allfällige Übertragung auf Menschen. Anerkennung verdienen ihr vertieftes Befassen mit einem Thema der öffentlichen Gesundheit, der Forscherdrang bei den mikrobiologischen Analysen und ihre vorsichtigen Interpretationen der erzielten Resultate. Sie hat sich nicht gescheut, Vorschläge für die Praxis punkto Materialbeschaffenheit und Desinfektion zu präsentieren und hat damit auch einen Beitrag zu einem in der Öffentlichkeit wenig bewussten Thema geleistet.

**Prädikat: gut**



Julip Schilling, 2000 | Meggen, LU

### Bakterielle Kontamination an häufig besuchten Orten. Bestandsaufnahme Stadt Luzern Winter/Sommer 2017/2018

Im und auf dem menschlichen Körper befinden sich Billionen nicht pathogene und pathogene Bakterien, die direkt oder indirekt auf andere Menschen übertragen werden können. Die Anzahl von Bakterienkolonien in öffentlichen Bussen und Toiletten wurde in der Stadt Luzern mittels Abklatschen untersucht. In den Bussen war die Zahl der Bakterienkolonien im Sommer (Aussentemp. >25 °C) doppelt so hoch wie im Winter. Auf den Toiletten war die Bakterienzahl im Sommer 30- 50 %, im Winter 200- 300% höher als in den Bussen. Sowohl in Bussen als auch Toiletten fanden sich humanpathogene Bakterien. Die Bakterienzahl korrelierte mit der Aussentemperatur und invers mit der Anzahl Passagiere in den Bussen. Auf rauen biologischen Oberflächen (unbehandeltes Holz) überlebten Bakterien besser als auf glatten metallischen, oder Kunststoffoberflächen. Standardisierte Hygienemassnahmen können möglicherweise die Zahl humanpathogener Bakterien im öffentlichen Raum reduzieren.

#### Fragestellung

Gibt es jahreszeitliche, also temperaturabhängige und Passagierzahl abhängige Unterschiede in der bakteriellen Kontamination in Bussen und öffentlichen Toiletten der Stadt Luzern? Trägt das Material der Oberflächen zur Bakterienzahl bei?

#### Methodik

Mittels standardisierter Abnahmetechnik und kommerzieller Trypton-Soja-Agar- Abklatschplatten wurden Proben in öffentlichen Bussen und Toiletten sowohl im Winter als auch Sommer bei unterschiedlichen Aussentemperaturen abgenommen. Nach 72- stündiger Bebrütung bei 30°C wurde die Kolonienzahl auf den Platten ausgezählt und mittels weiterer Bebrütung auf selektiven Nährmedien die Art der humanpathogenen Bakterien bestimmt. Sowohl Aussen- als auch Innentemperatur in den verschiedenen Räumen wurde mittels kommerzieller Thermometer bestimmt. Auch wurde die Zahl der Passagiere in den Bussen zum Zeitpunkt der Abklatsche gezählt.

#### Ergebnisse

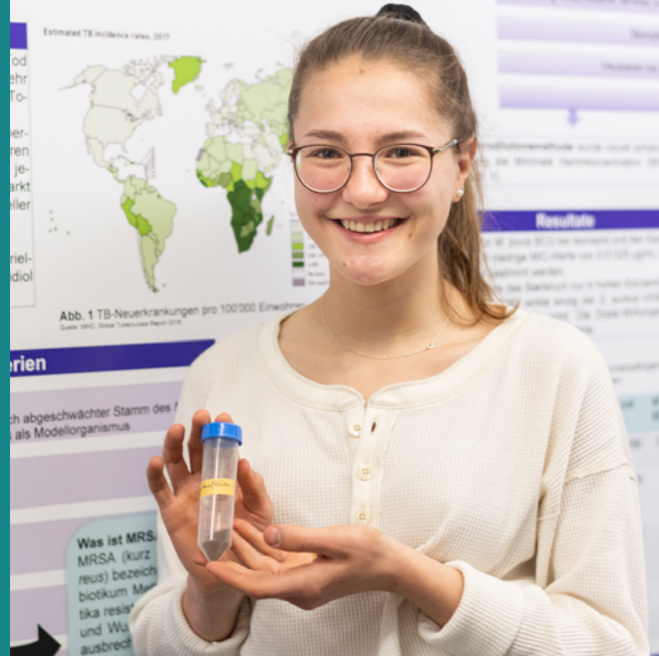
Bei den gefundenen Bakterien handelte es sich hauptsächlich um Haut- und Darmbakterien, beispielsweise *Staphylococcus aureus* oder *Escherichia coli*. Diese wurden auf Selektivmedien differenziert. Für *Staphylococcus aureus* wurde zum Beispiel Mannitol Salz Agar verwendet und für *Enterobacteriaceae* Violet Red Bile Glucose Agar. Die Oberflächen in Bussen bestanden aus Stahl oder Kunststoff. Die Oberflächen auf Toiletten ausschliesslich aus Stahl. Auf Stahl oder Kunststoff fanden sich 3,7 +/- 2,4 respektive 8,3 +/- 4,8 Bakterienkolonien, auf unbehandeltem Holz 30,3 +/- 9,8. In den Bussen stieg die Zahl der Bakterienkolonien mit jedem Grad Innentemperatur um 4,5 an. Bei Aussentemperaturen unter 8°C (Winter) war die Zahl der Bakterienkolonien bei 39 +/- 41. Im Sommer (>25°C) bei 84 +/- 49. Sowohl im Winter als auch im Sommer fanden sich in Bussen *Acinetobacter baumannii*, *Acinetobacter pittii*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*- Komplex, *Enterococcus casseliflavus*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pantoea agglomerans*, *Pantoea septica* und *Staphylococcus aureus* in vergleichbarer Anzahl. Auf den Toiletten war die Bakterienzahl im Sommer 30 - 50%, im Winter 200 - 300% höher als in den Bussen. Auch fanden sich auf den Toiletten ca. dreimal so viele humanpathogene Keime wie in den Bussen. In zwei von vier öffentlichen Toiletten fanden sich tendenziell mehr Keime.

#### Diskussion

Erwartungsgemäss fanden sich sowohl in Bussen als auch Toiletten relevante Zahlen von Bakterien, aber auch humanpathogenen Bakterien, wobei auf Toiletten mehr (humanpathogene) Bakterien zu finden waren. Obwohl im Winter mehr Passagiere als im Sommer gezählt wurden, fanden sich weniger Bakterienkolonien in den Bussen, was auf einen wesentlichen Einfluss der Temperatur auf das Bakterienwachstum oder die Bakterienübertragung hinweist. Trotz regelmässiger Reinigung auf zwei der vier untersuchten Toiletten fanden sich viele Bakterienkolonien und auch humanpathogene Keime.

#### Schlussfolgerungen

Busse und öffentliche Toiletten in der Stadt Luzern beherbergen viele Bakterien, darunter auch Bakterien, die potenziell Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes sowie der Lunge, bis hin zu Blutvergiftungen auslösen können. Standardisierte Desinfektionsmassnahmen können möglicherweise die Zahl der Bakterien reduzieren.



Gioia Kalena Weltert, 2001 | Büron, LU

**Kantonsschule Sursee**

Lehrerin: Konstanze Mez

**Würdigung durch die Expertin**

Dr. Eva Kulik Kunz

Gioia Weltert hat in ihrer Arbeit die antibakterielle Wirkung von Cannabidiol und Nikotin auf verschiedene Bakterien untersucht. Sie hat dabei insbesondere auch Bakterienarten einbezogen, bei welchen weltweit häufig Isolate mit Antibiotikaresistenzen nachgewiesen werden. Dadurch erhält die Arbeit einen hohen Praxisbezug. Die Arbeit überzeugt durch eine sorgfältige und zielorientierte Durchführung. Ihr Aufbau ist wissenschaftlich durchdacht und zeigt, dass insbesondere Cannabidiol als potentiell antibiotisch wirksame Substanz weiter untersucht werden sollte.

**Prädikat: sehr gut****Antibakterielle Wirkung von Nikotin und Cannabidiol auf potentiell humanpathogene Bakterien**

In verschiedenen Studien und Zeitungsartikeln wurde über die antibiotische Wirkung von Nikotin und Cannabidiol, insbesondere auch auf den Tuberkuloseerreger *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*), berichtet. In dieser Arbeit wurde deshalb die antibakterielle Wirkung dieser Substanzen auf *Mycobacterium bovis BCG* sowie auf weitere Bakterien mittels Fluoreszenzspektroskopie und Mikrodilutionsmethode untersucht. Die Resultate zeigen, dass Nikotin zwar eine hemmende Wirkung auf den *M. tuberculosis*-ähnlichen Erreger hat; die benötigte Konzentration ist jedoch so hoch, dass sie für Menschen als tödlich gilt. CBD kann hingegen auf das Wachstum von *Staphylococcus aureus*, einer Bakterienart, bei der viele Stämme gegen Antibiotika resistent sind, inhibitorisch wirken.

**Fragestellung**

Tuberkulose (TB) ist weltweit die am häufigsten zum Tod führende Infektionskrankheit. Seit 2005 erkrankten mehr als 100 Millionen Menschen an TB. Dies führte zu ca. 20 Millionen Todesfällen. Besorgniserregend sind hierbei die zunehmenden Antibiotikaresistenzen des Tuberkuloseerregers. In den letzten 50 Jahren wurde jedoch lediglich ein neues Antituberkulotikum auf den Markt gebracht, was die Notwendigkeit neuer Antibiotika unterstreicht. Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung der antibakteriellen Wirkung der pflanzlichen Stoffe Nikotin und Cannabidiol (CBD) auf *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*).

**Methodik**

Als Modellorganismus für *M. tuberculosis* wurde *Mycobacterium bovis BCG* (*M. bovis BCG*), ein abgeschwächter Stamm des *M. tuberculosis*-Komplexes, verwendet. Zudem wurden die Bakterien *Mycobacterium smegmatis* (*M. smegmatis*), *Mycobacterium abscessus* (*M. abscessus*), *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) und *Escherichia coli* (*E. coli*) als Kontrollorganismen einbezogen. Damit das Bakterienwachstum bei der Fluoreszenzspektroskopie nachgewiesen werden konnte, wurde das Gen des grünfluoreszierenden Proteins (GFP) in alle Bakterien eingeschleust. Die antibakterielle Wirkung von Nikotin, CBD, Isoniazid und der Kanamycine A und B wurde mithilfe der Mikrodilutionsmethode und der Fluoreszenzspektroskopie untersucht. Für beide Methoden wurden entsprechende serielle Antibiotikakonzentrationen in Mikrotiterplatten gegeben und mit den Bakterien beimpft. Nach Inkubation konnte bei der Mikrodilutionsmethode visuell anhand einer Knopfbildung die Minimale Hemmkonzentration (MIC) bestimmt werden. Entsprechend konnte bei der Fluoreszenzspektroskopie anhand der GFP-Fluoreszenz die Inhibition für die Bakterien berechnet werden.

**Ergebnisse**

Durch die Mikrodilutionsmethode konnten für *M. bovis BCG* bei dem Antituberkulotikum Isoniazid und bei den Kanamycinen A und B niedrige MIC-Werte von 0,01325 µg/ml, 2 µg/ml und 8 µg/ml bestimmt werden. Nikotin konnte dieses Bakterium nur in hohen Kon-

zentrationen (1024 µg/ml) hemmen. CBD wirkte nur bei *S. aureus* inhibitorisch mit einer MIC von 64 µg/ml. Die Dosis-Wirkungs-Kurven, die anhand der Fluoreszenzspektroskopie erstellt wurden, bestätigten die durch die Mikrodilutionsmethode ermittelten MIC-Werte. Durch das Mitführen einer Kontrolle konnte eine wachstumshemmende Wirkung des Lösemittels DMSO, das für CBD verwendet wurde, auf die jeweiligen Bakterien ausgeschlossen werden.

**Diskussion**

Es wurde eine antibakterielle Wirkung von Nikotin auf *M. bovis BCG* festgestellt. Allerdings entspräche die benötigte Konzentration an Nikotin 930 mg/kg Körpergewicht, um das Bakterium im menschlichen Körper zu hemmen. Diesem *In-vitro*-Wert kann nicht entnommen werden, wie viel ein Mensch tatsächlich für die *In-vivo*-Hemmung aufnehmen müsste, da er nicht berücksichtigt, wie der Organismus das Nikotin verstoffwechselt. In dieser Dosis wäre das Nikotin bereits wieder tödlich. Deshalb kommt es nicht als Alternativantibiotikum für *M. bovis BCG* in Frage. CBD wirkte bei *S. aureus* bei einer geringen Konzentration hemmend, sodass es als potenzielles Antibiotikum in Betracht gezogen werden könnte. Da CBD in höheren Konzentrationen ausfiel, müssten anstelle von DMSO weitere Lösemittel getestet werden.

**Schlussfolgerungen**

Die erhaltenen Ergebnisse sollen einen Beitrag zum aktuellen Wissenstand bezüglich Tuberkulose-Infektionen und Infektionen mit *S. aureus* liefern und als Grundlage für weitere Forschungen dienen. Im Hinblick auf die vielen Antibiotikaresistenzen von *S. aureus* könnte CBD zur medizinischen Behandlung in den Vordergrund rücken. Um mehr über das medizinische Potenzial der Hanfpflanze zu erfahren, könnte in weiterführenden Arbeiten der Einfluss weiterer Cannabinoide auf *S. aureus* getestet werden. Das Hauptproblem bei der Tuberkulosebehandlung sind die extrem ausgeprägten Antibiotikaresistenzen von *M. tuberculosis*. Da weder CBD noch Nikotin antibakteriell gegen Tuberkulose wirkten, muss nach anderen Medikamenten gesucht werden.

**Kantonsschule Sursee**

Lehrer: David Stadler

**Würdigung durch den Experten**

Prof. Dr. Alexander Mathis

Gebietsfremde (invasive) Stechmücken sind von wachsender Public Health Bedeutung auch in der Schweiz, da sie hohe Populationsdichten erreichen und Krankheitserreger übertragen können. Die Autorin hat sich diesem aktuellen Thema angenommen und an ihrem Wohnort das Vorkommen solcher Arten selbstständig und mit zweckdienlichen Feld- und Labormethoden untersucht. In ihrer Arbeit, die auch sorgfältig fotografisch dokumentiert ist, werden die Daten wissenschaftlich korrekt interpretiert und die Möglichkeiten und die Notwendigkeit einer Bekämpfung dieser Stechmücken kritisch diskutiert.

**Prädikat: gut****Vorkommen von drei invasiven Mückenarten in Sursee**

Das Ziel dieser Maturaarbeit war es, eine Bestandsaufnahme dreier invasiver Mückenarten in der Stadt Sursee zu machen. Dabei wurde davon ausgegangen, *Aedes japonicus* (*Ae. japonicus*) an mehreren Standorten, *Aedes albopictus* (*Ae. albopictus*) an keinem oder an sehr wenigen Standorten und *Aedes koreicus* (*Ae. koreicus*) an keinem Standort vorzufinden. Die Eier der erwähnten Mückenarten wurden mit 20 Ovitrapps gesammelt. Ovitrapps bestehen aus einem Plastiktopf, der mit etwa einem Liter Wasser aufgefüllt wird, und einem Holzbrettchen. Die Holzbrettchen der Fallen wurden am 23. Juni 2018, am 6. Juli 2018 und am 20. Juli 2018 untersucht. Dabei wurden diese eingesammelt und mit neuen ersetzt. Die gesammelten Eier und die daraus geschlüpften Larven wurden in Plastikbehältern gelagert, die mit Wasser gefüllt und im Wärmeschrank aufbewahrt wurden. Die Imagines wurden eingefroren und morphologisch bestimmt. Es konnten an mehreren Standorten *Ae. japonicus* nachgewiesen werden. *Aedes albopictus* und *Ae. koreicus* konnten nicht nachgewiesen werden. Bei der Aufzucht starben einige Larven. *Ae. japonicus* scheint sich, im Gegensatz zu den anderen zwei untersuchten Mückenarten, in Sursee etabliert zu haben. Trotzdem ist es möglich, dass sich in Sursee einzelne *Ae. albopictus* und *Ae. koreicus* befinden. Einerseits ist es nicht realistisch, alle in Sursee gelegten *Aedes*-Eier zu sammeln, andererseits könnten sich welche unter den gestorbenen Larven befinden haben.

**Fragestellung**

Das Ziel dieser Arbeit war eine Bestandsaufnahme dreier invasiver Mückenarten in der Stadt Sursee zu machen. Hypothesen:

1. *Aedes japonicus* wird an mehreren Standorten zu finden sein.
2. *Aedes albopictus* wird an keinem oder nur an sehr wenigen Standorten zu finden sein.
3. *Aedes koreicus* wird an keinem Standort zu finden sein.

**Methodik**

Um an die Eier der Mücken zu gelangen, wurden sogenannte Ovitrapps verwendet, in die *Aedes*-Mücken ihre Eier ablegen. Diese bestehen aus einem Plastiktopf, der mit Wasser aufgefüllt wird, und einem Holzbrettchen, auf dem die *Aedes*-Mücken typischerweise ihre Eier ablegen. Die 20 verteilten Ovitrapps wurden dreimal im Abstand zweier Wochen untersucht. Die Eier auf den Holzbrettchen wurden im Labor ausgebrütet und aus den geschlüpften Larven wurden Mücken herangezogen, die eingefroren und später zusammen mit Experten bestimmt wurden.

**Ergebnisse**

An fünf von 20 untersuchten Standorten konnten Mücken der Art *Aedes japonicus* nachgewiesen werden. Bei der Aufzucht schlüpfen aus vielen Eiern keine Larven und viele Larven sind gestorben.



Céline Wilhelm, 1999 | Sursee, LU

**Diskussion**

Alle Hypothesen wurden bestätigt. *Aedes japonicus* hat sich im Gegensatz zu den anderen beiden Mückenarten in Sursee etabliert. Es ist aber trotzdem möglich, dass einzelne *Aedes albopictus* und *Aedes koreicus* in Sursee vorkommen. Der Grund für die toten Larven konnte nicht eruiert werden. Viele Eier sind vermutlich nicht geschlüpft, da sie nicht befruchtet worden waren.

**Schlussfolgerungen**

Die Verbreitung invasiver Mücken in Sursee und auch in anderen Gebieten sollte auf jeden Fall im Auge behalten werden, da sie gefährliche Viren übertragen können. Momentan stellt die Krankheitsübertragung der untersuchten Mückenarten in der Schweiz aber noch kein Problem dar, da die entsprechenden Krankheiten bei uns (noch) nicht vorkommen.



Jan Wixinger, 1999 | Steinmaur, ZH

**Kantonsschule Zürcher Unterland**

Lehrer: Dominik Steiner

**Würdigung durch den Experten**

Dr. Andreas Müller

Da die Wildbienen zu den Insektengruppen mit den höchsten Prozentsätzen an gefährdeten Arten zählen, drängen sich Massnahmen zur Förderung dieser wichtigen Bestäuber auf, so u.a. durch das Bereitstellen von Nisthilfen. In seiner originellen Arbeit, die auf aufwändigen Feldbeobachtungen und moderner Technik beruht, widerlegt Jan Wixinger das Dogma, dass solche Nisthilfen an möglichst optimal besonnten Stellen aufgestellt werden sollten. Seine Ergebnisse deuten vielmehr darauf hin, dass viele Arten halbschattige Verhältnisse bevorzugen - eine wichtige Erkenntnis für den Wildbienschutz.

**Prädikat: hervorragend**

Sonderpreis Weizmann Institute of Science  
International Summer Science Institute

**Untersuchung der licht- und materialspezifischen Präferenzen von Wildbienen bei der Nistplatzwahl**

Wildbienen spielen als Bestäuber von Blütenpflanzen eine wichtige Rolle für unser Ökosystem. Aufgrund der zunehmenden Gefährdung der Wildbienen durch Verlust geeigneter Lebensräume und Nahrungspflanzen versucht man, sie mit verschiedenen Massnahmen zu fördern. Um die Fördermassnahmen zu verbessern, müssen die Ansprüche der Wildbienen an ihre Umwelt, insbesondere an ihre Nistplätze und an das Blütenangebot, untersucht werden. In dieser Arbeit wurden deshalb die Faktoren Lichteinstrahlung und Nistmaterial bei der Nistplatzwahl von Nisthilfen nutzenden Wildbienen untersucht. Dazu wurden Nisthilfemodelle gebaut, die mit unterschiedlich transparenten Dachtypen und verschiedenen Nistmaterialien ausgestattet waren. Im Zeitraum von zweieinhalb Monaten wurden täglich die Aktivitäten bei den Nisthilfen beobachtet und neu gebaute Nester dokumentiert. Der Datensatz von 110 Nestern bestimmter und 60 Nestern unbestimmter Arten zeigte, dass einige Nisthilfenutzer die Nisthilfen mit halbtransparentem Dach zu bevorzugen scheinen. Es wurden jedoch Verdrängungskämpfe beobachtet, sodass die gewählte Grösse der Nisthilfen wohl zu klein war und die Resultate nicht als gesichert betrachtet werden können. Die Auswertung der Nistmaterialien ergab, dass einige der vorkommenden Arten die angebohrten Holzblöcke zu bevorzugen scheinen. Die Datenmenge ist jedoch zu klein, um eine gesicherte Aussage machen zu können.

**Fragestellung**

Wildbienen haben ganz verschiedene artspezifische Ansprüche an ihre Nistplätze. Diese Arbeit befasste sich mit der Frage, inwiefern die Faktoren Lichteinstrahlung und Nistmaterial einen Einfluss auf die Wahl des Nistplatzes haben und inwiefern sich die Ansprüche verschiedener Wildbienenarten an diese Faktoren unterscheiden.

**Methodik**

Um die nötigen Daten zu sammeln, wurden je zwei Exemplare drei verschiedener Nisthilfemodelle gebaut, die mit unterschiedlich transparenten Dachtypen ausgestattet waren. Ein Modell hat ein transparentes, ein anderes ein halbtransparentes und ein drittes ein undurchlässiges Dach. In allen Nisthilfen wurden den Wildbienen verschiedene Nistmaterialien wie angebohrte Holzblöcke und Pflanzenstängel als Nistplätze angeboten. Über zweieinhalb Monate hinweg wurden die Aktivitäten bei den Nisthilfen schriftlich und fotografisch festgehalten und dabei täglich neu angelegte Nester und anfliegende Insekten dokumentiert. Zudem wurde mithilfe einer Wärmebildkamera die Oberflächentemperatur bei den verschiedenen Nisthilfemodellen gemessen. Zur Auswertung wurde Excel verwendet.

**Ergebnisse**

Die Ergebnisse bestehen aus einem Datensatz von 170 Nestern, von denen 110 einer Art zugeordnet werden konnten. Insgesamt haben sechs Bienenarten und drei Wespenarten in den Nisthilfen genistet. Die Auswertung zum Faktor Lichteinstrahlung zeigte, dass die meisten Arten das Nisthilfemodell mit dem halbtransparenten Dach am stärksten nutzten. Des Weiteren wurde an einem Sommertag eine Oberflächentemperatur von 45,7 Grad Celsius beim Nisthilfemodell mit transparentem Dach, 39,0 Grad Celsius beim Modell mit

halbtransparentem Dach und 35,4 Grad Celsius unter dem undurchlässigen Dach gemessen. Die Nistmaterialauswertung ergab, dass die angebohrten Holzblöcke von verschiedenen Arten bevorzugt genutzt wurden. Andere Arten nutzten wiederum die angebohrten Pflanzenstängel zuerst.

**Diskussion**

Die Resultate deuten darauf hin, dass einige Nisthilfenutzer die Nisthilfen mit halbtransparentem Dach bevorzugen. Aufgrund der kleinen Datenmenge kann jedoch noch keine gesicherte Aussage gemacht werden. Die Auswertung der Nistmaterialnutzung zeigte, dass einzelne Arten eine Präferenz für den Holzblock zu haben scheinen. Bei der Rostrotten Mauerbiene wird vermutet, dass die scheinbare Bevorzugung von Pflanzenstängeln auch durch die Bevorzugung der beim Versuchsaufbau grösser ausgelegten Nisträume der Pflanzenstängel zustande gekommen sein könnte und die Masse der Nisträume entscheidender sind als das Material.

**Schlussfolgerungen**

Mit dieser Arbeit wurde erstmals der Einfluss der Lichteinstrahlung auf die Besiedlung von Nisthilfen durch Wildbienen untersucht. Aufgrund der stärkeren Nutzung der Nisthilfen mit halbtransparentem Dach und der Wärmebilder wird vermutet, dass es gerade an stark besonnten Standorten sinnvoll sein könnte, Nisthilfen mit halbtransparenten Dächern auszurüsten, um die Nester vor einer Überhitzung zu schützen. Des Weiteren scheinen angebohrte Holzblöcke für viele Arten ein gutes Nistmaterial zu sein. Zu guter Letzt konnten Informationen zum Versuchsaufbau und den vorkommenden Populationen gesammelt werden, die die Grundlage für weitere Versuche bilden könnten.

**Gymnasium Oberwil**

Lehrer: Samuel Zschokke

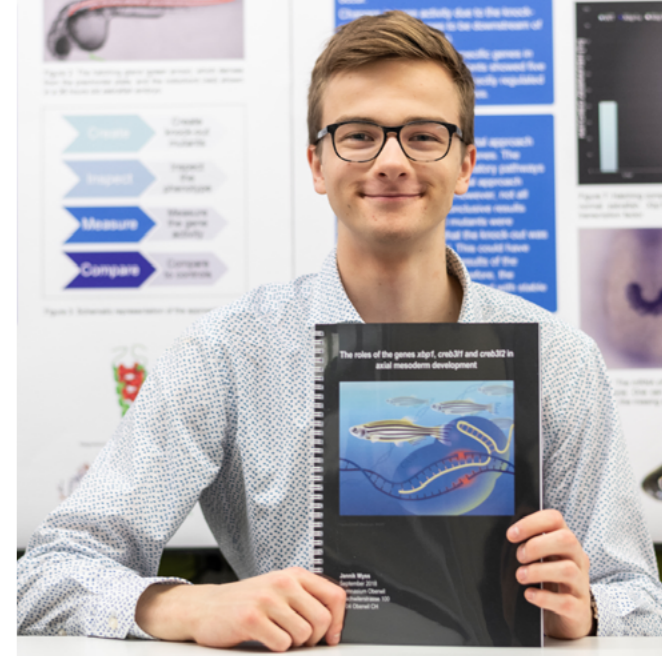
**Würdigung durch den Experten**

Prof. Dr. Stephan Neuhaus

Die vorliegende Arbeit von Jannik Wyss beschäftigt sich mit der genetischen Steuerung der Mesodermentwicklung in Wirbeltieren. Mit Hilfe von hochaktuellen und innovativen genetischen Experimenten ist es ihm gelungen die Rolle von drei Transkriptionsfaktoren im Zebrafischembryo zu erhellen. In einer weiterführenden bioinformatischen Analyse hat Herr Wyss erfolgreich bislang unbekannte biochemische Pfade vorhergesagt. Die Arbeit begeistert durch die gelungene Kombination von genetischen und bioinformatischen Analysen und veranschaulicht die beeindruckende intellektuelle Leistung von Herrn Wyss.

**Prädikat: hervorragend**

Sonderpreis Aldo e Cele Daccò  
European Union Contest for Young Scientists (EUCYS 2019)



Jannik Wyss, 2000 | Oberwil, BL

**Roles of the genes xbp1, creb3l1 and creb3l2 in axial mesoderm development**

The axial mesoderm is essential in the development of all vertebrates. While its basic biology is well known, its differentiation and development need further investigation. In this thesis, this process was investigated by studying the biological functions and regulatory activities of three transcription factors (xbp1, creb3l1, creb3l2) in the axial mesoderm of zebrafish (Danio rerio). Using a new computational approach in combination with molecular techniques, previously unknown regulatory pathways were revealed. Furthermore, the requirement of the gene xbp1 for proper axial mesoderm development was demonstrated and the role of the creb genes was shown to be more important than previously assumed. Overall, the newly generated knowledge provides a better understanding of the role of the three transcription factors in axial mesoderm development.

**Introduction**

By dividing and differentiating, a single totipotent cell – a zygote – can develop into a complex multicellular organism such as a human being. Transcription factors play an important role in this development. They are proteins that control the rate of transcription of genetic information from DNA to mRNA by binding to specific DNA sequences. In this thesis, the focus lies on the development of the axial mesoderm. To determine the genetic elements and pathways that lead to the structural changes and distinct characteristics of the axial mesoderm in early development, three transcription factors (xbp1, creb3l1 and creb3l2) and their regulatory pathways were investigated. The zebrafish (Danio rerio) served as the model system.

**Methods**

To investigate the role and function of the transcription factors, the genome of zebrafish zygotes was edited with CRISPR/Cas9 so that the fish no longer had a functional version of the transcription factor gene. To detect the influence of the missing transcription factor, the axial mesoderm of normal zebrafish was compared to that of the resulting knockout mutants. To reveal the biological pathways in which the transcription factors are involved, the activity of specific genes was measured. Thus, changes in gene activity due to the missing transcription factor could be detected. In addition to the molecular methods, a new computational approach was used to predict biological pathways in which the transcription factors could be involved, and thus, a list of candidate genes, whose activity should be measured, was created.

**Results**

The investigation of zebrafish mutants with a knockout of the gene xbp1 showed that the hatching gland cells, which arise from the axial mesoderm, had smaller secretory vesicles. In initial experiments, the mutants also showed a delay or complete malfunction

of the hatching ability compared to controls. However, in a repetition of the experiment, this malfunction did not occur. Changes in gene activity due to the knockout indicated that the genes dad1, hspa5, kdrlr2a rab1ab, rnaseka, lrcc59, ssr4, pdia6, p4hb and hdlbpa are downstream of xbp1, which means that they are directly or indirectly regulated by the transcription factor. Analysis of the activity of specific genes in creb3l1; creb3l2 double mutants revealed that the genes col2a1a, loxl1, p3h3, ggcx and p4hb are downstream of at least one of the two genes.

**Discussion**

Overall, the experimental approach served well for identifying downstream genes. The successful prediction of regulatory pathways using a unique computational approach shows new possibilities. However, not all experiments provided conclusive results because the generated mutants were mosaic, which means that the knockout was only partially successful. This could have caused the contradictory results of the hatching observations. Therefore, the experiments need to be repeated with stable mutants to draw clear conclusions. In total, the goal of the study was achieved by revealing new pathways and genetic elements that are connected to the transcription factors, which provides new knowledge about the development of the axial mesoderm.

**Conclusions**

The xbp1-mediated upregulation of seven genes was newly demonstrated in zebrafish. The requirement of xbp1 for proper hatching gland development became apparent through the malformation of secretory vesicles in the hatching gland cells of xbp1 knockout mutants. The regulatory influence of creb3l1 and/or creb3l2 on four collagen biosynthesis-related genes was discovered, suggesting an important role for the creb genes in collagen production.



Olivia Aerne, 1999 | Rosental, TG  
Lukas Widmer, 1999 | Herisau, AR

### Berufsbildungsschule Winterthur (BMS/bbw)

Lehrer: Thomas Kollbrunner

### Würdigung durch den Experten

Simon Meier

Olivia Aerne und Lukas Widmer haben mit der Sanierung von mit Schwermetallen belasteten Böden ein aktuelles Thema bearbeitet. Basierend auf einem durchdachten Versuchsaufbau versuchten die Jugendlichen, unter vier Pflanzenarten diejenige zu finden, die am meisten Blei aus dem Boden aufnehmen kann. Sämtliche Resultate wurden kritisch und wissenschaftlich beurteilt. Aufgrund der limitierten Zeit und apparativen Möglichkeiten ist die Aussagekraft der Ergebnisse beschränkt. Dies ist den Jugendlichen bewusst, und es wurden vielversprechende Optimierungsvorschläge für Verbesserungen ausgearbeitet.

Prädikat: gut

## Phytoremediation

In dieser Arbeit versuchten wir die Frage «Inwiefern ist die Sanierung von mit Schwermetall belasteten Böden durch Pflanzen sinnvoll?» zu beantworten, indem wir ein Experiment durchführten, in dem vier Pflanzenarten mit verschiedenen Eigenschaften in einem mit Blei (Pb) belasteten Boden gezogen wurden. Zur Kontrolle wurden die Pflanzen auch noch in normalem Boden herangezogen. Diese Pflanzen wurden, nachdem sie gewachsen waren, anschliessend mit Königswasser oder Salpetersäure aufgeschlossen und durch ICP-MS und ICP-OES auf ihre Schwermetallkonzentrationen untersucht. Mit diesen Werten wurde dann berechnet, wie lange es dauern würde, bis der Boden durch diese Pflanzen unter den gesetzlich bestimmten Sanierungswert fallen würde. Da wir unter den Probenmessungen an einigen Stellen sehr grosse Schwankungen feststellen konnten, ist es wissenschaftlich leider nicht möglich, sich auf unsere berechneten Werte zu stützen.

### Fragestellung

Inwiefern ist die Sanierung von mit Schwermetall belasteten Böden durch Pflanzen sinnvoll? Dieser Ansatz könnte günstiger und umweltfreundlicher als die Sanierungsmethoden sein, die heutzutage als Standard gelten.

### Methodik

Die Anzucht der Versuchspflanzen (Chinakohl, Raue Gänsedistel, Sonnenblume und Löwenzahn) erfolgte an einem Fensterplatz in einer Scheune, wo sie alle drei Tage bewässert wurden und für neun Wochen wachsen konnten. Die Pflanzen wurden in Erde gepflanzt, die Bodenproben eines Schiessplatzes enthielt. Zur Kontrolle wurden sie auch in normalem Boden herangezogen. Alle Proben wurden anschliessend mit Königswasser oder Salpetersäure aufgeschlossen und durch ICP-MS und ICP-OES auf ihre Schwermetallkonzentrationen untersucht. Für die Analyse mit ICP-OES wurde eine dreifache 6er-Bleistandardreihe mit Konzentrationen zwischen 0 µg/l bis 1000 µg/l vorbereitet. Die Proben wurden mindestens im Verhältnis 1:200 verdünnt. Die Kalibration, mit der das ICP-MS kalibriert wurde, ist  $y=0,08661x+4,79E-03$  ( $y=ax+b$ ) mit dem Wert für  $r^2=0,9999$ . Die Messwerte wurden durch einen internen Standard korrigiert. Der Kalibrationsbereich reicht von 5 µg/l bis 50 µg/l Blei, wobei eine Standardreihe von 0 µg/l, 5 µg/l, 10 µg/l, 25 µg/l und 50 µg/l vorbereitet wurde. Es wurde berechnet, wie viele Jahre es dauert, bis die Erde, die beim Versuch verwendet wurde, auf einer Fläche von einem Quadratmeter und einem Meter Tiefe unter den Sanierungswert fallen würde. Für die Berechnung wurde die exponentielle Zerfallsfunktion  $C(t) = C_0 \cdot a^{-t}$  benutzt.

### Ergebnisse

Die höchste Bleikonzentration wies die Raue Gänsedistel mit 5,42 g/kg auf, die zweithöchste Konzentration hatte der Chinakohl mit 3,52 g/kg. Die Sonnenblume und der Löwenzahn besaßen hingegen eine kleine Konzentration mit 160 mg/kg respektive 73,8 mg/kg. Die

grösstmögliche Masse zeigte die Raue Gänsedistel mit 49,1 kg. Da der Chinakohl nur einmal im Jahr geerntet werden kann und er eine tiefere Bleikonzentration besitzt, weist er einen Wert von nur 5,26 kg auf. Die Sonnenblume und der Löwenzahn besitzen die tiefsten Werte mit 0,259 kg und 0,336 kg. Bei der Sanierungszeit kann man sehr grosse Unterschiede beobachten. Während die Raue Gänsedistel für die Sanierung 3,85\*10<sup>3</sup> Jahre benötigen würde, bräuchte der Chinakohl 2,39\*10<sup>4</sup> Jahre, die Sonnenblume 4,87\*10<sup>5</sup> Millionen Jahre und der Löwenzahn ganze 7,51\*10<sup>5</sup> Jahre.

### Diskussion

Da unsere Messwerte sowie die prozentualen Standardabweichungen der Proben sich stark voneinander unterscheiden und wir unter den Probenmessungen oft sehr grosse Schwankungen feststellen konnten, ist es schwer, sich auf die berechneten Werte stützen zu können. Die grossen Abweichungen und Messunterschiede sind auf eine starke Streuung zurückzuführen.

### Schlussfolgerungen

Während unserer Experimente waren wir mit einer ungenügenden Homogenität konfrontiert, was sich nun auch sehr deutlich in unseren Ergebnissen erkennen lässt. Das Experiment sollte unbedingt wiederholt werden, um aussagekräftige Messwerte zu erhalten und dann auch Berechnungen durchführen zu können, die aussagekräftig sind. Dies ist mit den aktuell vorhandenen Messwerten aus unserer Arbeit leider nicht möglich. Es könnte der Fall sein, dass in den Proben grössere und kleinere Bleipartikel enthalten waren und die Resultate sich deshalb stark unterscheiden. Die Homogenisierung der Pflanzen- sowie Bodenproben sollte deshalb unbedingt mit geeigneteren Methoden erfolgen. Hierzu würde es sich anbieten, die Proben mit einem Betonmischer oder Probenverteiler zu behandeln und diese über eine längere Zeit besser zu durchmischen, um so eine bessere Homogenität zu erreichen.

### Liceo di Lugano 2

Docente: Gianmarco Zenoni

### Valutazione del lavoro espressa dall'esperto

Prof. Dr. Marco Lattuada

The objective of the work by Giada Badaracco and Massimo Bottini is the synthesis of novel mesoporous silica nanoparticles for drug delivery applications. In order to tune the pore size of the particles, the students decided to use candidate drug molecules to template the pore size of the particles. While the results are not as satisfactory as expected, the idea is interesting and novel.

Menzione: molto buono



Giada Badaracco, 2000 | Ponte Capriasca, TI  
Massimo Bottini, 2000 | Ponte Capriasca, TI

## Synthesis of Mesoporous Silica Nanoparticles Using an Innovative Method

Our project focuses on nanotechnologies, in particular the Mesoporous Silica Nanoparticles (MSN) that are used as drug carriers for anticancer drugs. MCM-41, a type of MSN, is the starting point for elaborating on our theories on an innovative synthesis. This synthesis foresees the use of TEOS and C16TABr, which interact and allow the formation of resistant and porous nanomaterials. More important, however, is our development of the innovative synthesis. This synthesis should allow us to obtain nanoparticles with a more efficient adsorption of compost substances with a significant steric hindrance. Our experiments are carried out with two anticancer drugs: carvacrol and curcumina. The experiments consist of synthesizing and analyzing the adsorption of MCM-41 and of the nanoparticles synthesized with an innovative method adapted to carvacrol and to curcumina (with different variants depending on the concentration of the drug used in the synthesis). From the samples containing the drug and the nanoparticles analyzed with HPLC, we can measure the concentrations and, as a result, calculate the loading.

### Introduction

We hypothesized that the adsorption of curcumina would be inefficient due to the fact that it is a large molecule, and therefore we developed a new synthesis in order to facilitate it. This new method is based on the traditional synthesis of MCM-41 (Ströber process) that uses C16TABr to emulsify the suspension and form micelles. The polar tests of the emulsifier, positively charged, react with TEOS and form a crystal lattice with hexagonal cavities. Calcium hydroxide is then added to degrade the organic material while maintaining the lattice. From this, we concluded that, if the micelles were to form around the molecule of the drug, we would be able to obtain a porosity that can be adapted to the drug.

### Methods

We carried out the experimental part in the laboratory using the instruments and materials at our disposal. We followed the traditional procedure for MCM-41 in performing all of our syntheses. In carrying out the adsorption experiments, we used HPLC to extract the concentrations of the various samples by means of a calibration line and to calculate the loading of the nanoparticles. We then produced various graphs, with loading as a function of time, in order to analyze the efficiency of the adsorption.

### Results

We analyzed the adsorption of several types of synthesized nanoparticles: MCM-41 and nanoparticles synthesized with the innovative method adapted to carvacrol and to curcumina. The adsorption of curcumina by MCM-41 varies from 0.0005 to 0.0010 g (curcumina)/g (nanoparticle), whereas that of the nanoparticles synthesized with the innovative method adapted to curcumina varies from 0.0008 to 0.0012 g/g. The adsorption of carvacrol by MCM-41 varies from 0.00015 to 0.00025 g/g, whereas that of the nanoparticles syn-

thesized with the innovative method adapted to carvacrol varies from 0.00020 to 0.00025 g/g.

### Discussion

The first results obtained from the adsorption of the nanoparticles show that the nanoparticles synthesized with the innovative method adsorbed a higher quantity of curcumina as compared to MCM-41. On the other hand, the adsorption of carvacrol was lacking with both the nanoparticles synthesized with the innovative method and with MCM-41. We determined, however, that even the adsorption of curcumina is relatively low.

### Conclusions

Overall, our innovative project led to an effective and favorable result for curcumina, although it can still be improved. In fact, we thought about carrying out a functionalization of the hydrophilic surface to make it more hydrophobic or cationic and adsorb curcumina with different pH values. Furthermore, we established that the adsorption is more efficient in a hydroalcoholic environment as compared to an alcoholic environment. By contrast, the adsorption of carvacrol turned out to be highly inefficient, without any difference between MCM-41 and the nanoparticles synthesized with the innovative method. Even though the adsorption of carvacrol was very scarce, we considered using a functionalization of the surfaces. To verify our hypothesis, the porosity of the different nanoparticles could be analyzed with a BET test to determine the surface of the material.



Luca Basso, 2000 | Breganzona, TI  
Fabio Woodtli, 2000 | Bioggio, TI

## Sintesi di una resina autorigenerante

I danni e le rotture, con il passare del tempo, sono all'ordine del giorno e possono farsi sentire su tutti i materiali compromettendone le caratteristiche e quindi andando a pregiudicare lo scopo per cui sono stati realizzati. Attualmente sono in atto vari studi che riguardano materiali autorigeneranti che sembrerebbero in grado di allungare il proprio tempo di vita rispondendo autonomamente a possibili danneggiamenti. Si sta pensando alla loro applicazione in ambito aeronautico date le regole ferree e la costante riparazione necessaria; nelle costruzioni per migliorare la durata di vita media delle fondamenta e dei muri in cemento; così come negli oggetti di tutti i giorni. Per sviluppare questo tipo di materiale esistono in letteratura tre metodi tra i quali abbiamo scelto quello basato sulle capsule rigeneranti. Con il sistema da noi scelto, i monomeri nel solvente contenuto nelle capsule di urea formaldeide reagiscono con la matrice di resina epossidica senza l'intervento di catalizzatori esterni dando origine a un processo completamente autonomo.

### Argomento

Qualunque oggetto nel corso del tempo si danneggia a causa dell'utilizzo, fino a subire danni tali da comprometterne lo scopo e rendendone inevitabile la sostituzione. A tal proposito, attraverso questo studio si è voluto creare un materiale in grado di riparare in maniera autonoma i danni meccanici subiti e verificarne effettivamente le proprietà. Abbiamo quindi scelto, tra i metodi a disposizione, l'aggiunta di capsule all'interno del materiale. Questo concetto risulta essere molto vantaggioso in quanto è perfettamente autonomo, fornisce una risposta immediata al danno e grazie alla manipolazione di grandezza e concentrazione di capsule si possono ottenere risposte specifiche.

### Metodologia

In questo studio i campioni sono stati prodotti in due fasi ovvero la sintesi delle capsule e in seguito il loro inserimento nel materiale. Le prove sono state condotte in duplicato. Abbiamo pertanto creato microcapsule di urea formaldeide contenenti clorobenzene e resina epossidica (DER 332). Queste capsule sono poi state inserite in una matrice polimerica composta dalla stessa resina epossidica e trattata con dietilentriammina come indurente. I dati analitici sono stati ottenuti tramite delle osservazioni a microscopio ottico e a dei test dei campioni in trazione con il macchinario della Zwick-Roell presso il Dipartimento Tecnologie Innovative della Supsi di Manno su dei provini integri e dei provini sui quali è stata effettuata un'incisione laterale.

### Risultati

Dalle sintesi sono state prodotte capsule dal diametro tra i 18 e gli 80  $\mu\text{m}$  (1000 rpm) e tra i 120 e i 160  $\mu\text{m}$  (500 rpm) sottoforma di materiale bianco granuloso facilmente sbriciolabile. I campioni finali invece mostrano una colorazione trasparente se composti solo da resina mentre tendente all'arancione se addizionati con le

### Liceo di Lugano 2

Docente: Gianmarco Zenoni

### Valutazione del lavoro espressa dall'esperto

Prof. Dr. Massimo Morbidelli

Il tema scelto da Luca Basso e Fabio Woodtli è impegnativo e di interesse anche in prospettiva futura. I giovani presentano un documento completo, che esordisce con un'analisi esaustiva della letteratura e passa poi alla parte pratica. Hanno identificato oculatamente la strategia sperimentale, ottenendo ottimi risultati. Merita una menzione particolare il fatto che non si siano limitati a realizzare le complesse microcapsule e ad inserirle nei materiali, ma si siano anche cimentati nella caratterizzazione degli stessi, eseguendo esperienze con strumenti reperiti presso una sede universitaria.

Menzione: eccellente

Premio speciale SimplyScience  
Stage di ricerca e premio in denaro

microcapsule. I test di trazione eseguiti mostrano una diminuzione del limite di forza a rottura dei campioni di resina aventi il taglio del 65,4 % rispetto a quelli integri mentre i campioni addizionati con capsule aventi il taglio del 38,9% rispetto a quelli addizionati con capsule ma integri.

### Discussione

Le dimensioni delle capsule da noi realizzate variano in funzione della velocità (rpm) di agitazione nel miscelatore utilizzata durante la sintesi. Per quanto riguarda i campioni, riteniamo che la colorazione arancione sia dovuta all'interazione della luce con il resorcino- lo utilizzato come catalizzatore della reazione tra l'urea e la formaldeide e con il clorobenzene. Dai dati ottenuti nei test di trazione si può concludere, anche se la presenza di bolle d'aria all'interno dei provini risulta essere problematica, che la diminuzione del limite della forza di trazione a rottura dei campioni tagliati contenenti capsule è minore e quindi dimostra una parziale capacità di autoriparazione.

### Conclusioni

In conclusione, possiamo affermare che l'obiettivo è stato raggiunto, in quanto siamo riusciti nella creazione di un materiale in grado di ripararsi in modo autonomo, anche se in maniera parziale. Per migliorare i risultati sarebbe dunque interessante sia migliorare la qualità dei provini e verificare la riproducibilità del metodo sperimentale, sia ottimizzare l'effetto delle capsule variandone concentrazione e grandezza.

### Gymnasium Oberwil

Lehrerin: Manuela Koch

### Würdigung durch die Expertin

Dr. Rebekka Wild

In der vorliegenden Arbeit befasst sich Valentin Baumann äußerst intensiv und engagiert mit dem Proteinkomplex mTORC1, einem zentralen Regulator des Zellwachstums. Im theoretischen Teil der Arbeit wird die dreidimensionale Struktur des Komplexes im Detail analysiert. Im experimentellen Teil wird der Einfluss unterschiedlicher Pufferbedingungen auf die Proteinestabilität untersucht. Die erzielten Resultate vereinfachen künftige biochemische Studien von mTORC1. Die Arbeit besticht durch die hohe Qualität sowie Komplexität der Experimente und zeugt vom naturwissenschaftlichen Interesse des Jungforschers.

Prädikat: hervorragend

Sonderpreis Metrohm  
London International Youth Science Forum (LIYSF 2019)

## Stability studies on the mTOR protein complex, a key regulator of cell growth

The protein kinase mammalian Target of Rapamycin (mTOR) is a central regulator of cell growth in eukaryotes that controls the activation of target proteins involved in anabolic and catabolic processes. Due to its fundamental role in controlling proliferation, impaired mTOR signaling is linked to diseases such as cancer, Alzheimer's and diabetes, and is therefore an important target for research and drug development. In this thesis, the stability of the mTOR complex 1 in different buffer conditions was measured. Measurements analyzing the effect of different salt species, salt concentrations (0mM-500mM) and pH levels (7.6-9.0) suggest that highest protein stability is obtained at low salt concentrations and low pH values. Regarding the different salts, it was further observed that  $\text{K}(\text{CH}_3\text{COO})$  and  $\text{NaCl}$  were significantly more stabilising than the salts  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  and  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ . The optimized buffer condition will improve and facilitate future biochemical work on the mTORC1.

### Introduction

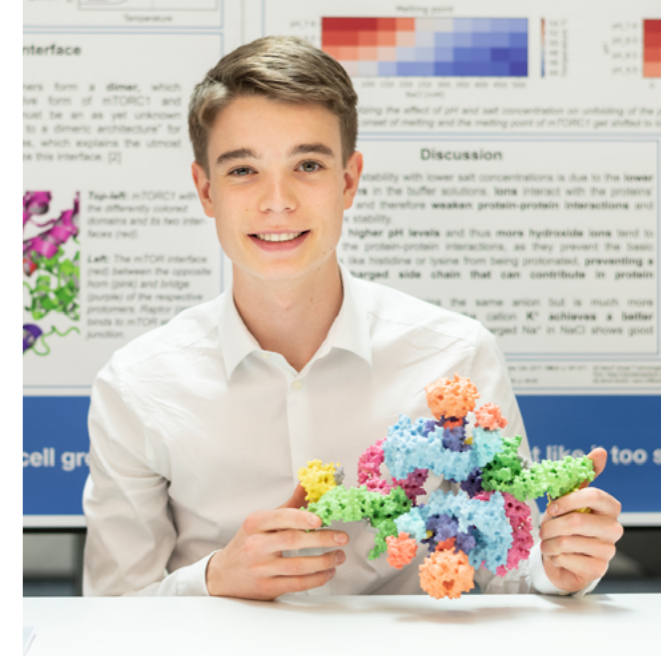
Aiming to drive further studies of mTOR, this thesis investigates the optimal buffer conditions for future biochemical analysis of the mTOR protein complex 1 (mTORC1). To address this question, the effect of different salt types, salt concentrations and pH levels on mTORC1 stability were analysed by thermal stability studies.

### Methods

The protein complex was recombinantly expressed using a plasmid encoding wild-type mTORC1. Transferred into chemically competent *E. coli* the encoding plasmid was cloned into viral DNA for the infection of insect cells, followed by a three step viral multiplication leading up to the protein expression. Afterwards a protein purification was carried out including an immunoaffinity chromatography step targeting the FLAG affinity tag and a gel filtration chromatography. The stability analysis was carried out using nanoDSF thermal shift assays, which are based on the intrinsic fluorescence of tryptophan residues. The protein was diluted 1:10 in different buffer conditions and the denaturation of the protein was recorded while heating the sample from 20-95°C in 1°C/min steps.

### Results

The results have shown a clear pattern of increased mTORC1 stability with both lower salt concentrations and pH levels, as the fluorescence ratio 350/330nm of tryptophan's intrinsic fluorescence indicated an onset of melting and melting point at increasing temperatures. The optimum buffer condition was observed at pH 7.6 and at a salt concentration of 0mM. At higher salt concentrations (400-500mM) mTORC1 even started to denature at temperatures present in eukaryotic organisms. In addition,  $\text{KCH}_3\text{COO}$  and  $\text{NaCl}$  appeared to be significantly more stabilising than  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  and  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ . Furthermore the protein complex denatured more quickly at higher than at lower temperatures.



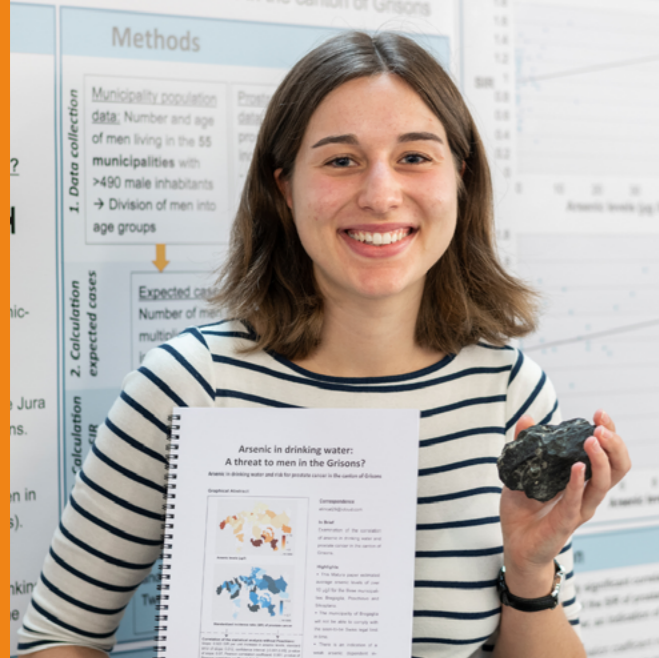
Valentin Baumann, 1999 | Bottmingen, BL

### Discussion

The increasing stability with lower salt concentrations is due to the lower number of ions in the buffer solutions. Ions interact with the proteins' polar surface and therefore weaken protein-protein interactions and thus complex stability. Buffers with higher pH levels and thus more hydroxide ions tend to destabilize the protein-protein interactions, as they prevent the basic amino acids like histidine or lysine from being protonated, preventing a positively charged side chain that can contribute in protein interactions. Furthermore,  $\text{KCH}_3\text{COO}$  contains the same anion but is much more stabilizing than  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ . It can therefore be concluded that the cation  $\text{K}^+$  achieves a better stabilisation than  $\text{Mg}^{2+}$ . Also the single charged  $\text{Na}^+$  in  $\text{NaCl}$  shows good stabilisation.

### Conclusions

Considering that the optimum buffer was achieved at the lower barrier of the pH levels, further experiments investigating pH of 7.5 and below could be carried out to find the optimal buffer conditions for mTORC1. Moreover the stabilizing effects of other salt species could be investigated, for more precise conclusions about the stability effects of different ions. Nevertheless, the performed stability measurements have already revealed suitable buffer conditions to study the mTORC1 complex. This will improve future biochemical analysis of this key regulator of the cell.



Elin Cathomas, 2000 | Chur, GR

**Bündner Kantonsschule**

Lehrer: Stefano Peduzzi

**Würdigung durch den Experten**

Dr. sc. nat. ETH Beat Brüscheiler

In ihrer Forschungsarbeit greift Elin Cathomas die gesundheitsrelevante Frage auf, ob ein Zusammenhang zwischen der Inzidenz an Prostatakrebs und der Arsenkonzentration im Trinkwasser besteht. Sie hat die entsprechenden Daten von den Gemeinden des Kantons Graubündens recherchiert, zusammengestellt und mit den geeigneten Methoden der Epidemiologie und Statistik ausgewertet. Als Resultat kann sie eine schwache Korrelation aufzeigen. Die Arbeit besticht durch hohe wissenschaftliche Qualität und exakte Anwendung der englischen Sprache.

**Prädikat: hervorragend****Sonderpreis Metrohm****International Science and Engineering Fair (ISEF 2020)**

### Arsenic in drinking water: A threat to men in the Grisons? - Arsenic in drinking water and risk for prostate cancer in the canton of Grisons

Arsenic is a known carcinogen, which can be ingested through contaminated drinking water. Some studies in the high-level arsenic range have found a significant correlation between arsenic in drinking water and the incidence of prostate cancer, which is the most common type of cancer among men in Switzerland. However, the results of studies in the low-level range are inconsistent, and no such study has ever been conducted in Switzerland. The objective of this study was to examine the correlation between arsenic in drinking water and the standardized incidence ratio (SIR) of prostate cancer in the canton of Grisons, where elevated arsenic levels have been found in drinking water. In order to examine this correlation, municipality population data, arsenic exposure data and prostate cancer data of 55 municipalities in the Grisons were collected and a statistical analysis was performed. No clear statistically significant correlation between arsenic in drinking water and the SIR of prostate cancer was found. However, the data analysis indicates a weak arsenic-dependent increase of the SIR.

**Introduction**

Arsenic is known to be a carcinogen and one of the primary routes of exposure is through drinking water. In some parts of Switzerland, elevated arsenic levels have been found in drinking water, including in the Grisons. Prostate cancer is the most common cancer among men in Switzerland. However, no study in Switzerland has ever examined the association between arsenic in drinking water and prostate cancer. The aim of this study was to determine if arsenic in drinking water can be correlated with prostate cancer in the canton of Grisons.

**Methods**

For statistical reasons, only the 55 municipalities in the Grisons with more than 490 male inhabitants were analysed. The average arsenic levels of these 55 municipalities were calculated with the arsenic levels of 351 water samples from these municipalities. The number of new prostate cancer cases from 2007 to 2016 was obtained from the Krebsregister Ostschweiz, and the National Institute for Cancer Epidemiology and Registration (NICER) provided the age-specific incidence rates for prostate cancer in Switzerland. The SIR was calculated for every municipality. For the statistical analysis, linear regression was used to correlate the SIRs with the average arsenic levels of the municipalities. Additionally, the standard error, the 95% confidence interval, the Pearson correlation coefficient and the p-values of the slope and of the correlation coefficient were calculated. Two statistical analyses were performed, one with all 55 municipalities and one without the municipality of Poschiavo.

**Results**

The estimated average arsenic levels of the 55 municipalities varied from 0 to 40 µg/l and the SIR ranged from 0.332 to 1.633. In the first

regression analysis including all 55 municipalities the estimated slope was 0.01. The standard error of the slope was 0.006, resulting in a 95% confidence interval of [-0.002, 0.022] and a p-value of 0.12. The Pearson correlation coefficient was 0.044 with a p-value of 0.4. In the second regression analysis without the municipality of Poschiavo, the estimated slope was 0.023. The standard error of the slope was 0.012, resulting in a 95% confidence interval of [-0.001, 0.05] and a p-value of 0.07. The Pearson correlation coefficient was 0.061 with a p-value of 0.4.

**Discussion**

The results of this study do not show a clear significant correlation, but they indicate at least a weak arsenic-dependent increase of the SIR. By calculating the SIR for each municipality, the most important risk factor for prostate cancer, which is age, was taken into account in the statistical analysis. Future studies could include more risk factors for prostate cancer in the statistical analysis to obtain clearer results. Furthermore, the broad range of the SIR suggests that the decision to only analyse municipalities with more than 490 male inhabitants may have been insufficient, resulting in a misclassification of the SIR. Therefore, future studies should be performed with larger populations.

**Conclusions**

The results of previous studies on the correlation of low-level arsenic exposure and prostate cancer are inconsistent, and the results of this study suggest that if there is a correlation, it is rather weak. However, more studies with larger populations and including more risk factors in the statistical analysis are needed.

**Kantonsschule Wattwil**

Lehrer: Rolf Heeb

**Würdigung durch den Experten**

Dr. Nadeem Kalak

Die Arbeit baut auf bereits bekannte Methoden und Ergebnissen auf (Bildschirmzeit beeinflusst den Schlaf). Diese Basis wird genutzt, um eigene Interessen (Schlaf und Bildschirmzeit) weiter zu entwickeln, deren wissenschaftliche Vertiefung (z.B. Schlaf-EEG, EEG-Spektralanalyse) zu üben und die Fragestellung, inwiefern die Art der Bildschirmzeit eine Rolle spielt, zu beantworten. Die Autorin ist sich stets bewusst, dass die gewonnenen Daten lediglich Hinweise liefern und neue Fragen aufwerfen, weshalb weitere Untersuchungen notwendig sind. Diese selbstkritische Haltung spricht für ihre mentale Reife.

**Prädikat: sehr gut**

Junia Colruyt, 2001 | Lichtensteig, SG

### Der Einfluss von Computerspielen verglichen mit dem Einfluss eines Naturfilmes auf den Tagesschlaf

Durch die academia, die Jugendforschungsgruppe der Kantonsschule Wattwil, habe ich den Weg zur Schlafforschung gefunden. Mit dem an der Kantonsschule Wattwil entwickelten Signalverstärker, bei dessen Entwicklungsendphase ich selbst dabei war, konnte ich die Studie durchführen. Ein privater Raum wurde zu einem Schlaflabor umfunktioniert. Dabei galt es, den Einfluss von Computerspielen und eines Films auf den Tagesschlaf zu untersuchen und den Einfluss beider Medien auf den Tagesschlaf zu vergleichen. Es konnten Unterschiede in der Schlafqualität festgestellt werden.

**Fragestellung**

Aus früheren Studien ist bekannt, dass die Bildschirmzeit vor dem Einschlafen einen Einfluss auf den Schlaf hat. In dieser Cross-over-Studie ging es um die Frage, ob der Inhalt der Bildschirmzeit eine Rolle spielt. Deshalb wurde ein Computerspiel gewählt, das anregend wirkt, und mit einem Naturfilm verglichen, der eine beruhigende Wirkung erzielt. Dadurch ist bei beiden Messungen der Einfluss des Bildschirms gewährleistet.

**Methodik**

Insgesamt neun gesunde Probanden und Probandinnen im Alter zwischen 15 und 25 Jahren (BMI < 25,0 kg/m<sup>2</sup>) nahmen an der Studie teil. Der Schlaf am Mittag wurde bei allen Proband/-Innen polysomnographisch (PSG) erfasst. Dabei wurde mit dem an der Kantonsschule Wattwil entwickelten Signalverstärker die Polysomnografie aufgezeichnet. Zudem füllten alle Proband/-Innen Fragebögen zur Befindlichkeit und zum subjektiven Schlafempfinden aus. Die PSG fand unter standardisierten und kontrollierten Bedingungen (Nahrung, Ort, Zeit) statt. Die erste PSG-Messung diente lediglich dazu, den in der Literatur beschriebenen First-Time-Effekt zu minimieren. Für die zwei weiteren Messungen, die an verschiedenen Tagen durchgeführt wurden, wurden zwei Gruppen gebildet. In der einen Gruppe fand die erste Messung nach dem Computerspiel und die zweite nach dem Naturfilm statt. In der anderen Gruppe fand die erste Messung nach dem Naturfilm und die zweite nach dem Computerspiel statt. Nach der 30-minütigen Bildschirmzeit mussten die Proband/-Innen jeweils 60 Minuten lang schlafen. Die PSG-Daten wurden anhand der Kriterien der American Academy of Sleep Medicine gescort. Das heisst, jedes Messintervall (30 s) wurde einem Schlafstadium zugeordnet. Im Folgenden bezeichnet p den Signifikanzwert, wobei Signifikanz für p < 0,05 angenommen wurde.

**Ergebnisse**

Alle Proband/-Innen zeigten ein relativ homogenes Bild, was ihre Befindlichkeit und ihren Schlaf anging. Unter der Computerspiel-Bedingung zeigten alle Proband/-Innen eine verlängerte Einschlaf-

tenz (Einschlafen definiert als erstmaliges Auftreten von NonREM 2). Der Unterschied ist mit p=0,007 signifikant. Das Wachstadium hat, über alle Proband/-Innen gemittelt, nach dem Computerspiel mit p=0,047 signifikant länger gedauert. Das Tiefschlafstadium NonREM 3 war nach dem Computerspiel mit p=0,027 im Vergleich zur Naturfilm-Bedingung signifikant kürzer. Die Proband/-Innen weisen nach dem Film mehr Tiefschlaf auf. In der EEG-Spektralanalyse war die Leistungsdichte der Proband/-Innen bei tiefen Frequenzen nach dem Computerspiel weniger hoch als nach dem Naturfilm. Insgesamt zeigte sich nach dem Computerspiel ein unruhigeres Bild als nach dem Naturfilm.

**Diskussion**

Der Tagesschlaf scheint vom Bildschirminhalt beeinflusst zu werden. Die dahinterliegenden Mechanismen bleiben unklar. Spekulativ könnte eine erhöhte Aktivierung des Gehirns nach dem Computerspiel die verzögerte Einschlafzeit und verringerte Tiefschlafphase erklären. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es bei der Bildschirmzeit auch auf den Inhalt ankommt. Deshalb sind weitere Untersuchungen bezüglich der Zusammenhänge zwischen Inhalt der Bildschirmzeit und Schlaf notwendig.

**Schlussfolgerungen**

Es konnte ein Einfluss der Bildschirmzeit auf den Tagesschlaf nachgewiesen werden. Jedoch müssten die dahinterliegenden Mechanismen in einer weiteren Studie untersucht werden. Interessant wäre zudem, ob der Effekt beim Nachtschlaf ebenso andauern würde oder ob der Effekt nachlässt. Es könnte bei einer Weiterführung der Arbeit die Schlafdauer von 60 Minuten auf 90 Minuten erhöht werden, da diese Zeitspanne in etwa dem menschlichen Schlafzyklus entspricht. An dieser Arbeit sticht heraus, dass professionelle Daten mit einem nicht kommerziellen Messgerät erhoben werden konnten. Durch ein gut aufgebautes Studiendesign, das bestmögliche Bedingungen zu schaffen versuchte, konnte die Aussagekräftigkeit der Daten erhöht werden.





Saskia Durisch, 2000 | Domat/Ems, GR

**Bündner Kantonsschule**

Lehrer: Stefano Peduzzi

**Würdigung durch den Experten**

Dr. Christian Beuret

Die Maturarbeit von Frau Saskia Durisch ist eine einzigartige Studie im Bereich der Zecken-übertragenen Krankheiten, die sehr minutiös geplant und akribisch durchgeführt wurde. Der zeitliche Aufwand für die Literaturrecherche, der Koordination mit dem Kantonsarzt und insbesondere die Verteilung der Zeckensammlungen über ein ganzes Jahr sind beispielhaft. Die Überprüfung der eigens erhaltenen PCR Resultate durch realtime PCR und insbesondere Sequenzierungsvektoren in einem akkreditierten Labor waren nötig und gut geplant um die erstaunlichen Resultate zu validieren. Herzlichen Glückwunsch!

**Prädikat: hervorragend**Sonderpreis Metrohm  
International Science and Engineering Fair (ISEF 2020)**Neuartige zeckenübertragene Krankheit Tularämie auf Wanderwegen im Vormarsch?**

In der Schweiz gibt es verschiedene Krankheiten, die durch Zecken übertragen werden können. Drei davon sind die FSME (Erreger (E): FSME-Virus), die Borreliose (E: *Borrelia burgdorferi sensu lato* (B.b.)) und die Tularämie (E: *Francisella tularensis* (F.t.)). Letztere ist noch eher selten, wird jedoch immer häufiger in der Schweiz. Die humanen Fallzahlen sind in den letzten beiden Jahren von 57(2017) auf 114(2019) gestiegen. In dieser Arbeit wurden zwei Standorte, ein Golfplatz und ein Wanderweg in Domat/Ems auf Ihre Anzahl Zecken und deren Infektionen mit Fokus auf die drei bereits erwähnten Krankheiten untersucht. Fotofallen zeigten an beiden Standorten auf, welche Vektoren sich im Monat Mai dort aufhielten. Auf dem Wanderweg sichtete man mehr Menschen und Rehe, als beim Golfplatz. Am Golfplatz fand man lediglich 6 Zecken, während am Wanderweg 583 Zecken gefunden wurden. Das FSME-Virus, F.t und B.b konnten in verschiedenen Proben des Wanderweges festgestellt werden. Unerwartet hoch, waren dabei die 11 positiven Proben auf F.t.

**Fragestellung**

Für diese Arbeit wurden zwei Fragestellungen gefertigt. Bei der etwas längeren, wissenschaftlichen Fragestellung waren drei Kernpunkte wichtig. Diese waren der Standort der Untersuchung, die drei zeckenübertragenen Krankheiten, die analysiert wurden und die Vektoren, die an beiden Standorten gesucht wurden. Daraus ergab sich die zweite Fragestellung: «Wie unterscheiden sich die Zeckenpopulationen in Domat/Ems an einem Wanderweg und auf einem Golfplatz bezüglich der Anzahl Zecken, Wirte und Infektionen mit den Erregern der FSME, Borreliose und Tularämie?»

**Methodik**

Die Zecken wurden mit einem weissen Flanelltuch der Grösse 1m2 eingefangen. Das Tuch wurde über eine vordefinierte Waldfläche gezogen, wobei sich die Zecken am weissen Tuch festklammerten. Die gesammelten Zecken wurden zur Untersuchung in Röhrchen, zu 10-15 Zecken dem Labor Team W AG zugesandt. Im Labor wurden die Proben mittels Polymerase-Kettenreaktion (PCR) auf die Erreger der zeckenübertragenen Krankheiten FSME, Borreliose und Tularämie untersucht. Die Untersuchung des Erregers der Tularämie wurde parallel auch im Schullabor durchgeführt. Dazu wurde die im Labor isolierte Zecken-DNA, zurückgesandt. Um die Proben auf die drei Krankheiten zu untersuchen führte man jeweils eine spezifische PCR durch (real time PCR). Im Schullabor wurden die PCR-Fragmente durch Gelelektrophorese untersucht. Dabei war eine Probe positiv, wenn verglichen zu einer Referenzleiter von DNA-Fragmenten, eine fluoreszierende Bande die gewollte Länge des amplifizierten PCR-Fragmentes aufwies. Neben den Untersuchungen im Labor wurden im Monat Mai auch Fotofallen platziert, die verschiedene Vektoren der Zecken fotografierten.

**Ergebnisse**

Insgesamt wurden 96 Proben mit 597 Zecken dem Labor Team W AG eingesandt. Man fand deutlich weniger Zecken auf dem Golfplatz (6) verglichen zum Wanderweg (583). 82.3% der Proben waren positiv auf B.b. (79), 2% positiv auf das FSME-Virus (2) und 11.45% positiv auf F.t. (11). Insgesamt konnten 141 Lebewesen mit den Fotofallen des Wanderweges (126) und des Golfplatzes (15) erfasst werden. Darunter wurden 61 Menschen und 23 Rehe auf dem Wanderweg und 4 Menschen und ein Reh auf dem Golfplatz ertrappt.

**Diskussion**

Die Anzahl an positiven Proben ist für alle drei Erreger unerwartet hoch. Laut Literatur liegt die Prävalenz in Zecken in der Schweiz bei 0.02% (F.t.), 25-50% (B.b.) und 0.2-0.5% (FSME), doch bei diesen Untersuchungen ergab sich ein Wert von mindestens >1.48% (F.t.), >50% (B.b.) und >0.34% (FSME). Diese Werte sind erschreckend hoch und könnten auf eine grössere Verbreitung der Krankheiten in der untersuchten Region deuten. Die Untersuchungen der Fotofallen ergaben das zu Erwartende, denn am Wanderweg konnten mehr Wirte der Zecken erfasst werden, als auf den Golfplatz, was durch die höhere Anzahl an Zecken in diesem Gebiet auch erwartet wurde.

**Schlussfolgerungen**

Das Thema der zeckenübertragenen Krankheiten wird sicher weiterhin aktuell sein und mit ihm verbunden auch die zeckenübertragene Tularämie. Daher ist es wichtig einerseits die Ärzte, andererseits aber auch die Bevölkerung über die Risiken eines Zeckenbisses adäquat zu informieren. Die Ärzte des Kantons Graubünden haben hierbei ein Informationsschreiben erhalten, das während der Arbeit zusätzlich verfasst wurde. Die Bevölkerung wird seit mehreren Jahren und auch im letzten Jahr durch Medienberichte immer wieder über dieses Thema informiert.

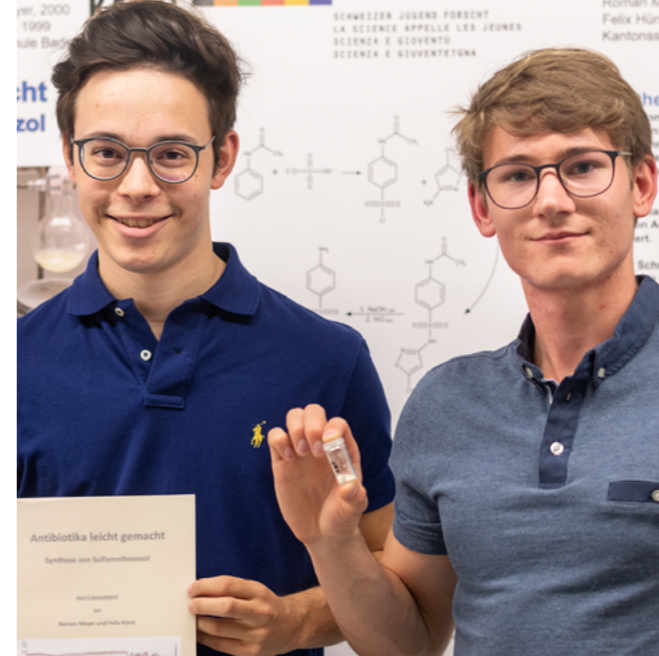
**Kantonsschule Baden**

Lehrer: Roger Deuber

**Würdigung durch den Experten**

Jürg Noser

Felix Hürst und Roman Meyer haben sich zum Ziel gesetzt, die Synthese von Sulfamethoxazol zur Einsatzreife im gymnasialen Chemiepraktikum zu bringen. Sie haben die Synthese mehrmals durchgeführt und optimiert. Die Arbeit zeichnet sich durch umfassende Recherchen über Sulfamethoxazol sowie eine wissenschaftliche Dokumentation der Versuche aus. Das Ergebnis – praktische Lektionen für den Chemieunterricht – konnte bereits an der Kantonsschule getestet werden. Die beiden Jugendlichen leisteten mit grossem Engagement solide und zielgerichtete wissenschaftliche Arbeit.

**Prädikat: sehr gut**Felix Hürst, 1999 | Oberrohrdorf, AG  
Roman Meyer, 2000 | Jona, AG**Antibiotika leicht gemacht**

In dieser Arbeit wurde das Antibiotikum Sulfamethoxazol synthetisiert und eine entsprechende Anleitung erarbeitet, damit künftige Gymnasialschüler/-innen des Schwerpunktfaches Biologie und Chemie die Möglichkeit haben, den Versuch in Schullaboren selbst durchzuführen. Die Anleitung basiert auf einem bestehenden Bericht zur Herstellung von Sulfamethoxazol und einer Anleitung zur Synthese von Sulfanilamid, nach der bereits heute Schüler/-innen ein Antibiotikum herstellen können. Abschliessend wurde die Anleitung mit einem Bakterientest und einem Test der Carboanhydrase zu einem interdisziplinären Praktikum ergänzt. Ein Grossteil der Versuche wurde an der ETH Zürich durchgeführt, um die Verbesserungsmöglichkeiten präzise überprüfen zu können, bevor die fertige Anleitung mit Schülern und Schülerinnen getestet wurde.

**Fragestellung**

Diese Arbeit befasst sich mit einer Frage zum gymnasialen Chemieunterricht: Ist es möglich, das Antibiotikum Sulfamethoxazol mit Schülern und Schülerinnen im Labor herzustellen? Das Ziel war es, eine bestehende Anleitung zur Synthese von Sulfanilamid mit einer Literatur über die Herstellung von Sulfamethoxazol zu verknüpfen, diesen Bericht zu verbessern und eine von Grund auf neue Anleitung zu schaffen, die es Schülern und Schülerinnen des Schwerpunktfaches Biologie und Chemie ermöglicht, die Synthese selbstständig durchzuführen. Absicht war es, ein interdisziplinäres Praktikum zu schaffen, das bestehende Unterrichtseinheiten einbaut, um eine möglichst lehrreiche Unterrichtseinheit zu schaffen.

**Methodik**

Die Synthese konnte in drei Teilschritte unterteilt werden, wobei in einem ersten Schritt mittels elektrophiler aromatischer Substitution p-Acetamidobenzolsulfonylechlorid hergestellt wird. Danach wurde dank nukleophiler Substitution Acetylsulfamethoxazol synthetisiert. Im letzten Schritt wurde zuerst eine Hydrolyse und anschliessend eine Protolyse durchgeführt, um Sulfamethoxazol zu erhalten. Das Hauptproblem war die Dauer des Versuchs, die man mit einer Erhöhung der Temperatur verkürzen wollte. Dazu wurde ein Versuch beim Siedepunkt des verwendeten Lösungsmittels durchgeführt und gleichzeitig auch ein anderes mit höherem Siedepunkt gesucht. Schliesslich wurde ein weiterer Versuch mit Wasser als Lösemittel und unter Rückfluss vorgenommen. Der Grossteil der Versuche fand in den Laborräumen der ETH Zürich statt. Um die endgültige Anleitung zu prüfen, wurde eine weitere Synthese in den Schullabors der Kantonsschule Baden durchgeführt und das Praktikum wurde mit einer ersten Schülergruppe getestet. Dazu gehören auch ein Test an Bakterien des Typs *Bacillus Subtilis* und ein Test des Enzyms Carboanhydrase.

**Ergebnisse**

Aufgrund der RGT-Regel war anzunehmen, dass eine Temperaturerhöhung die gewünschten Resultate bringen würde.

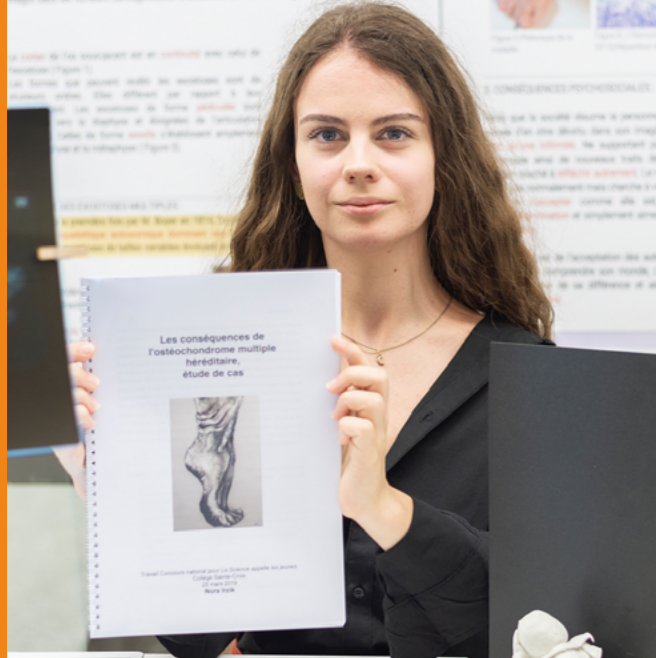
Bei den Versuchen mit THF wie auch mit Wasser konnte die Dauer der gesamten Synthese auf rund vier Stunden gesenkt werden. Auffällig war aber die geringe Ausbeute des Versuchs. So erreichte man in den Labors der ETH beim letzten Versuch mit Wasser lediglich eine Ausbeute von 2,6 Prozent. Bei der Analyse wurde jedoch deutlich sichtbar, dass das Produkt sehr rein war. Bei den Bakterientests tat sich positiv hervor, dass das Sulfamethoxazol eine bessere antibakterielle Wirkung als Sulfanilamid aufwies. Auch beim Carboanhydrasetest war ein signifikanter Unterschied sichtbar. Die Rückmeldung der Schülergruppe war, trotz kleineren Problemen bei der Durchführung, mehrheitlich positiv, insbesondere die Verständlichkeit der Anleitung.

**Diskussion**

Es wurde ersichtlich, dass durch die Temperaturerhöhung hohe Abstriche bei der Ausbeute gemacht werden müssen. Aufgrund der hohen Reinheit ist das aber nicht problematisch. Die ursprüngliche Fragestellung kann mit einem deutlichen JA! beantwortet werden. Wir haben es geschafft, eine Anleitung auszuarbeiten und ein entsprechendes Praktikum auf die Beine zu stellen. Allerdings gab es im Arbeitsprozess verschiedene Probleme. Diese hätte man anders angehen können. So haben wir hauptsächlich den Ansatz «Probieren geht über Studieren» verfolgt. Das hat bei uns zwar gut funktioniert, aber ein solches Vorgehen würde bei Versuchen, die Synthese noch weiter zu verbessern, wohl scheitern.

**Schlussfolgerungen**

Die Anleitung wurde positiv rezipiert, jedoch müssen durch Erfahrung gewonnene Erkenntnisse in die Methodik einfließen. Es ist ein Ersatzstoff für Pyridin zu finden, da dieser verwendete Stoff sehr giftig ist. Wenn Schüler und Schülerinnen damit experimentieren, ist das problematisch. Zudem könnte man noch testen, wie weit man die Reaktionstemperatur noch erhöhen kann, bevor eine Zersetzung eintritt.



Nora Irzik, 2000 | Le Mouret, FR

**Collège Sainte-Croix**  
Enseignante: Pascale Spicher

**Appréciation de l'experte**  
Dr. Désirée Koenig

Dans son travail, Nora Irzik présente la maladie peu connue qu'est l'ostéochondrome multiple héréditaire. Elle entremêle des explications théoriques avec son récit personnel, tout en gardant une grande objectivité. Grâce à un questionnaire en ligne, elle a récolté les témoignages de nombreuses personnes souffrant de la maladie. A travers leurs expériences et les siennes, elle pose un regard critique sur le concept de normalité et explore des pistes de l'acceptation de soi. Dans ce travail, elle a démontré sa grande soif de connaissance et sa volonté de vaincre la stigmatisation.

**Mention: très bien**

**Prix spécial Life Sciences Switzerland**  
Participation au LS2 Annual Meeting 2020

## Les conséquences de l'ostéochondrome multiple héréditaire, étude de cas

Sur 50'000 personnes en occident, une est touchée par une maladie peu connue appelée ostéochondrome multiple héréditaire ou maladie des exostoses multiples. Avec ce travail, j'ai souhaité lui donner la visibilité qui lui manque et ainsi porter à la connaissance du plus grand nombre sa description ainsi que les conséquences physiques et psychosociales qui en découlent. La pathologie est caractérisée par la croissance en nombre de tumeurs osseuses bénignes latentes, appelées exostoses ou ostéochondromes. Ce trouble squelettique induit des déformations osseuses et autres complications que seule la chirurgie est à même de soulager. Quant aux états émotionnels, chaque patient, chacun de nous n'a pas d'autre solution que de les expérimenter pour surmonter les épreuves endurées, jusqu'à l'acceptation. Cela s'appelle la résilience.

### Problématique

La croissance des tumeurs évolue en parallèle à celle de la personne malade. Cette dernière sera tôt ou tard confrontée à des souffrances tant physiques que psychologiques. Au déficit fonctionnel s'ajouteront des questions existentielles. Dès lors, les concepts éthiques de normalité et d'anormalité, les notions de rejet et d'acceptation ainsi que les relations fondamentales entre le patient et le corps médical tissent la problématique de ce travail.

### Méthodologie

Cette approche scientifique s'appuie sur la littérature et les revues médicales tirées des archives de PubMed, Google scholar mais également de celles des bibliothèques nationales. Elle est enrichie d'interviews du corps médical et, par l'intermédiaire de l'association MHE and me et sa dérivée the Bumpy Bone Club, de témoignages de personnes atteintes par la pathologie venant pour 50% des USA, 25% d'Australie, 13% de Belgique et 12% du Danemark. Elle s'articule également autour de la perception de ce qui m'habite depuis ma naissance et qui vient d'une manière contextuelle s'y ajouter.

### Résultats

Ce trouble squelettique autosomique dominant rare est caractérisé par le développement de nombreuses exostoses de tailles variables. La mutation des gènes, principalement EXT1 et EXT2, suppresseurs de tumeurs en est la cause. On parle de déficit fonctionnel en présence, par exemple, de déformations osseuses, de pertes de mobilité et de douleurs souvent mixtes. L'évolution la plus grave étant la dégénérescence maligne estimée à 1%. Le suivi médical est primordial et a un impact sur l'existence du patient qui devra aussi réussir à investir ce corps définitivement malade. Confronté aux notions de rejet et d'acceptation auxquels est inéluctablement liée la question du «pourquoi moi?», il lui faudra s'armer d'autodétermination afin de s'accepter comme il est et en sortir plus fort. Dans le sondage réalisé, 57% des personnes interrogées s'acceptent et se

sentent plus fortes. Par contre, 29% ne s'épanouissent pas dans leur vie en raison des souffrances endurées par la maladie. Les avis sont mitigés pour 14% des sondés. Paradoxalement, la totalité des interviewés penserait ne pas être la même personne sans la maladie. Mais 60% d'entre eux précisent que cette pathologie ne les définit pas et espèrent marquer les gens autrement.

### Discussion

Les témoignages recueillis corroborent les hypothèses du lien qu'il y a entre l'acceptation et le ressenti de la maladie. Plus la personne souffre, plus l'acceptation est difficile. Ensuite, le regard des autres a une influence sur l'acceptation de soi et inversement. Cependant, ce sondage a ses limites puisque seules les personnes ayant adhéré aux associations, parce qu'elles souffraient ou souhaitaient un soutien, ont pu être contactées. Nous ne connaissons ainsi pas les réflexions ni le ressenti des patients «isolés».

### Conclusions

Tout au long de ce travail, j'ai développé les conséquences de cette pathologie, caractérisée par des excroissances visibles, sur les relations sociales. Cependant, tous les témoignages, y compris mon expérience, concordent sur le fait que ces conséquences, perçues d'abord négativement, fondent une nouvelle conscience de ce qu'est la vie. Le comportement du corps médical à mon égard m'a aidé à trouver les clés pour mon épanouissement personnel et m'a permis de définir mon propre concept de ma normalité, à être en paix avec moi-même et finalement à m'accepter. Arrivée au terme de cet exposé, j'en mesure tout l'effet cathartique qui m'a permis d'extérioriser mon vécu tout en essayant de garder le maximum d'objectivité.

**Kantonsschule Reussbühl**  
Lehrer: René Israng

**Würdigung durch den Experten**  
Prof. Dr. med. Jan Plock

In seiner Arbeit hat Nedim Kozarac umfangreiche Experimente in einem innovativen Teilgebiet der Transplantationsimmunologie durchgeführt. Er untersuchte in einem in vitro Ansatz die Antwort des Immunsystems auf lokale Immunsuppression. Bemerkenswert waren der Umfang der Experimente und der hochwissenschaftliche Ansatz der Arbeit. Herzlichen Glückwunsch!

**Prädikat: sehr gut**



Nedim Kozarac, 1999 | Luzern, LU

## Immunologische Untersuchung von Rattenblut hinsichtlich Immuntoleranz nach einer Beintransplantation

In dieser Arbeit geht es darum, nach einer erfolgreichen Entwicklung eines Implantats für lokale Immunsuppression eine Immuntoleranz (Vermeidung einer Immunreaktion) in nachfolgenden Untersuchungen zu erzielen. Dabei wurden Blutproben transplantierter Rattenbeine untersucht. Das Departement für klinische Forschung in Bern hat als «Pilotprojekt» ein Hydrogel entwickelt, das Immunsystem bei Transplantationen lokal unterdrücken soll, sodass der restliche Körper nicht unter dem Immunsuppressivum leiden muss. Aufgrund biochemischer Variationen ist es nicht möglich, Transplantate am Leben zu erhalten, ohne Immunsuppressiva einzunehmen. In meiner experimentellen Untersuchung galt nun herauszufinden, ob eine Toleranz entstehen könnte und somit das Implantat nicht mehr benötigt wird. Mithilfe der Untersuchung der Proliferation von T-Zellen (T-Helferzellen, T-Killerzellen) soll dies bestimmt werden.

### Fragestellung

Das Ziel des Experiments war es, die immunologische Toleranz bei einer Lewis-Ratte mit einem In-situ-forming-Implantat der Brown-Norway-Ratte zu verursachen und zu analysieren. Die mit dem In-situ-forming-Implantat und Rapamycin behandelten Ratten, IPSI (im Bein mit dem Implantat) und contra lateral verabreichte Injektion, werden eine Toleranz aufzeigen, wenn die Proliferation regulatorischer T-Zellen auftritt. Die Experimente, die auch vom Departement für klinische Forschung verwertet, sollen eine Grundlage für weiterführende Experimente bilden, die zur Lösung des Problems von Handtransplantation, ohne Auswirkungen von Immunsuppressiva auf den Körper, führen könnte.

### Methodik

**MLR:** Die gemischte Lymphozytenreaktion, kurz MLR (eng. mixed lymphocyte reaction) ist eine Experimentart, die man in vitro durchführt, um die Reaktion und Antwort von T-Zellen gegenüber anderen MHC-Molekülen zu analysieren. Hierbei werden mononukleare Zellen von zweier Spender genommen und miteinander vermischt. Im Grunde genommen wird die Verträglichkeit untersucht. **Durchflusszytometrie:** Vor der Färbung werden die Zellen mit einem Vorwärtsstreulicht<sup>1</sup> und einem Seitwärtsstreulicht<sup>2</sup>. Mit den fluoreszierenden Farbstoffen, die an die gewünschten Rezeptoren der Zellen binden, kann man, durch Bestrahlung verschiedener Farben, detektieren. Dadurch ist man im Stande die Anzahl der vorhandenen T-Zellen zu messen, um so Aussagen über die Aktivität des Immunsystems zu treffen.

### Ergebnisse

Meiner Annahme zufolge sollte eine Toleranz bei den Ratten entstehen, die ein In-situ-forming-Implantat erhalten haben und nach einer gewissen Zeit erneut mit dem Donator in Kontakt kommen. Heisst also, dass eventuell eine Möglichkeit besteht, die Zufuhr von Rapamycin einzustellen, da der Akzeptor den Fremdkörper, also das transplantierte Hinterbein, als körpereigen akzeptiert hat. Wie man aber den Resultaten entnehmen kann, scheint dies nicht der Fall gewesen zu sein. Mit absoluter Sicherheit ist keine Toleranz entstanden. Bei der Untersuchung der T-Zellen durch CD3 war eine Pro-

liferation eindeutig sichtbar.

### Diskussion

Die Experimente wurden in vitro untersucht, das heisst in Reagenzgläsern. Als Vergleichsquelle hatte ich die Beobachtungen der In-vivo-Untersuchungen, das heisst, die Reaktionen der Ratten auf das erhaltene Transplantat. Die vorherigen Experimente wurden durchgeführt, um die Wirkungsweise des In-situ-forming-Implantats zu untersuchen, ob die gewünschte Reaktion erzielt werden kann. Da das Implantat die gewünschten Resultate gezeigt hat d.h. die Abstossung des Transplantats wurde verhindert und die Lebensspanne dieses Transplantats wurde um viele Tage verlängert. Im aktuellen Fall kann man bei den Ratten in vivo beobachten, dass nach 200 Tagen mit dem Implantat keine Abstossung erfolgt ist. Dieses Faktum wirft die Frage auf, ob eine Toleranz entstanden ist. Wenn dies der Fall ist, könnte man die Zufuhr des Rapamycin bzw. die Erneuerung des Implantats nach einer gewissen Zeit einstellen. Eine theoretische Grundlage zu diesem Fall war zur Zeit meiner Experimente noch nicht vorhanden und daher gab es auch keine Vergleichsproben. Obwohl die Ratten in vivo keine Abstossung gezeigt haben und sich tolerant mit dem Transplantat zeigen, sieht man klar in vitro, dass das Immunsystem der Akzeptor-Ratten eine Immunreaktion auslöst, was widersprüchlich ist. Wieso also sind die Ratten in vivo umgänglich mit dem Transplantat und zeigen in vitro das Gegenteil.

### Schlussfolgerungen

Zusammenfassend kann man sagen, dass deutlich keine Toleranz entstanden ist. Bei der Untersuchung war eindeutig eine Proliferation von T-Zellen vorhanden. Die Proliferation von T-Helferzellen und zytotoxischen T-Zellen sind klare Indikatoren dafür, dass keine Toleranz entstanden ist. Alle Resultate waren gleich, es gab keine Ausreisser.

1 beschreibt die Grösse einer Zelle. Je kleiner die Zelle, desto kleiner das Signal.  
2 beschreibt die Komplexität der Zelle. Höhere Anzahl von Inhalten in der Zelle liefert ein grösseres Signal bei der Auswertung.



Dominique Luder, 1999 | Buckten, BL

**Gymnasium Liestal**  
Lehrer: Peter Schocher

**Würdigung durch den Experten**  
Prof. Dr. Beat Suter

Die Arbeit untersucht, wie eine Protein-Kinase die Verdoppelung von Zentrosomen bewirkt. Zentrosomen sind Organelle, welche die Aufteilung der Chromosomen auf die Tochterzellen koordinieren. Die Forscherin hat ihre Arbeit in den wissenschaftlich relevanten Hintergrund eingebettet und zeigt in überzeugender Weise, dass zu viel von dieser Kinase zu überzähligen Zentrosomen führt. Sie hat die Fragestellung mit modernen Methoden in einem fachkundigen Labor angegangen, hat den wissenschaftlichen Wert ihrer Resultate erkannt und zeigt eine kritische Haltung gegenüber ihren Resultaten.

**Prädikat: sehr gut**

**Sonderpreis Life Sciences Switzerland**  
Teilnahme am LS2 Annual Meeting 2020

## Einfluss der PLK4-Konzentration auf die Zentrosomenduplikation

Das Zentrosom ist ein Organell tierischer Zellen und nimmt eine bedeutende Funktion im Zellzyklus und der Zellteilung ein. Es konnte gezeigt werden, dass eine Überzahl an Zentrosomen zu Krebs führt. Aufgrund dessen sind sie Gegenstand aktueller Krebsforschung. In meinen Studien untersuchte ich, wie sich das an der Zentrosomenduplikation beteiligte Protein PLK4 auf die Zentrosomenanzahl auswirkt, wo die Toleranzgrenze liegt, bevor es zu einer Überzahl an Zentrosomen kommt, und visualisierte die Auswirkungen überzähliger Zentrosomen. Dazu verwendete ich Fluoreszenzmikroskopie, Western Blot und Massenspektrometrie. Die Resultate zeigten, dass die 1,2-fache PLK4-Konzentration keine Amplifikation der Zentrosomen bedingte und auch die 9,8-fache Konzentration noch von 10 Prozent der Zellen toleriert wurde. Überzählige Zentrosomen führten dabei zu multipolaren mitotischen Spindeln. Es konnte somit gezeigt werden, dass die Zentrosomenduplikation einer strengen Regulation unterliegt und überzählige Zentrosomen gravierende Konsequenzen für die Tochterzellgeneration haben.

### Fragestellung

Bereits vor über 100 Jahren stellte man fest, dass in vielen menschlichen Tumorgeweben, so zum Beispiel bei Prostata- und Dickdarmkrebs, eine Überzahl an Zentrosomen (=Zentrosomenamplifikation) vorliegt. Mit dem heutigen Forschungsstand weiss man, dass die Zentrosomenamplifikation ausreicht, um zu Krebs zu führen. Was allerdings ungeklärt bleibt, ist die genaue Regulation dieses Zellorganells. Ziel meiner Studien war es, zu untersuchen, wie sich die Konzentration eines an der Zentrosomenduplikation beteiligten Proteins (PLK4) auf die Anzahl dieser Organelle auswirkt und wo die PLK4-Toleranzgrenze einer menschlichen Zelle liegt. Des Weiteren sollten die Auswirkungen überzähliger Zentrosomen visualisiert werden.

### Methodik

Bei den verwendeten Zellen handelte es sich um die Krebszelllinie U2OS-TREx, die mit einem Plasmid versehen wurde. Dieses Plasmid enthielt eine DNA-Sequenz, die über einen doxycyclininduzierbaren Promotor myc-PLK4 exprimiert. Die Zellen wurden in Medien mit 6 unterschiedlichen Doxycyclinkonzentrationen (0, 0,05, 0,1, 0,5, 1, 10) angesetzt. Die Auswertung erfolgte einerseits fluoreszenzmikroskopisch, wobei die Zellen mit Antikörpern behandelt und manuell gezählt wurden. Hierbei wurden auch Aufnahmen zur Visualisierung der Auswirkungen gemacht. Des Weiteren wurden ein Western Blot zur Detektion der myc-PLK4 Konzentration und eine massenspektrometrische Analyse zur Bestimmung der relativen PLK4 Konzentration durchgeführt. Die gewonnenen Daten wurden mittels Excel und R statistisch ausgewertet und auf ihre Signifikanz geprüft.

### Ergebnisse

Bei Zellen, deren Medium zusätzlich 0,5 ng/mL oder mehr Doxycyclin enthielt, konnte fluoreszenzmikroskopisch eine Zentrosomenamplifikation in 30 Prozent der Zellen evaluiert werden. Ebenso zeig-

ten die massenspektrometrischen Messungen eine 9,8x erhöhte PLK4-Konzentration und im Western Blot konnte ab dieser Induktionskondition ein myc-PLK4-Signal detektiert werden. Senkte man die Doxycyclinkonzentration (0,1 ng/mL) war die PLK4-Konzentration 1,2x, aber es kam zu keiner Zentrosomenamplifikation. Erhöhte man die Doxycyclinkonzentration (1 ng/mL, 10 ng/mL), stieg die PLK4-Konzentration weiter an. Die Zahl der zentrosomenamplifizierten Zellen näherte sich jedoch ab 1 ng/mL Doxycyclin einem Maximum (40 %). Sämtliche der genannten Ergebnisse waren statistisch signifikant. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass überzählige Zentrosomen zu multipolaren mitotischen Spindeln führen.

### Diskussion

Es konnte aufgezeigt werden, dass erhöhte PLK-Konzentrationen zu Zentrosomenamplifikation führen. Die PLK4-Toleranzgrenze lag dabei im Bereich zwischen 1,2 bis 9,8x der endogenen Konzentration. Für eine genauere Aussage müssten weitere Experimente im Bereich zwischen 0,1 und 0,5 ng/mL Doxycyclinkonzentration durchgeführt werden. Die quantitativen Ergebnisse sind allenfalls zelllinienspezifisch (U2OS-TREx) und könnten in anderen Zelllinien variieren. Negative Auswirkungen von Zentrosomenamplifikation auf die Zellteilung konnten gezeigt werden.

### Schlussfolgerungen

Die Tatsache, dass unter 1,2x erhöhter PLK4-Konzentration keine und unter 10x erhöhter Konzentration nicht maximal viele Zellen eine Zentrosomenamplifikation aufzeigten, impliziert eine starke Kontrolle der Zentrosomenduplikation zur Prävention einer Amplifikation. Weshalb diese starke Regulation notwendig ist, konnte durch Visualisierung der mitotischen Spindeln in Zellen mit Zentrosomenamplifikation gezeigt werden: Überzählige Zentrosomen führen zu multipolaren Spindeln, was zu Mutationen und dadurch zu Krebs führen kann.

**Liceo di Lugano 2**  
Docente: Gianmarco Zenoni

**Valutazione del lavoro espressa dall'esperto**  
Prof. Dr. Raffaele Tabacchi

I materiali sintetici destinati alla rigenerazione delle cartilagini rivestono grande interesse per l'ortopedia. Dopo la formazione di scaffolds in polycaprolattone di spessore definito si sono effettuate diverse modifiche strutturali e trattamenti della superficie per adattarla all'adesione cellulare. Due tipi di cellule sono stati messi in coltura sui diversi scaffold. Alcuni possiedono una buona affinità comprovata dopo 6 giorni di coltura da una proliferazione importante. I risultati ottenuti confermano l'idoneità del materiale utilizzato per la rigenerazione di cartilagini.

**Menzione: eccellente**

**Premio speciale Weizmann Institut of Science**  
International Summer Science Institute



Marta Marangoni, 1999 | Lugano, TI

## Rigenerazione di cartilagini mediante scaffold polimerici

The repair of cartilage in today's orthopedics is still entrusted, most of the time, to extremely invasive operations and mechanical implants causing rejection, infection and much pain to those who undergo these operations, not to mention the long period of rehabilitation. In my research, I developed different planar and porous implants made of polycaprolactone on which to deposit stem cells and let them grow, thus stimulating their reproduction. Thanks to specific growth factors and the formation of cartilaginous tissue through the use of precursor cells of lipid origins, these cells can be diversified using specific techniques. The objective of this research is to form ex vivo cartilage using stem cells from the same person. The subsequent implantation would avoid rejection, as it would be a transplant of autologous cartilage.

### Introduction

The project takes place in the field of regenerative medicine, more precisely in cartilage regeneration. There were three main objectives. The first one was the manufacture of planar scaffolds made of polycaprolactone. The second predetermined objective was the realization of this scaffold on several levels, either with overlapping layers of polycaprolactone or by adding a middle layer in polylactic acid in order to increase the mechanical resistance. The final - very important - objective was to observe the cells' affinity and adhesion to the material. This was done by testing the scaffold in a cell culture to see if the cells would have adhered and to verify their growth, comparing all the typologies of scaffolds and selecting the best candidates for a cartilage formation.

### Methods

For the realization of this project, I used polycaprolactone (PCL) for the scaffold itself, NaCl or Glucose as porogen, and dichloromethane to shape the material. I prepared 16 different types of scaffolds, changing small variables each time (type, amount of porogen and thickness). These materials were washed and left in NaOH for 24 hours. At the end of this procedure, the scaffolds are ready for the last step: the in-vitro culture, with cells from an immortalized line of lipid mesenchymal cells. Each scaffold was tested with two different types of coating to verify which one was the best. The last step of the project consisted in analyzing the laboratory data and drawing the conclusion.

### Results

After 6 days of culture, the test was interrupted, photos were taken and cells counted. I observed that some scaffolds were really good, especially those that were treated with Pronectin-F (as coating). In some cases, scaffolds treated with collagen even showed a decrease of the number of cells. The three best scaffolds tested showed almost a triplication of cell numbers in 6 days (from 30'000 to 90'000). The conditions of these three were the following: 1) 0.2mm thickness, 5% porogen NaCl; 2) 0.8mm thickness, 1% porogen glucose; 3) 1.0mm thickness, 1% porogen glucose. To confirm these

first results, I did another test. Some variables were changed, such as the type of cells that were primary human stem cells, and also the coating, using Fibronectin. At the end, this test showed that the first scaffold duplicated the number of cells, while the others led to a complete decrease until total death.

### Discussion

Based only on the first cell culture, we could say that the material is normally well accepted by cells. The conditions in which they were tested were the right ones to stimulate their proliferation and their growth. Pronectin-F, being a human, natural molecule (but in fact synthetic), is probably more compatible with the cell system than pig collagen, which could explain the better results. We cannot say precisely why the aforementioned conditions were better, but we can say that the combination of different factors can actually influence the growth of cells. If we consider the second analysis, based only on the three best results, we can see that only one scaffold can be interesting. However, for each material analyzed, we observed that during the first two days, in each cockpit, cells attached to the material and started growing. Comparing the two analyses, we have to consider that some parameters changed and this can influence the culture conditions. In fact, the use of another cell type, the different experimental procedure and also the nature of the coating could be the reason for the defeat of cells.

### Conclusions

In conclusion, we can say that the scaffolds are well accepted under certain conditions. If we change these conditions, the experimental procedure should be reconsidered and optimized. More experiments should be conducted, changing the parameters until the best ones for the different types of cells are found. My results confirm that a general, universal procedure probably doesn't exist. However, the goals that I had set for this project were achieved. My results are promising. New and original scaffolds were created. Some of them showed good affinity and growing capacity for human stem cells.



Mira Maranta, 2001 | Sursee, LU

**Kantonsschule Sursee**  
Lehrer: Christoph Isenegger

**Würdigung durch den Experten**  
Prof. Dr. med. Jan Plock

In ihrer Arbeit hat Frau Mira Miranta komplexe und umfangreiche Experimente in einem innovativen Teilgebiet der Transplantationsimmunologie durchgeführt. Sie untersuchte den Einfluss von Lymphknotenstromazellen auf die Immunantwort in einem in vitro Ansatz. Beeindruckend war die wissenschaftlich korrekte und gleichzeitig nicht nur für den Experten verständliche und saubere Darstellung der Arbeit. Herzlichen Glückwunsch!

**Prädikat: gut**

### Ausgewählte Experimente zur Rolle der Lymphknotenstromazellen bei der Abstoßung von Handtransplantationen

Eine Handtransplantation gehört zu den riskantesten Transplantationstypen überhaupt. Durch die grosse Gewebheterogenität findet eine extrem starke Abstoßungsreaktion statt. Da momentan die Risiken einer Handtransplantation noch extrem hoch sind, werden Handtransplantationen sehr selten durchgeführt. In meiner Arbeit geht es um einen neuen Forschungsansatz zu dieser Problematik. Das Ziel dieser Arbeit war, die spezifische Rolle der Lymphknotenstromazellen (LNSC) von Spender und Empfänger eines Handtransplantats auf dessen Abstoßung zu untersuchen. Dafür habe ich die Methode der gemischten Lymphozytenreaktion angewandt und mit Rattenzellen im Labor gearbeitet. Die Resultate zeigen, dass die LNSC vom Spender eine deutlich hemmende Wirkung auf die Abstoßung hat. Die Experimente müssen jedoch mehrmals wiederholt werden und in vivo an den Tieren bestätigt werden, um eine definitiv gültige Aussage über die Rolle der LNSC zu machen.

#### Fragestellung

Die Risiken einer Handtransplantation sind extrem hoch, unter anderem wegen der starken Abstoßungsreaktion. An der Abstoßung eines Transplantats sind vor allem das Immunsystem aber auch das Lymphsystem beteiligt. Die Lymphknotenstromazellen (LNSC) sind Zellen, die in den Lymphknoten liegen. Deshalb ist es sehr wahrscheinlich, dass die LNSC die Abstoßung auf positive oder negative Weise beeinflussen. Jedoch wurde die Wirkung der LNSC auf die Abstoßung von Handtransplantate bislang noch nicht erforscht. Das Ziel dieser Arbeit war, die spezifische Rolle der LNSC vom Spender und Empfänger eines Handtransplantats zu untersuchen.

#### Methodik

Zur Untersuchung der LNSC wurden verschiedene gemischte Lymphozytenreaktionen (MLR) durchgeführt. Die Experimente wurden in vitro mit Rattenzellen gemacht. Die Zellen des einen Rattentyps stellten dabei die Spenderzellen (Stimulatorzellen) dar und die Zellen des anderen Rattentyps die Empfängerzellen (Reaktorzellen). In einer MLR wird die Situation einer Transplantation im Labor simuliert. Dabei werden Spender- und Empfängerzellen zusammen kultiviert sodass sie wie bei einer echten Transplantation aufeinander reagieren. Bei dieser spezifischen Forschung wurden zusätzlich die LNSC vom Empfänger und vom Spender in der MLR kultiviert. Je mehr die Empfängerzellen nach der MLR proliferiert haben, desto heftiger hat die Abstoßungsreaktion stattgefunden. Die Proliferation der Empfängerzellen werden mit dem Proliferationsindex angegeben.

#### Ergebnisse

Es wurden insgesamt vier verschiedene Experimente mit den LNSC durchgeführt. Zusätzlich wurde immer eine Kontrolle gemacht, bei der keine LNSC in der MLR anwesend waren und die einen Referenzwert für die Auswertung gibt. Der ausschlaggebende Parameter für

die Resultate ist der Proliferationsindex. Je höher die Zellproliferation (und dementsprechend auch der Proliferationsindex) ist, desto stärker hat die Abstoßung stattgefunden. Bei der MLR mit den LNSC des Spenders lag der Proliferationsindex bei 1.7, was im Vergleich zu der Kontrolle, wo der Proliferationsindex bei 2.5 lag, eine deutliche Senkung ist. Der Proliferationsindex der MLR mit den LNSC des Empfängers lag zwar bei 3, was im Vergleich zu der Kontrolle eine stärkere Abstoßung bedeutet.

#### Diskussion

Die Methode der MLR eignet sich sehr gut, um diese Untersuchungen durchzuführen, denn sie ist sehr realitätsbezogen und stellt die Situation einer Transplantation auch im Labor gut dar. Meine Experimente haben gezeigt, dass die LNSC des Spenders die Abstoßungsreaktion positiv beeinflussen kann, denn der Proliferationsindex ist dort deutlich gesunken. Die LNSC des Empfängers hingegen könnten sogar negative Auswirkungen auf die Abstoßung haben, denn dort ist die Proliferation sogar leicht angestiegen. Jedoch sind diese Resultate noch nicht repräsentativ, da die ausgewertete Datenmenge zu klein ist, um mit Wirkung der LNSC mit Sicherheit zu definieren.

#### Schlussfolgerungen

Jedoch sind die gewonnenen Erkenntnisse sehr wichtig für die weitere Forschung, denn auf diesen Grundlagen kann jetzt aufgebaut werden. Zuerst müssen weitere in vitro Experimente durchgeführt werden wo einzelne Parameter optimiert werden. Dann müssen die Resultate an Rattenversuchen bestätigt werden. Die neue Methodik zur Minimierung der Abstoßung kann dann mit schon vorhandenen Methoden, wie beispielsweise der lokalen Immunsuppression, zusammengesetzt werden um so die Abstoßung so gut wie möglich zu vermindern.

**Gymnasium Liestal**  
Lehrerin: Clare Jurdiu-Jackson

**Würdigung durch den Experten**  
Dr. Stefan Indergard

Michal Remen präsentiert eine randomisierte Interventionsstudie mit 20 Gymnasiasten zum Thema Auswirkung von Stress auf das Kurzzeitgedächtnis. Er misst sowohl biochemische als auch neuropsychologische Parameter eines aufwendigen sozialen Stress-Tests. Die Arbeit überzeugt durch die sorgfältige Planung und selbständige Umsetzung eines logistisch und methodisch aufwendigen Studiendesings. Der Autor fällt sowohl durch seine Begeisterung für die moderne Stressforschung auf, als auch durch eine präzise Sprache und eine selbstkritische Zurückhaltung bei der Interpretation der Resultate.

**Prädikat: sehr gut**



Michal Remen, 1999 | Bubendorf, BL

### Effects of Acute Stress on Salivary Cortisol Levels and Short term Memory Performance in Healthy Students

The interactions between stress hormones and cognition are a very complex field and the subject of ongoing research. The aim of this project was to determine the extent of the effects of stress, as induced by the Trier social stress test (TSST), on salivary cortisol (SC) levels and short-term memory (STM) performance in students aged 16–18. Half of the subjects were exposed to stress (TSST), while the other half were not. Consequently, both groups underwent a STM test. Results of SC values and STM performance were analyzed. The results show that SC levels measured post-stress increased 2.5-fold as compared to pre-stress levels ( $p < 0.01$ ). No significant changes were detected for subjects not exposed to stress. The stress group recalled emotionally linked words better by 6% ( $p < 0.01$ ), while there was no significant difference in recall of neutral words between the two groups. In conclusion, stress, as induced by the TSST, increased SC concentration and improved the recall of emotionally linked words but did not significantly affect overall STM capacity.

#### Introduction

Memory and stress are complex parts of human physiology. The aim of this project is to contribute to research by studying the effects of the stress hormone cortisol on cognition. The specific research questions are the following: To what extent does stress affect salivary cortisol (SC) levels in students aged 16–18? How does the induced stress modulate short-term memory (STM) performance?

#### Methods

A trial was designed with 20 subjects who agreed to participate in this experiment. Subjects were randomized into two groups. Half of them were exposed to additional stress with the TSST (Group A,  $n=9$ ), while the other half was left in a neutral environment (Group B,  $n=8$ ). Afterwards, at the same time point (TP), all subjects underwent a STM test. SC was collected prior to the trial day (1), at the beginning of the trial (2), after the stress of group A (3) and after the STM test (4). The TSST is a protocol that aims to induce stress. In front of a committee, subjects have to give an unprepared speech, perform mental arithmetic operations and put their hand into a terrarium with unknown content. The members of the committee are instructed to give no emotional feedback and act in an authoritative manner. The STM test lasted 11 minutes and consisted of 9 different tasks. The tasks were designed to test visual and phonological STM for neutral and emotionally linked content. The salivary samples were analyzed using an ELISA.

#### Results

In group A, SC levels did not vary between TPs 1 and 2. However, there was a rise of 0.46  $\mu\text{g/dL}$  from  $\text{g/dL}$  from TP 2 to TP 3 (after TSST exposure) within group A ( $p < 0.01$ ). No fluctuations were observed in group B across TPs 1–4. There were no significant differences at the first two TPs between the groups. SC levels in group A were 2.5 times higher after TSS exposure (TP 3) as compared to group B ( $p=0.009$ ).

After the STM test, group A showed 2.6 times higher SC levels than group B ( $p=0.01$ ). STM performance between group A and group B was compared. 2 tasks show that group A was better by 6% at recalling emotionally linked words ( $p=0.01$ ), while there was no difference for neutral words. 3 tasks suggest better STM performance of group A ( $p < 0.1$ ), while 3 different tasks show no differences between the groups.

#### Discussion

As SC levels did not vary across TPs 1 and 2, we can conclude a successful randomization. Secondly, no anticipatory stress was added by the trial setting itself, as there is no elevation. Consequently, it can be concluded that the rise in cortisol in group A between TP 2 and 3 can be traced back to the stress induced by the TSST. We can only hypothesize why interindividual variability appeared, as no data was collected to draw conclusions. It may be due to gender, state of the menstrual cycle, individual stress perception, HPA axis sensitivity and differences in circadian states and rhythms of the subjects. An interesting expansion would be to compare the subjects' subjective stress perception with the SC levels. Data suggests better STM performance of group A. No clear conclusion can be drawn here due to the small population. The recall of emotionally linked words however seems to be influenced positively by cortisol. Further analyses are needed to expand and prove these findings.

#### Conclusions

Acute stress, as induced by TSST, increases salivary cortisol in healthy students. Results suggest a positive modulation of STM by cortisol, especially for emotionally linked content. However, no significant association between acute stress exposition and overall STM capacity was found.



Livia Strasser, 1999 | Gossau, SG

### Kantonsschule am Burggraben

Lehrer: Henrik Schmidt

### Würdigung durch die Expertin

Dr. Annette Rösner

Livia Strasser hat sich mit den Lernbedingungen im schulischen Umfeld auseinandergesetzt. Ihre Studie zeichnet sich besonders dadurch aus, dass sie mit hohem Einsatz der Autorin im laufenden Schulalltag durchgeführt wurde. Frau Strasser konnte zeigen, dass die Konzentrationsleistung von Schülerinnen und Schülern bei schlechter Raumluft deutlich absinkt. Aus den Ergebnissen können unmittelbar sinnvolle Handlungsanweisungen für die Lüftung von Schulzimmern abgeleitet werden. Diese Arbeit kann somit einen wichtigen Beitrag für die Verbesserung der Lernbedingungen an Schulen leisten.

Prädikat: sehr gut

## Luft in den Schulzimmer - Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit der Schüler und Schülerinnen

In Schulräumen, die durch natürliche Lüftung versorgt sind, steigt der Kohlenstoffdioxid-Gehalt der Luft durch den Stoffwechsel des Menschen an. Als Luftqualitätsparameter ist das Kohlenstoffdioxid ein Indikator für den Luftzustand in Schulzimmern und sollte nicht über den Leitwert von 1'000 ppm ansteigen. Meist werden während alltäglicher Lektionen keine regelmässigen Lüftungen der Zimmer vorgenommen; so nimmt die Luftqualität mit CO<sub>2</sub>-Werten von bis zu 3'000 ppm stark ab. Testpersonen lösten in Räumen mit verschiedenen natürlich erzeugten CO<sub>2</sub>-Werten Konzentrationsbögen, um ihr Leistungsoptimum in der kontrollierten Umgebung festsetzen zu können. Es zeigte sich, dass ein zu hoher CO<sub>2</sub>-Gehalt eine Beeinträchtigung der Konzentrationsfähigkeit hervorruft. Schülerinnen und Schüler konnten sich bei niedrigen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen besser konzentrieren als in Räumen mit erhöhten Werten. Durch Querlüftungen sollten die Schulzimmer zu günstigen Zeiten so gelüftet werden, dass ein möglichst vollständiger Austausch der Innen- und Aussenluft im ganzen Raum stattfindet. Zur Überwachung und Kontrolle der Kohlenstoffdioxid-Werte in einem Raum können spezifische Sensoren genaue Daten aufzeichnen und als Wegweiser für Lehrpersonen und Lernende fungieren. Die Aufmerksamkeit sollte verstärkt auf das Lüften der Schulzimmer und die damit verbundenen Steigerung der Luftqualität gelegt werden.

### Fragestellung

Die vorliegende Maturaarbeit beschäftigt sich mit dem Einfluss hoher CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Schulräumen auf die Konzentrationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler. Mithilfe strukturierter Untersuchungen an der Kantonsschule am Burggraben sollen die Werte der Luftqualität repräsentiert durch Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Raumtemperatur, mit den Leitwerten für CO<sub>2</sub> 1'000 ppm und Raumtemperatur 23 °C verglichen werden. Darüber hinaus sollen Überschreitungen der Leitwerte des Kohlenstoffdioxids hinsichtlich ihres Einflusses auf die Konzentrationsfähigkeit der sich im Raum befindenden Probanden und Probandinnen bewertet werden.

### Methodik

Im Rahmen der Arbeit wurden zehn Schulklassen der ersten gymnasialen Stufe in Test- und Referenzgruppen eingeteilt. Die Testgruppen lösten bei hohem Kohlendioxid-Anteil (>1'500 ppm) der Luft in geschlossenen Schulzimmern einen standardisierten «pq»-Konzentrationsstest. Die Referenzgruppen wurden mit dem identischen Test und gleichbleibender Zeit von 13 Minuten bei niedrigem CO<sub>2</sub>-Wert von 400 ppm beauftragt. Während der Untersuchungsphasen wurden durch ein Infrarot-Spektrometer der CO<sub>2</sub>-Gehalt und die Temperatur festgehalten. Als Indiz für die Konzentrationsleistung, die die Testpersonen erreicht haben, wurden die Fehlerquoten der einzelnen Konzentrationsstest evaluiert.

### Ergebnisse

Aus den festgehaltenen Werten lässt sich eine Überschreitung des Kohlendioxidanteils in der Innraumluft über 1'000 ppm bestätigen. In den Schulzimmern konnten innerhalb einer Lektion von 43 Minuten Werte von bis zu 3'500 ppm festgehalten werden. Es können bei höheren CO<sub>2</sub>-Anteilen höhere Fehlerquoten der Konzentrationsstest

erkannt werden. Es kristallisiert sich ein linearer Zusammenhang zwischen der Kohlenstoffdioxid-Konzentration und der Konzentrationsfähigkeit von Schülerinnen und Schülern heraus.

### Diskussion

Die Methodik dieser Arbeit war durch Instanzen des Schulalltags geprägt und konnte deshalb nur in gewissen Grenzen nach exakten wissenschaftlichen Kriterien durchgeführt werden. Dennoch konnte eine Korrelation zwischen dem Kohlendioxidanteil in der Innraumluft und der Konzentrationsfähigkeit gezeigt werden. Durchaus darf hinterfragt werden, ob nicht alle Probanden und Probandinnen bei hoher und bei niedriger CO<sub>2</sub>-Exponierung auf ihre Konzentrationsleistung hätten geprüft werden sollen und ob der Datensatz der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen ausreichend war. Die angewendete Methode wurde aber in erste Linie gewählt, um einer Arbeit auf der verlangten Stufe gerecht zu werden und diese nicht zu übersteigen. Es konnte festgestellt werden, dass Schülerinnen und Schüler durch unzureichendes Lüften von Schulräumen während des Aufenthalts in ihrer Konzentration beeinträchtigt werden.

### Schlussfolgerungen

Durch unzureichendes Lüften steigt die Kohlenstoffdioxidgehalt über den Leitwert von 1'000ppm an und hindert Personen im Raum ihr geistiges Konzentrationsoptimum abzuruft. Es muss grosser Wert auf ausreichendes Lüften von Räumen gelegt werden, damit ein regelmässiger Austausch der Innraumluft und damit eine Verbesserung der Luftqualität stattfindet. An der Kantonsschule am Burggraben wurde auf von CO<sub>2</sub>-Sensoren gesetzt, welche Angaben zur Luftqualität während den Lektionen bieten und damit die Regelung für den Luftaustausch in den Schulräumen unterstützen.

### Gymnasium Liestal

Lehrerin: Clare Jurdiu-Jackson

### Würdigung durch den Experten

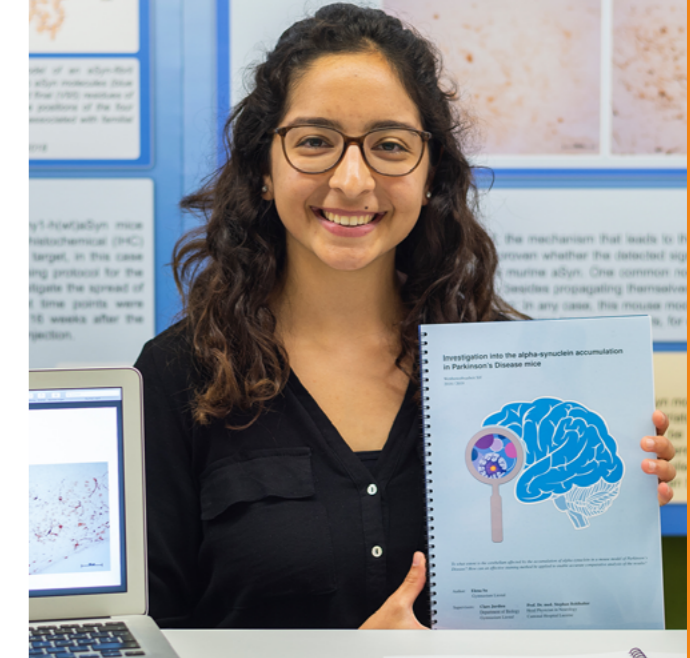
Prof. Dr. Stephan Bohlhalter

Elena Su konnte in einer kontrollierten immunohistochemischen Studie zeigen, dass die Injektion von humanem Alpha-Synuclein (aSyn) ins Striatum bei einem transgenen Mausmodell für Parkinson zu einer zeitabhängigen Ausbreitung der aSyn Pathologie ins Kleinhirn führte. Dabei scheinen die injizierte aSyn Fibrillen nicht nur neural weiter transportiert zu werden, sondern auch endogenes aSyn zu rekrutieren. Die Befunde lassen darauf schliessen, dass die Propagation der aSyn Pathologie bei Parkinson über prion-ähnliche Mechanismen erfolgt und das Kleinhirn stärker einbezieht als bisher angenommen.

Prädikat: hervorragend

Sonderpreis Metrohm

Stockholm International Youth Science Seminar (SIYSS 2019)



Elena Su, 1999 | Liestal, BL

## Investigation into the alpha-synuclein accumulation in Parkinson's Disease mice

This thesis aimed to clarify to what extent the cerebellum is affected by the accumulation of the protein alpha-synuclein (aSyn) in a specific transgenic mouse model of PD called Thy1-h(wt)aSyn. These mice were injected with human aSyn fibrils in the striatum, and multiple sections of their brains were stained based on an immunohistochemical protocol. To investigate the spread of the aSyn pathology within the cerebellum, the sections from two different time points were compared. It was observed that the intensity, shape and distribution of the aSyn immunoreactive staining patterns in the cerebellar sections changed in a time-dependent fashion. This study thus found, for the first time, that the cerebellum of the Thy1-h(wt)aSyn mouse model is also affected by the accumulation of aSyn. Although the cerebellum can be considered a candidate for future investigation in PD research, the bottom line is that the most crucial challenge still revolves around translating the results obtained in this specific mouse model of PD to the human brain.

### Introduction

Parkinson's Disease (PD) is the second most common neurodegenerative disorder. One major pathological hallmark of PD is the presence of intraneuronal inclusions of the protein alpha-synuclein (aSyn) in a misfolded and potentially toxic conformation. To some extent, one specific mouse model called Thy1-h(wt)aSyn recapitulates the formation of such aSyn inclusions in various brain regions. This thesis aimed to contribute to ongoing efforts in PD research by clarifying how far the cerebellum is affected by the accumulation of aSyn in that mouse model. Previous studies with other mouse models have already demonstrated that the intracerebral injection of recombinant aSyn fibrils induces endogenous aSyn to misfold, accumulate and spread within the brain. Subsequently, it was hypothesized that an aSyn injection would also induce an aSyn pathology in the Thy1-h(wt)aSyn mouse model and that this pathology would propagate to various brain regions, including the cerebellum.

### Methods

In collaboration with a research group at Roche Basel, multiple sections from Thy1-h(wt)aSyn mice injected with human aSyn fibrils in the striatum were stained based on an immunohistochemical (IHC) protocol. IHC is a staining method performed on tissue samples to detect a specific target, in this case aSyn, with antibodies. Three pilot studies were conducted to optimize the ideal staining protocol for the given mouse model to ensure that a majority of the target antigen is detected. To investigate the spread of a potential aSyn pathology within the cerebellum, the sections from two different time points were compared. The early time point subcohort consisted of brains that were collected 16 weeks after the injection, while the late time point subcohort included brains harvested 28 weeks post-injection.

### Results

Within the cerebellar sections, aSyn immunoreactivity was mainly

found in the deep cerebellar nuclei – that is, the anatomical and functional center of the cerebellum – of all analyzed aSyn-injected mice, while no specific signals were detected in non-aSyn-injected mice, hence indicating that the accumulation of aSyn was due to the injection. Additionally, the comparison of the early and late time point sections suggests that the intensity, shape and distribution of the aSyn immunoreactive staining patterns in the cerebellar sections change in a time-dependent fashion. In the late-time-point sections, the intracellular aSyn features are more intense, differently shaped and more widespread. In conclusion, both hypotheses could be confirmed, as the data generated demonstrates that the injection of recombinant aSyn into the striatum induces an aSyn pathology, which spreads within the brain and also affects the cerebellum.

### Discussion

Although both hypotheses could be confirmed, the mechanism that leads to the propagation of the aSyn pathology remains unknown and it could not be proven that the detected signal patterns only consist of the injected fibrils rather than also of endogenous murine aSyn. One common notion, the prion-like hypothesis, suggests that the aSyn inclusions – besides propagating themselves – could act as a template to induce additional pathology in not yet affected aSyn. In any case, this mouse model of PD may be helpful in exploring the potential role of cerebellar pathology causing tremor in patients, for example.

### Conclusions

This study found, for the first time, that the cerebellum of the Thy1-h(wt)aSyn mouse model is also affected by the accumulation of aSyn after injecting human aSyn fibrils into the striatum. However, additional studies including a quantification of the detected features would have to be conducted to support these findings with statistical evidence.



Florence Suter, 1999 | Reichenburg, SZ

**Kantonsschule Ausserschwyz**  
Lehrerin: Karin Thiele

**Würdigung durch den Experten**  
Dr. Thomas Thurnheer

Florence Suter zeigt mit einer mikrobiologischen Testmethode die Wirksamkeit von Zahnpasta, welche das anionische Tensid Natrium lauryl sulfate enthält, gegenüber verschiedenen Mikroorganismen im Vergleich zu einem Wirkstoff mit bekannter antibakterieller Aktivität. Besondere Anerkennung verdienen die (unter Anleitung) selbst hergestellte Zahnpasta und die hohe Qualität der eigenständig und akkurat durchgeführten Hemmhoftests zur Bestimmung der antimikrobiellen Wirksamkeit des Tensids. Diese Arbeit besticht auch durch den sauber strukturierten, wissenschaftlichen Bericht.

**Prädikat: sehr gut**

## Zahnpasta - Wahrlich ein Bakterienkiller? Eine Untersuchung der antimikrobiellen Wirkung von Natrium Lauryl Sulfate

Das Zähneputzen hat sich als alltägliche Prozedur etabliert. Viele Zahnpasten enthalten Bestandteile, die Mikroben, die sich besonders nach dem Essen vermehrt haben, angreifen. Das Ziel dieser Arbeit ist, Natriumlaurylsulfat (engl.: sodium lauryl sulfate [SLS]), ein anionisches Tensid und Inhaltsstoff schäumender Kosmetik- und Pflegeprodukte wie Zahnpasten, bezüglich antimikrobieller Wirkung zu testen. Dies wurde mit Hemmhoftests mit drei verschiedenen apathogenen Mikroorganismen durchgeführt, nämlich mit dem grampositiven Bakterium *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*), dem gramnegativen *Escherichia coli* (*E. coli*) und der Hefe *Saccharomyces cerevisiae* (*Bäckerhefe*). Die Wirkung von SLS wurde in zwei verschiedenen Medien, nämlich einer selbst hergestellten Zahnpasta und einer wässrigen Lösung, untersucht. Als positive Kontrolle diente Cetylpyridiniumchlorid (CPC), ein kationisches Tensid mit bekannter antimikrobieller Wirkung. Die stärkste Hemmung sowohl als Zahnpasta als auch in wässriger Lösung zeigte SLS auf das Wachstum des grampositiven *S. thermophilus*, gefolgt von der Hefe. Der gramnegative Keim *E. coli* hingegen wurde nicht gehemmt! Dies ist möglicherweise auf die unterschiedliche Zellwandstruktur zurückzuführen.

### Fragestellung

Das Tensid SLS ist vor allem für die Bildung des Schaums verantwortlich. Es ist allerdings umstritten, ob SLS auch andere Einflüsse auf die Umgebung, zum Beispiel eine antibiotische Wirkung, entfalten kann. Drei Fragestellungen sollten mithilfe der durchgeführten Versuche beantwortet werden. Die wichtigste Frage lautete: Kann eine antimikrobielle Wirkung festgestellt werden? Ab welchen Konzentrationen wirken SLS und CPC antibakteriell und welche Konzentration zeigt die grösste Hemmung? Die nächste Frage bezog sich auf die Reaktionen der Versuchsorganismen. Diese Fragestellung war direkt von der ersten abhängig, denn wenn SLS keine Wirkung zeigte, würden keine Hemmhöfe entstehen. Die dritte Frage sollte zeigen, ob sich die Wirkungen der beiden Medien unterschieden.

### Methodik

Die Methode der Hemmhoftests ist eine gute Option zur Beantwortung der Fragestellungen. Dabei werden Agarplatten mit der Suspension der Keime beimpft. Die zu testenden Substanzen werden auf die Agarplatte gegeben und nach dreitägiger Inkubation soll eine sichtbare Kreisfläche um die zu untersuchende Substanz erkennbar sein, falls diese keimhemmend wirkt. Der Bereich, in dem keine Keime gewachsen sind, heisst Hemmhof. Je grösser der Durchmesser ist, desto keimhemmender ist die Testsubstanz.

### Ergebnisse

Der grösste Hemmhofdurchmesser hatte eine Länge von 44 Millimeter bei 2 Prozent SLS in der Zahnpasta. Die Substanz hemmte hier den grampositiven Mikroorganismus *S. thermophilus*. Auch die *Bäckerhefe* wurde durch SLS gehemmt, interessanterweise aber nicht der gramnegative Keim *E. coli*; dieser zeigte keine Reaktion auf SLS. Beim Vergleich der Resultate der Zahnpasta und der wässrigen Lösung konnten einige Unterschiede festgestellt werden.

Die Wirkung der Zahnpasta war, trotz derselben Konzentration, oft intensiver als die Wirkung der aquatisierten Substanz. Zum Beispiel ergab der Versuch mit 1 Prozent SLS als Testsubstanz bei der aquatisierten Substanz einen Hemmhofdurchmesser von knapp 22 Millimetern und derselbe Konzentrationsgehalt des anionischen Tensids einen Durchmesser von 38 Millimetern.

### Diskussion

Überraschenderweise wurde bereits bei einer Konzentration von 1 Prozent SLS eine Hemmung festgestellt, weshalb im Anschluss eine zweite Versuchsreihe durchgeführt wurde, um die Hemmkapazität von SLS in noch niedrigeren Konzentrationen zu untersuchen. Die Resistenz des gramnegativen Keims ist möglicherweise auf den Aufbau seiner Zellwand zurückzuführen. Da die anderen Zutaten der Zahnpasta keine antimikrobielle Wirkung aufwiesen, wurde davon ausgegangen, dass die antimikrobielle Wirkung der Testsubstanzen in diesem Medium nicht anders ist als im Medium der Flüssigkeit. An den Resultaten erkennt man jedoch, dass die Wirkung nicht gleich ist. Die dritte Fragestellung war deswegen ebenfalls relevant.

### Schlussfolgerungen

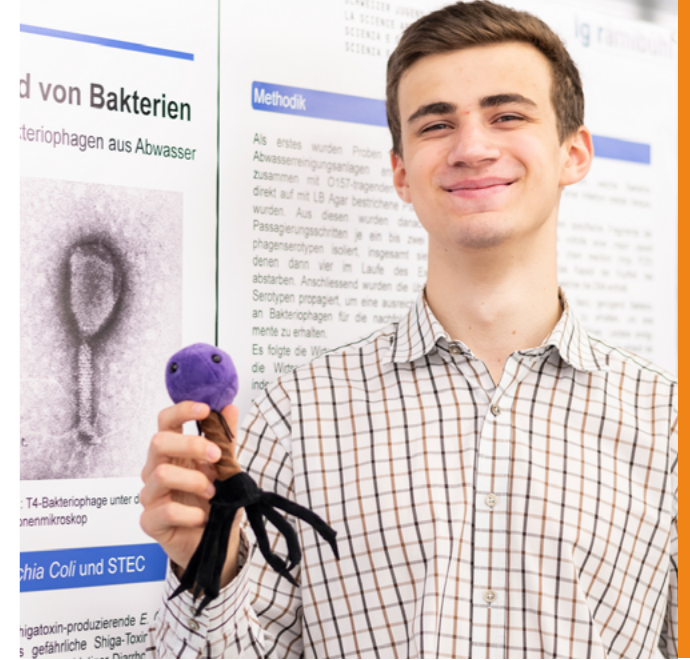
SLS weist eine antimikrobielle Wirkung auf, wobei das anionische Tensid sowohl in der Zahnpasta als auch in einer aquatisierten Lösung eine antibiotische Wirkung zeigen kann. Es wäre interessant, dieselben Versuche mit weiteren Mikroorganismen durchzuführen, um herauszufinden, ob beispielsweise andere gramnegative Bakterien dieselbe Reaktion wie *E. coli* zeigen würden. Ein anderer interessanter Aspekt wäre die Untersuchung der Wirkung von SLS in «Kooperation» mit anderen Substanzen, zum Beispiel die gemeinsame Wirkung von CPC und SLS.

**Rämibühl-Literargymnasium**  
Lehrer: Beda Brun del Re

**Würdigung durch den Experten**  
Prof. Dominique Belin

Die Arbeit konzentriert sich auf die Isolierung spezifischer Phagen eines pathogenen *E. coli*-Stammes aus dem Abwasser. Die Phagentherapie wird ausführlich beschrieben. Deren Fähigkeit, verschiedene Bakterienstämme zu infizieren werden dokumentiert, sowie eine molekulare Charakterisierung ihrer Genome. Die Zeit erlaubte es zwar nicht, in den experimentellen Teil einzutauchen, aber die Tiefe der Literaturrecherche und die Präzision, mit der die Manipulationen beschrieben werden, sind bemerkenswert und würdig dessen, was man eher von einem Bachelor-Studenten als von einem Schüler erwarten würde.

**Prädikat: sehr gut**



Gregor Wettach, 2001 | Zürich, ZH

## Identifizieren und Charakterisieren von O157-E.Coli-Bakteriophagen in Abwasser

Gemäss Schätzungen sterben europaweit jährlich circa 33'000 Menschen an schweren Infektionen durch antibiotikaresistente Bakterien, 9'000 davon wegen *Escherichia coli*. Gegen solche Bakterien werden zurzeit intensiv neue Lösungen gesucht. Einer dieser Ansätze ist die Therapie mit einer speziellen Virengruppe, den Bakteriophagen, die Bakterien vernichten. Es wurde untersucht, ob aus Zürcher Abwasserreinigungsanlagen Bakteriophagen isoliert und charakterisiert werden können, die Shigatoxin produzierende, O157-tragende *E. coli* (STEC) lysieren und somit vernichten. Methodisch wurden die Passagierung aus einzelnen Plaques, die Wirtsspektrumanalyse sowie die major capsid protein Polymerase Chain Reaction (mpcPCR) und die Gelelektrophorese angewendet. Drei der aus den sechs Proben isolierten Bakteriophagenserotypen lysierten die O-157 tragenden STEC zuverlässig. Zwei der isolierten Bakteriophagenserotypen konnten als T4-ähnliche Bakteriophagen, der dritte nach Ausschluss aller Möglichkeiten als T7-ähnlicher Bakteriophage identifiziert werden. Weiterhin wäre aufschlussreich gewesen, ob die gefundenen Bakteriophagen virulent oder temperent waren und welche Restriktionsprofile sie aufwiesen. Im Kampf gegen multiresistente Bakterien sollte als Behandlungsalternative die Suche nach wirksamen Bakteriophagen intensiviert und weiterhin vordringlich angegangen werden.

### Fragestellung

In dieser Arbeit wurde der Frage nachgegangen, ob aus dem Abwasser von fünf Zürcher Abwasserreinigungsanlagen (ARA) im Labor züchtbare Bakteriophagen isoliert werden können, die die schwer mit Antibiotika behandelbaren, Shigatoxin produzierenden, O157-tragenden *E. coli* (STEC) spezifisch infizieren, lysieren und somit vernichten. Zudem sollen die gefundenen Bakteriophagen charakterisiert werden.

### Methodik

Die Bakteriophagen aus sechs Proben wurden auf Bakterienkolonien verschiedener O157-tragender *E. coli*-Stämmen gezüchtet und auch auf solchen aus einzelnen Plaques passagiert, um zu verhindern, dass mehrere Bakteriophagenserotypen pro Probe isoliert wurden. Mit einer Wirtsspektrumanalyse konnte die praktische Nützlichkeit der isolierten Bakteriophagen festgestellt werden, indem alle isolierten Bakteriophagenserotypen auf allen verwendeten Bakterienstämmen gezüchtet wurden. Wenn ein Bakteriophagenserotyp konsistent alle Stämme infizierte, so war er O157-spezifisch. Die Charakterisierung fand mithilfe einer mpcPCR und einer darauffolgenden Gelelektrophorese statt.

### Ergebnisse

Aus den sechs ursprünglichen Proben wurden acht Bakteriophagenserotypen isoliert. Davon waren drei Bakteriophagenserotypen längerfristig im Labor züchtbar. Zwei stammten aus Schönenberg (SI All und SII All) und einer aus Wädenswil (W All). Während SII All und W All beide eindeutig als T4-ähnliche Bakteriophagen identifiziert wurden, war SI All unter Ausschluss aller anderen wahrschein-

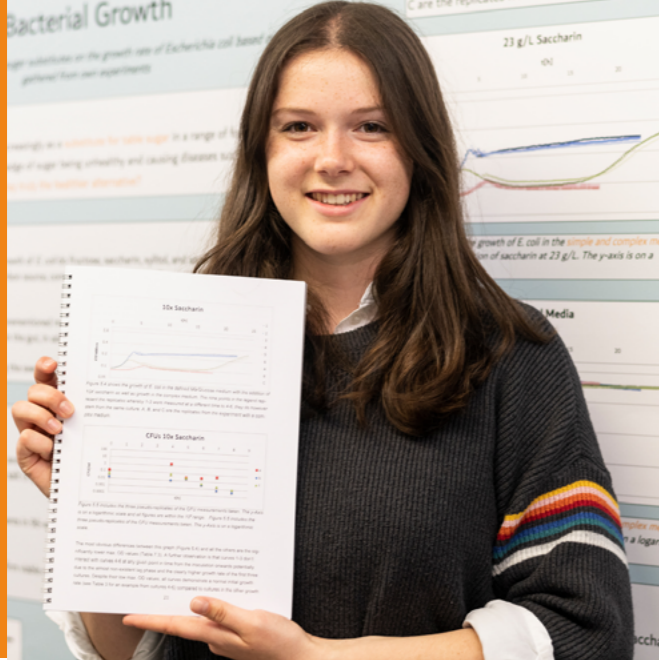
lichen Möglichkeiten als ein T7-ähnlicher Bakteriophage. In der Wirtsspektrumanalyse hat keiner der isolierten Bakteriophagen alle O157-tragenden Stämme infiziert: aufschlussreich Von fünf getesteten Stämmen hat SI All vier infiziert, wohingegen W All und SII All drei infiziert haben.

### Diskussion

Die Hypothese, ob aus den fünf Zürcher ARA Bakteriophagen isoliert und gezüchtet werden können, die O157-tragende *E. coli* (STEC) vernichten, kann klar bestätigt werden. Weiterhin konnten die Phagenfamilien der isolierten Bakteriophagen bestimmt werden. Auch wenn keiner der isolierten Bakteriophagen alle O157-tragenden Stämme lysiert hat, so besteht trotzdem die Möglichkeit, dass der eine nicht-infizierte Bakterienstamm einfach resistent gegen die getesteten Bakteriophagen war.

### Schlussfolgerungen

Für eine weitere Verwendung der in dieser Arbeit isolierten Bakteriophagen wäre aufschlussreich gewesen zu bestimmen, ob die isolierten Bakteriophagen virulent oder temperent waren, da dies über ihre Nutzungsmöglichkeiten bestimmt. Zudem wäre es interessant gewesen, Restriktionsprofile der Bakteriophagen zu erstellen. In dieser Arbeit konnte aufgezeigt und bestätigt werden, dass gegen O157-tragende *E. coli* wirksame Bakteriophagen in Zürcher Abwasserreinigungsanlagen gefunden werden können. Auch wenn nicht der eine «Killer-Bakteriophage» gegen O157-tragende *E. coli* gefunden wurde, so hat die Bakteriophagenforschung ein hohes Innovationspotenzial und ist aktuell eine grosse Hoffnung im Hinblick auf die künftig sicherlich weiter zunehmenden Multiresistenzen und auf die Therapie von mit Antibiotika schwer behandelbaren Bakterien wie STEC.



Olivia Williams, 2001 | Basel, BS

**Gymnasium Kirschgarten**  
Lehrer: Patrick Ruggle

**Würdigung durch den Experten**  
Dr. Jürgen Vollhardt

Olivia Williams hat sich in das aktuelle Forschungsgebiet der Darmmikrobiota und ihrem Einfluss auf die menschliche Gesundheit vertieft. Modellhaft am Beispiel des Darmbakteriums *E. coli* hat sie den Einfluss von Süsstoffen auf die Lebens- und Vermehrungsfähigkeit des Bakteriums untersucht. Sie hat die Ergebnisse klar und übersichtlich verglichen, interpretiert und diskutiert. Ihre Resultate indizierten keinen wesentlichen Einfluss der Süsstoffe. Schliesslich unterbreitet Olivia Williams Vorschläge für weitere Studien, um die Zusammenhänge auf breiterer Basis zu erhellen.

**Prädikat: gut**

## Artificial Sweeteners and Their Impact on Bacterial Growth

My research project aims to determine the influence of artificial sweeteners on the growth of *Escherichia coli* through numerous growth experiments using media with varying concentrations of sugar substitutes. All cultures' growth was measured by their optical density and then statistically analysed based on the growth rate during the exponential phase of growth and the maximum capacity of each culture. The most significant result from my research was that the tested compounds did not have a strong impact on the bacterial growth of *E. coli*. However, from growth experiments involving the highest tested concentration of saccharin (23.0 g/l). I was able to show standard bacterial growth for the first four hours, followed by almost total cessation of cell reproduction and a decrease in optical density. In the high-concentration saccharin medium that included additional nutrients, the cultures were able to continue growth after a prolonged secondary lag phase. The exact reason for this is unknown but one may speculate that the second lag phase was used for detoxification and activation of operons used to metabolize saccharin. The amount shown to be toxic for *E. coli* is much higher than the amount regularly consumed, so it most likely doesn't pose a threat.

### Introduction

In order to avoid the negative effects of sucrose on their health, people are increasingly consuming diet products containing sugar substitutes, so-called low- or non-caloric sweeteners (LNCSs). These substances can be over 200 times sweeter than sugar, meaning that, even if they are metabolized, a much smaller amount is required to reach the same sweetness, thus adding considerably less calories to the product. The question that inspired my research was whether LNCSs truly are the healthier alternative to regular sucrose. Combining this with the knowledge that the bacteria in our gut, the microbiome, play a major role in our overall health, I formed the following main research question: *What apparent effects on the growth of E. coli do fructose, saccharin, xylitol, and aspartame have in a medium with glucose as an additional carbon source compared to growth in a medium containing glucose as the only carbon source?*

### Methods

To obtain the data required to answer my questions, I conducted growth experiments using *E. coli* and the LNCSs, making several biological and technical replicates. I used two different growth media, a simple medium containing nutrient salts and a set concentration of glucose, and a complex medium with all the ingredients of the simple medium as well as amino acids and vitamins. All LNCSs were applied in three different concentrations each, which were made comparable on a molar basis. Then, with data analysis software, I calculated the growth rate during the exponential phase as well as the maximum capacity of each culture based on measurements made with an optical density (OD) reader. Additionally, the cultures in the complex media were plated out hourly, incubated, and counted in order to confirm cell growth.

### Results

My data showed no significant variation between growth in the simple medium and growth in the complex medium. Also, there was no significant variation of the growth rates among all cultures. However, there was a significant variation of the maximum OD reached by all cultures in a medium containing the highest concentration of saccharin (23.0 g/l). After four hours of regular growth, they all peaked and dropped. The incubated plates confirmed that simultaneously there was a decrease in viable cells. Interestingly, all three replicates of the complex medium cultures endured a second lag phase for eight hours, after which they managed to continue regular growth. The plate counts did not extend for a long enough time to ultimately confirm cell growth after the second lag phase.

### Discussion

It is evident that saccharin has a clear, growth inhibiting effect on *E. coli*. Additionally, cultures in the complex medium appear to have overcome this effect in a matter of hours. The reason behind this result is unknown, but one may speculate that the bacteria were able to detoxify and perhaps activate operons necessary for saccharin metabolism during the second lag phase. It would be interesting to find out what effects the tested substances have on other bacteria found in the gut, perhaps including Gram positive bacteria as *E. coli* is Gram negative.

### Conclusions

Considering the consumption of saccharin in food products rarely reaches the amount shown to be toxic for *E. coli*, the colonies in the human digestive tract would most likely remain unharmed.

**Kantonsschule Kreuzlingen**  
Lehrer: Ming Witold

**Würdigung durch den Experten**  
Dr. Remo Campiche

Ellen Mara Zwinggi untersuchte, wie sich die Einnahme eines Vitaminpräparats auf die Blutserumkonzentrationen von Folsäure, Vitamin B12 und Homocystein auswirkt. In ihrem innovativen Ansatz hat sie Probandinnen in Vegetarierinnen und Fleischesserinnen eingeteilt. Trotz kleiner Probandinnenanzahl fand sie ähnliche Resultate wie Universitätsforschungsgruppen bei älteren Probanden. Ellen Mara Zwinggi führte ihre schwierige Arbeit mit viel Enthusiasmus präzise und zielgerichtet durch. Sie diskutiert ihre Resultate kritisch und im Vergleich zur Literatur.

**Prädikat: sehr gut**



Ellen Mara Zwinggi, 2000 | Tägerwilten, TG

## Blutkonzentrationen der Vitamine B9 und B12 und Homocystein nach Einnahme eines Polyvitaminpräparates

In dieser Arbeit wurde primär die Blutkonzentration von Vitamin B12 und der Folsäure vor und nach der Einnahme des Polyvitaminpräparates Berocca® und sekundär die des Homocysteins gemessen und analysiert. Zudem wurde die Erythrocytengrösse anhand des MCV-Parameters gemessen und in Verbindung mit den oben genannten Blutkonzentrationsveränderungen gebracht. Die 33 weiblichen Probanden, welche sich alle im Alter zwischen 15 und 24 Jahren befanden, wurden in drei verschiedene Gruppen anhand ihrer Essgewohnheiten von tierischen Produkten eingeteilt und teilweise ein Polyvitamin- oder ein Placebopräparat verabreicht. Innerhalb von drei Monaten, was der Dauer zwischen den beiden Blutentnahmen entsprach, veränderten die Probandinnen nichts an ihrer Ernährung und stellten bereits vier Monate davor jeglichen Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln ein, um eine Verfälschung der Werte zu verhindern. Am auffälligsten veränderte sich die Folsäurekonzentration, welche einen Anstieg von 101.75% aufwies. Sowohl die Vitamin B12-Konzentration als auch der MCV nahmen leicht zu (17.16% und 2.90%). Das Homocystein verzeichnete eine leichte Senkung von -9.43%. Die Veränderungen aller Placebo- und der Kontrollgruppen war uneinheitlich, somit konnten andere Faktoren wie z.B. der Placeboeffekt ausgeschlossen werden.

### Fragestellung

Das Einnehmen von diversen Nahrungsergänzungsmitteln gehört heute zum Alltag vieler Menschen, die in einer Industrienation leben. Eine grosse Rolle dabei spielen Polyvitaminpräparate, welche sehr beliebt sind. Meine Arbeit befasst sich mit der Fragestellung ob und wie signifikant das Polyvitaminpräparat «Berocca®» primär die Folsäure-, die Vitamin B12 und sekundär die Homocystein-Werte junger erwachsener Frauen beeinflusst. Zudem wurde erforscht, wie sich zu hohe, resp. zu niedrige Werte ebendieser B-Vitamine und des Homocysteins auf die Erythrocytengrösse auswirkt.

### Methodik

An der Studie nahmen 33 Frauen im Alter von 15 bis 24 Jahren teil. Diese wurden anhand eines Fragebogens in drei verschiedene Gruppen eingeteilt, je nach Konsum von tierischen Lebensmitteln. Eben diese Diätgruppen wurden anschliessend erneut unterteilt, wobei es jeweils eine Polyvitamin-, eine Placebo- und eine Kontrollgruppe gab. Innerhalb von drei Monaten nahmen die Probanden Brausetabletten zu sich, jedoch ohne zu wissen, ob es sich dabei um Vitamine oder ein Placebo handelte. Sowohl zu Beginn als auch am Ende der Blindstudie wurde den Probanden Blut abgenommen und dieses anschliessend ins Labor Bioanalytica vom Netzwerk der Medisupport in Luzern gebracht, in welchem die verschiedenen Parameter mit den Geräten cobas e 411, e 601 und c 502 analysiert wurden. Die statistische Auswertung erfolgte mittels des Wilcoxonstest.

### Ergebnisse

Die Resultate zeigen, dass in den Probandengruppen, welche das Polyvitaminpräparat verabreicht bekommen haben, ein Anstieg von über 100% bezüglich der Folsäure verzeichnet werden konnte. Das

Vitamin B12 stieg um 17.16%, der MCV um 2.90% und das Homocystein sank um 9.43%. Innerhalb der Placebo- und der Kontrollgruppen wurden in allen Diätgruppen nur kleine uneinheitliche Veränderungen beobachtet, was andere Faktoren ausschliesst. Jedoch wurden keine signifikanten Veränderungen festgestellt. Interessant war, dass sich alle Mitglieder der Polyvitamin- als auch der Placebogruppe nach den drei Monaten gesünder und leistungsfähiger fühlten.

### Diskussion

Die Resultate aus den Versuchen zeigen, dass das Polyvitaminpräparat einen starken Einfluss auf die Folsäure-Werte ausübte, jedoch auf die anderen Blutwerte eher einen geringen. Durch die t-Tests stellte sich heraus, dass die Daten nicht signifikant waren. Dies kann man auf die Grösse der Probandinnengruppen und die Dauer der Studie zurückführen. Da die Studie nur drei Monate dauerte, waren die Erythrozyten noch nicht vollständig erneuert und so befanden sich in der Blutprobe noch Blutkörperchen, welche unterdurchschnittlich klein waren. Dies verfälschte die Studie. Jedoch liegt die grösste Fehlerquelle in der kleinen Anzahl an Probandinnen innerhalb einer Gruppe. Da eine Gruppe durchschnittlich nur vier Probandinnen enthielt, hatte einzelne Ereignisse wie Influenza, das Vergessen der Einnahme der Brausetablette oder die Anti-Babypille einen starken Einfluss auf das Resultat.

### Schlussfolgerungen

Grundsätzlich kann man sagen, dass das Polyvitaminpräparat seine Wirkung bei jungen erwachsenen Frauen erfüllte, jedoch müsste man die Studie über einen längeren Zeitraum und mit einer grösseren Probandenanzahl wiederholen, um signifikante Werte zu erhalten.



Lotta Bergfeld, 2000 | Wesel, Nordrhein-Westfalen, DE

**Schweizerische Alpine Mittelschule Davos**

Lehrer: Marco Schlawitz

**Würdigung durch den Experten**

Prof. Raphael Staubli

Mit grosser Sorgfalt und Akribie (umfangreiches Literaturverzeichnis!) und Ehrlichkeit ist diese Arbeit geschrieben worden. Feinfühlig wurden die ausgewählten Lieder analysiert, wodurch interessante Beobachtungen zum Vorschein gebracht werden konnten. In der Eigenkomposition sind die sich angeeigneten Erkenntnisse angewendet und im reflektierenden Teil begründet worden. Der Neapolitanische Akkord, welcher im Lied eine wichtige Rolle spielt, wurde anhand von weiterer Literatur mit Achtsamkeit auf seine Expressivität hin untersucht, wodurch seine Anwendung im Lied bestätigt werden konnte.

**Prädikat: sehr gut****Komposition eines Kunstliedes auf der Basis der Analyse verschiedener Kompositionsstile und -techniken**

Die Arbeit stellt den Weg von einer literarischen Vorlage zu einer eigenen Musikkomposition dar. Das entstandene Musikstück ist ein sog. Kunstlied für Klavier und Tenor, das auf dem Gedicht «Der Panther» von Rainer Maria Rilke basiert. Das Gedicht beschreibt einen im Käfig gefangenen Panther. Es erzeugt einen Eindruck der Ohnmacht als Ergebnis der Bezwungung der wilden Natur des Panthers. Als besonders interessant erweist sich sein Verhalten angesichts des starken Kontrasts von Gefangenschaft und Freiheit. Zur Vorbereitung der Komposition werden Kunstlieder zweier bedeutender romantischer Liedkomponisten, Franz Schubert und Robert Schumann, verschiedene Stilmittel und Kompositionstechniken untersucht. Auf ein Lied wird intensiver eingegangen, um ein Werk als Ganzes verstehen lernen zu können. Weiter wird der Fokus auf ein besonderes musikalisches Stilmittel, den Neapolitanischen Sextakkord, gerichtet. Das selbst komponierte Kunstlied besteht aus einem Vorspiel und drei Liedstrophen. Dabei werden zur Umsetzung der herausgearbeiteten Stimmungen und Handlungen Stilmittel aus den analysierten Liedern verwendet und eigene Motive entwickelt. Anschliessend zeigt ein Vergleich der eigenen Vertonung mit einer anderen desselben Gedichts auf, wie dessen Aspekte zwar musikalisch sehr unterschiedlich umgesetzt werden können, aber sich auch gewisse Ähnlichkeiten abzeichnen.

**Fragestellung**

Das Ziel meiner Arbeit war zunächst die Komposition eines Kunstliedes, das auf einer literarischen Vorlage basiert. Dabei stellte sich die Frage, wie sich ein Text als Lied vertonen lässt: Wie können Handlungen und Orte, Stimmungen und Gefühle mit verschiedenen Stilmitteln in Musik umgesetzt werden? Wie bewältigten bekannte Komponisten und Komponistinnen diese Herausforderung, und was lässt sich daraus für die eigene Komposition lernen? In meiner Arbeit komponierte ich ein Lied für Tenor und Klavier zu dem Gedicht «Der Panther» von Rainer Maria Rilke. Für den Wettbewerb verschob sich der Fokus auf die reflektierende Ebene, die von einem Phänomen (dem Neapolitanischen Sextakkord) meines Liedes ausgeht.

**Methodik**

Ich analysierte und interpretierte das Gedicht «Der Panther» von Rainer Maria Rilke. Um ein Repertoire musikalischer Stilmittel zu erarbeiten, untersuchte ich überblicksartig Kunstlieder von Robert Schumann und Franz Schubert. Mit Schuberts «Gretchen am Spinnrade» setzte ich mich besonders intensiv auseinander. Weiter beschäftigte ich mich mit einem besonderen musikalischen Stilmittel, dem Neapolitanischen Sextakkord und seiner Bedeutung und Wirkung. Für meine Komposition sammelte ich Ideen, erprobte diese und entwickelte sie weiter. Dabei arbeitete ich mit dem Notationsprogramm «Finale». Als Teil der Reflexion verglich ich ausserdem mein Lied mit einer anderen Vertonung desselben Gedichts von Karl Marx.

**Ergebnisse**

Als Ergebnis entstand meine Vertonung als Kunstlied für Tenor und Klavier. Das Lied besteht aus einem Vorspiel, welches zum Untertitel des Gedichts einen Spaziergang durch den botanischen Gar-

ten mit dort hörbaren Tierstimmen darstellt, und drei Liedstrophen, die den Text über den im Käfig gefangenen Panther jeweils individuell in Singstimme und Begleitung vertonen.

**Diskussion**

Die Gedichtanalyse und auch die exemplarischen Liedanalysen erwiesen sich als wichtig und hilfreich für die Vertonung. Die Aufgabe des Komponierens war mit meiner geringen Kompositionserfahrung eher schwierig zu bewältigen. Aus diesem Grund überwog bei dem kreativen Prozess des Komponierens das technisch-reflektierende bisweilen das spontan-intuitive Moment. Eine grosse Herausforderung war es auch, mich zwischen verschiedenen Ideen, die mir gut erschienen, zu entscheiden. Durch die Vergleiche mit anderen Vertonungen wurde deutlich, wie vielfältig die Möglichkeiten sind, einen Text zu vertonen. Dennoch sind Ähnlichkeiten erkennbar.

**Schlussfolgerungen**

Es ist einerseits nicht leicht, während des Komponierens einzuschätzen, ob beim Hören des Musikstücks die intendierten Assoziationen hervorgerufen werden, ob beispielsweise die Tierstimmen als solche erkannt werden. Andererseits zeigte die Beschäftigung mit verschiedenen Stilmitteln, wie diese bei Menschen mit bestimmten Hörgewohnheiten und Erfahrungen gewisse Wirkungen erzielen können. Als besonderes Merkmal der Gattung Kunstlied wurde deutlich, dass mit scheinbar wenigen musikalischen Mitteln auf «engem Raum» viel ausgedrückt werden kann. Es erwies sich als fruchtbar, ein Phänomen wie den Neapolitanischen Sextakkord näher zu erforschen. Die Untersuchung weiterer Aspekte, zum Beispiel die Bedeutung von Tonartensymbolik, Dominantpendel und Ostinato, wäre sicher ebenso lohnend gewesen.

**Kantonsschule Wohlen**

Lehrerin: Silvia Huber

**Würdigung durch die Expertin**

Romana Lanfranconi

Der Kurzspielfilm von Hannah Dobbertin berührt, überrascht und überzeugt auf verschiedenen Ebenen. Sie hat eine fundierte Recherche betrieben und daraus ein Drehbuch entwickelt. Sie erzählt die berührende Geschichte von zwei Flüchtlingen, deren Schicksale zusammenkommen. Hannah hat sich das nötige Knowhow für die filmische Arbeit angeeignet und auch in der Postproduktion mit Sorgfalt und einem grossen Gespür für Musik und Rhythmus gearbeitet. In der schriftlichen Arbeit ist der Arbeitsprozess sauber dokumentiert und zeigt interessante Hintergründe der Entwicklung auf.

**Prädikat: hervorragend****Sonderpreis Art, Gamil Stiftung  
GENIUS-Art Olympiade 2019****Seiten des Lebens. Zwei Flüchtlinge – zwei Zeitalter – ein Schicksal. Ein Maturafilm**

Meine Projektpartnerin Lara Manzelli und ich haben uns entschieden, einen Film als Maturaarbeit zu drehen. Mit dem Film wollen wir hinter die Statistik und die Verallgemeinerung der Flüchtlingsthematik blicken und die persönliche Erfahrung zweier Menschen mitsamt ihren Träumen und Ängsten darstellen. Als Mojtaba Rahimi, ein 18-jähriger Afghane, uns seine Geschichte anvertraute, war uns klar, dass wir diese als Inspiration für unseren Film verwenden wollten. Ebenso ging es uns, als wir mit Hanna Meyer-Moses sprachen, die als 15-jährige Jüdin in die Schweiz fliehen musste. Sie betonte bei einem Recherchegespräch die Wichtigkeit, solche Geschichten nicht in Vergessenheit geraten zu lassen – und genau das war unser Ziel. In unserem 23-minütigen Spielfilm verknüpften wir diese beiden Schicksale miteinander und nutzten dafür die Sprache der Bilder und der Musik. Damit er authentisch wirkte, gaben wir uns viel Mühe bei der Suche nach Drehorten, Schauspielern und Kostümen und holten uns Informationen zur historischen, gestalterischen und technischen Seite des Films.

**Fragestellung**

Als Projektarbeit schrieben Lara und ich ein Jahr vor der Maturaarbeit ein Drehbuch, das die Geschichte zweier Flüchtlinge aus verschiedenen Zeiten miteinander verknüpft. Für die Recherche interviewten wir afghanische Flüchtlinge und eine Jüdin, die im Jahr 1943 aus Deutschland in die Schweiz flüchtete. Anhand dieser Gespräche entwickelten wir ein Drehbuch. Als Maturaarbeit wollten wir dieses verfilmen. Unsere Frage lautete demnach: **«Wie gelingt es uns, unser Drehbuch filmisch so umzusetzen, dass es ein gestalterisch schöner, ein authentischer und historisch korrekt erzählter Film wird, der das Publikum berührt und zum Nachdenken bringt?».**

**Methodik**

Nachdem wir das Storyboard – das ist die visuelle Umsetzung des Drehbuches – erstellt hatten, suchten wir nach Schauspielern, authentischen Drehorten, Kostümen und Requisiten in lokalen Theatergruppen und umliegenden Dörfern. Sponsoren unterstützten uns bei den Transportkosten, der Verpflegung und der Entschädigung der Besitzer der Drehorte. Zwei Mitschülerinnen komponierten ein Musikstück für uns, ein weiteres erhielten wir von Hanna Meyer-Moses, mit der wir gesprochen hatten: ein Lied, das sie in einem Internierungslager gesungen hatte. Informationen zur Realisation eines Filmes erhielt ich in einem Filmkurs, den ich vor drei Jahren besucht hatte, von der Internet-Plattform YouTube und aus Fachbüchern. Wir drehten während sechs Tagen, verteilt über neun Monate hinweg, da wir auf die Jahreszeiten angewiesen waren. Für die Aufnahmen benutzten wir meine Sony a7s, eine Kompaktkamera mit Vollformat-Sensor. Das Ton- und Lichtequipment habe ich mir zusammengestellt, eine Drohne durften wir ausleihen. Den Schnitt und sämtliche Bearbeitungen führte ich auf Adobe Premiere Pro aus.



Hannah Dobbertin, 1999 | Muri, AG

**Ergebnisse**

Als der Film fertig war, lag ein 23-minütiger Kurzfilm vor. Am 18. November 2017 durften wir ihn im Kino Mansarde Muri zum ersten Mal mitsamt Podiumsdiskussion präsentieren, später auch im Kino Rex in Wohlen. Anschliessend erhielten wir die Möglichkeit, ihn in einer Kirche in Villmergen zur «Nacht der Kirchen», an einem Rotarytreffen in Boswil, im Kino in Bremgarten und an verschiedenen kleinen Anlässen zu zeigen.

**Diskussion**

Die Produktion des Films fand über eine lange Zeitspanne statt, sodass wir grosse Unterschiede in unserem Wissen feststellen können. Vom ersten Drehtag im Februar bis zum letzten im September 2017 lernten wir viel dazu – von der Technik über die Organisation bis hin zu unserem persönlichen Blickwinkel auf die Flüchtlingsproblematik. Natürlich gibt es vieles am Film, was wir nachträglich anders gemacht hätten, doch wir sind überzeugt, dass wir es mit dem Wissen, das wir zu der Zeit hatten, zu unserem Besten getan haben.

**Schlussfolgerungen**

Unsere Idee war es, einen Film zu realisieren, der etwas bewegen würde. Dies ist uns gelungen. Nicht nur durch den Film selbst, den sich auch Leute angesehen haben, die sich sonst nicht mit dem Thema «Flüchtlinge» auseinandersetzen würden, sondern auch in unserem Freundeskreis haben wir vieles bewegt, und zwar dadurch, dass wir so viel über unsere Erfahrungen mit Flüchtlingen gesprochen haben und auch Events mit Flüchtlingen organisiert haben. Somit wussten wir bereits vor der Premiere: Selbst wenn das Endprojekt nicht so geworden wäre, wie wir es uns vorgestellt hatten, hätte es sich allein für die vielen schönen Augenblicke mit anderen Menschen und die Gespräche über Flüchtlinge gelohnt.





Alexandra Knöpfel, 2000 | Kreuzlingen, TG

### Michelangelo's Divine Secrets: Hidden Messages in Michelangelo's Paintings in the Sistine Chapel - an Analysis of the Genesis Frescos

The aim of this paper is to analyse and interpret the frescos of the Sistine Chapel ceiling painted by the famous Renaissance artist Michelangelo Buonarroti. In order to do so, all the nine Genesis frescos were described and analysed and their content was interpreted. This is related to theories claiming to have found anatomical structures hidden in these paintings. The goal was to evaluate these theories and to summarise them, with the purpose of explaining them and trying to make sense of them as a whole. The aim was to answer the question of what kinds of messages Michelangelo hid in the paintings, and, of course, what these messages mean, but also to elaborate the purpose of hiding these messages. The analysis showed that Michelangelo did indeed hide anatomical structures such as a brain or a kidney. In addition, the paintings also contain suggestions, for example that Adam and Eve were equally worthy before and after they sinned.

#### Introduction

The central questions concerned the messages hidden by Michelangelo in his paintings and the meanings of these messages. Furthermore, the reasons for Michelangelo's hiding of these messages were also examined. Of course, this also included the messages of the individual paintings and what they show in a literal sense and with reference to biblical history, but also in a figurative sense. Moreover, I attempted to answer the question of whether the mentioned theories are reasonable.

#### Methods

The methods involved studying specialised literature about the analysis of artworks as well as about the artist Michelangelo; the knowledge gained from this literature was then used to analyse and interpret the Genesis frescos.

#### Results

The results of the analysis and interpretation were both fascinating and astonishing. The anatomical structures found included a brain in a painted garment around God and some angels (which could also represent a uterus), a kidney shaped by a piece of cloth, and a brainstem in God's goitre. Apart from anatomy, other messages - such as, by judging God's attitude towards Eve, God might have foreseen that Eve was going to commit a sin and be expelled from paradise - that undermine the church's views were found. Overall, it can be said that Michelangelo had views of the world that differed drastically from those of the church, which might explain why he hid his messages and anatomical findings.

#### Kantonsschule Kreuzlingen

Lehrerin: Corina Tobler

#### Würdigung durch den Experten

Dr. Heinz Stahlhut

Alexandra Knöpfel hat sich in ihrer Arbeit über die Deckenfresken Michelangelos in der Sixtinischen Kapelle auf ein Feld gewagt, das alle bedeutenden Kenner der Renaissancekunst beackert haben: die Deutung dieses überwältigenden Bildprogramms. Sie hat sich einen Aspekt ausgesucht, nämlich das Auftreten von Elementen der menschlichen Anatomie wie Hirn, Herz, etc. in Kompositionselementen. Die Autorin hat dafür eine umfangreiche Literaturrecherche betrieben und die Ergebnisse überzeugend zusammengefasst. Dass sie die ganze Arbeit in Englisch verfasst hat, steigert den Anspruch der Arbeit.

Prädikat: sehr gut

#### Kantonsschule Baden

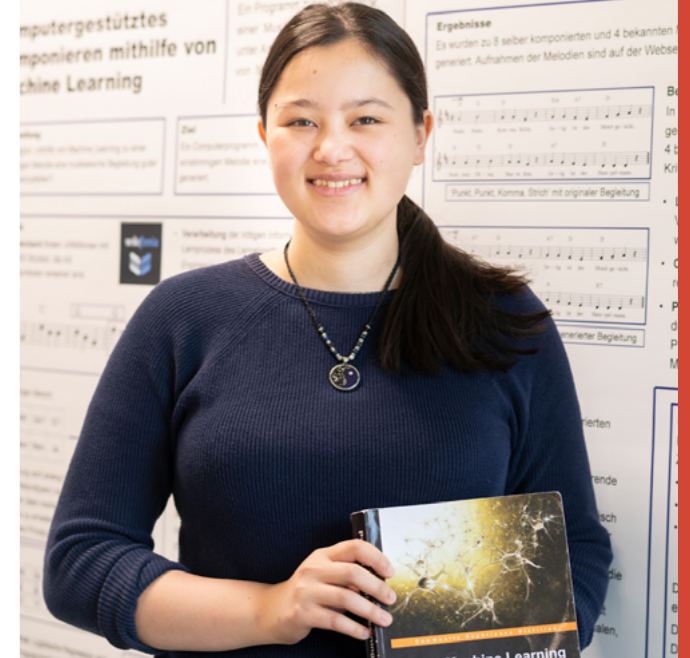
Lehrer: Armin Barth

#### Würdigung durch den Experten

Lorenz Kilchenmann

Arielle Rüfenacht betritt mit ihrer Arbeit ein noch junges Themenfeld, das in der näheren Zukunft sowohl die Produktion als auch die Erforschung von Musik verändern wird. Die Arbeit überzeugt durch ihre Eigenständigkeit in der Fokussierung der Fragestellung und in der Art und Weise, wie die gewählte Problemstellung - das Generieren einer Melodiebegleitung - im Rahmen eines bestehenden Machine-Learning-Ansatzes umgesetzt wird. Arielle Rüfenacht entwickelt in ihrer Arbeit Ansätze zur Reflexion von Zielsetzungen, Arbeitsprozessen und Resultaten, die noch weiter vertieft werden könnten.

Prädikat: sehr gut



Arielle Rüfenacht, 2000 | Endingen, AG

### Computergestütztes Komponieren mithilfe von Machine Learning

Machine Learning wird heute in unterschiedlichen Bereichen verwendet, um Menschen bei ihren Tätigkeiten zu unterstützen: Beim Filtern von Spam E-Mails, in den Vorschlagslisten auf Netflix oder bei selbstfahrenden Autos kommen solche Technologien zum Einsatz. In dieser Arbeit wird Machine Learning verwendet, um Menschen beim Komponieren von Musik zu helfen. Die Idee war, ein Programm zu schreiben, das zu einer beliebigen einstimmigen Melodie eine Akkordbegleitung generiert. Dazu lernt das Programm anhand eines Datensatzes von rund 6000 Melodien und Akkordbegleitungen mittels des Verfahrens der logistischen Regression das Erzeugen von Begleitakkorden für eine vorgegebene Melodie. Um die resultierenden Akkordfolgen zu testen, wurde das Programm auf selbst komponierte wie auch schon existierende Melodien angewendet.

#### Fragestellung

Viele Komponisten und Komponistinnen brauchen jahrelange Übung und Erfahrung in Musiktheorie, bevor sie eine ausgedachte Melodie zu einem vollständigen musikalischen Werk ausarbeiten können. Dieser Prozess kann für Anfänger/-innen entmutigend sein. Das Ziel dieser Arbeit war, mithilfe von Machine Learning ein Computerprogramm zu schreiben, das von schon vorhandener Musik lernt, wie man eine einstimmige Melodie begleitet und dem Nutzer bzw. der Nutzerin eine Akkordbegleitung vorlegt, die dann für Kompositionszwecke weiterverwendet werden kann. Dabei stellte sich auch die Frage, ob es überhaupt möglich ist, mit Machine Learning eine Begleitung von guter Qualität zu erreichen, und ob ein Computerprogramm Individualität und Originalität von Musik aufrechterhalten kann.

#### Methodik

Als Lernalgorithmus wurde logistische Regression, ein Klassifizierungsalgorithmus, verwendet. Die zu klassifizierenden Elemente waren hierbei Melodieabschnitte, die jeweils verschiedenen Akkorden zugeteilt wurden. Als Lerndatensatz wurde die Musikdatenbank «Wikifonia» mit über 6000 Stücken in xml-Format verwendet. Stücke ohne Akkordbegleitung oder mit inkorrekt notierten Akkorden wurden aus dem Datensatz entfernt. Für jeden Melodieabschnitt von einem Akkordsymbol bis zum nächsten wurden die Tonhöhen, Tondauern, die Länge der Pausen sowie der entsprechende Akkord extrahiert. Für den Lernprozess wurden für jeden Akkord die Akkorde der vorherigen zwei Abschnitte und alle Tonhöhen und -dauern des vorherigen und aktuellen Abschnitts betrachtet. Nach abgeschlossenem Lernprozess verwendet das Programm als Input ein xml-Dokument, das eine Melodie sowie Platzhalter für erwünschte Begleitakkorde enthält. Als Output liefert das Computerprogramm ein Textdokument mit einer Folge von Akkorden für die jeweiligen Platzhalter. Um die musikalische Qualität der generierten Begleitungen einzuschätzen, wurden Testbeispiele von mehr als 30 Probandinnen und Probanden evaluiert.

#### Ergebnisse

Das Computerprogramm wurde auf acht selbst komponierte Melodien und vier schon vorhandene Melodien mit existierenden Begleitungen angewendet. Laut den evaluierenden Musikerinnen und Musikern gibt es bei nur einer Begleitung starke, störende Dissonanzen. Jedoch wurde angemerkt, dass manche Begleitakkorde etwas exotisch und jazzartig sind, obwohl die Melodien eher klassisch klingen. Viele der Melodien in Moll hatten auch Akkordbegleitungen, die passender für eine Melodie in Dur gewesen wären. Allgemein wurde die Qualität der generierten Begleitungen etwas tiefer eingeschätzt als die der ursprünglich komponierten Begleitungen.

#### Diskussion

Die Beobachtungen aus der Evaluation können mit der Zusammensetzung des Lerndatensatzes erklärt werden: Da beispielsweise viele Stücke aus der Datenbank Jazz-Standards sind, hat der Algorithmus dementsprechend gelernt, jazzartig zu begleiten. Neben der Tendenz zu an Durtonarten orientierten Begleitungen wurden auch entsprechend der Verteilung von Akkorden in der Datenbank vor allem Dur-/Moll-Dreiklänge und Septakkorde generiert. Diese Probleme könnten entweder mit einem ausgeglicheneren Lerndatensatz oder einem komplexeren Algorithmus aufgehoben werden.

#### Schlussfolgerungen

Da in den meisten Fällen keine starken, störenden Dissonanzen in den Begleitungen vorkamen und die Begleitungen grundsätzlich wohlklingend waren, kann man folgern, dass das Programm Akkordfolgen von genügend guter Qualität produziert. In der vorliegenden Version wurden auch ungewöhnliche Akkordkombinationen generiert, was zeigt, dass es mithilfe von Machine Learning möglich ist, originelle Musik herzustellen. Somit wäre es interessant, diese Arbeit mit anderen Algorithmen weiterzuführen und herauszufinden, bis zu welchem Grad ein Computerprogramm Menschen imitiert werden kann.



Angelika Tanner, 1999 | Wädenswil, ZH

**Kantonsschule Küsnacht**  
Lehrerin: Margrit Schenker

**Würdigung durch den Experten**  
Yannick Wey

Angelika Tanner entwickelte einen Selbstlehrgang für Schwyzerörgeli, welcher das autodidaktische Studium des Instruments vom Einstieg bis zu einem fortgeschrittenen Niveau ermöglicht. Aufbauend auf musikpädagogischen Grundlagen wurde der Lehrgang in Zusammenarbeit mit Testpersonen überprüft und laufend verbessert. Dank innovativen Anwendungen instrumentenspezifischer Musiknotation, graphischer Instruktionen und einer an die Erfahrungen der Testpersonen angepasste Lernkurve stellt «So macht Schwyzerörgeli spile Spass» einen wertvollen Beitrag zur aktuellen Volksmusikpädagogik dar.

**Prädikat: hervorragend**

**Sonderpreis Schweizer Jugend forscht «Musik» Luzern Festival**

## So macht Schwyzerörgeli spile Spass!

In meiner Arbeit setzte ich mich damit auseinander, ob ein Instrument statt mithilfe einer Lehrperson auch mittels eines Selbstlehrgangs erlernt werden kann. Ich habe mich für dieses Thema entschieden, da ich selbst seit zwölf Jahren Schwyzerörgeli spiele. Während meiner Arbeit entstand ein Lehrmittel, das gleichwertigen Unterricht ohne eine Lehrperson ermöglichen soll. Zwei Testschülerinnen halfen mir, mich in Schwyzerörgeli-Einsteiger hineinzusetzen. Während des Unterrichts mit ihnen fand ich Inspirationen, Tipps und Hinweise für den Lehrgang. Entstanden ist ein 70-seitiger Lehrgang mit Musik-CD mit allen Musikstücken aus dem Lehrgang. Nach Abschluss meiner Arbeit und der Diskussion mit meinen zwei Testpersonen erstellte ich eine Liste der Vor- und Nachteile dieser selbstständigen Form des Lernens. Ein grosser Vorteil ist die zeitliche Flexibilität. Als Nachteile wurden fehlende Kritik und Motivation durch die Lehrperson genannt, aber auch die soziale Komponente des fehlenden Austauschs mit einem Spielpartner bzw. einer Spielpartnerin.

### Fragestellung

Meine Arbeit behandelt die Frage: Ist eine Instrumentallehrperson durch einen Selbstlehrgang ersetzbar? Entwickelt hat sich diese Idee aus meiner inzwischen zwölfjährigen Leidenschaft für das Schwyzerörgeli und aus dem Wunsch, dieses Instrument später zu unterrichten. Um meine Frage zu beantworten, verfasste ich einen Selbstlehrgang. Dabei überlegte ich mir, was eine Lehrperson ausmacht, was sie den Schülern bewusst und unbewusst vermittelt und auf welche Art und Weise sie dies tut. Wichtig war mir, dass der Lehrgang von allen möglichen Schülerinnen und Schülern genutzt werden kann – unabhängig von Alter, Vorwissen und Vorlieben.

### Methodik

Die Grundlage für meine Arbeit bildeten meine eigene Erfahrung mit dem Schwyzerörgeli und der Unterricht mit zwei Testschülerinnen. Beide hatten noch nie ein solches Instrument in der Hand gehabt und sollten mir helfen, mich in Schwyzerörgeli-Einsteiger hineinzusetzen. Mit der ersten Testschülerin vereinbarte ich mehrere Unterrichtslektionen, die ich jeweils vor- und nachbereitete. Parallel dazu arbeitete ich am Lehrgang. Hinweise meiner Schülerin flossen direkt in meinen Lehrgang ein. Ich erstellte eine Liste meiner Musikstücke und notierte, welche Herausforderungen sie beinhalten. Danach sortierte ich diese nach Schwierigkeitsgrad und traf eine Auswahl von 24 Stücken für den Lehrgang. Die zweite Testperson testete die ersten Kapitel des fertigen Lehrgangs während einer Woche. Danach analysierte ich während einer Lektion, was sie gelernt hatte, und leitete daraus weitere Schlussfolgerungen ab.

### Ergebnisse

Entstanden ist ein 70-seitiger Lehrgang mit Musik-CD, welche die 24 Stücke des Lehrgangs enthält. Die Arbeit mit meinen zwei Testpersonen zeigte auf, wie schwierig es ist, einen normalerweise

praktisch erteilten Unterricht ausschliesslich schriftlich zu vermitteln, sodass der gewünschte Lernerfolg eintritt. Schriftlich muss jeder Schritt genauer erklärt und mehrmals wiederholt werden. Nur so kann man sich den Inhalt ohne die Hilfe einer Lehrperson merken und praktisch umsetzen. Trotzdem können sich Fehler einschleichen. Dies ist mir während der Arbeit mit meiner zweiten Testperson aufgefallen, die eine Woche lang selbstständig mit meinem Lehrgang gearbeitet hatte. Ein weiterer Nachteil ist, dass die Lernenden die Motivation stets in sich selbst finden müssen, weil der Ansporn von aussen fehlt. Durch regelmässig einflussende Tipps und Hinweise sowie weitere motivierende Elemente habe ich versucht, diese Nachteile in meinem Lehrgang aufzufangen. Trotzdem fehlt im Zusammenspiel mit der Lehrperson und anderen Spielern ein wichtiger Aspekt beim Erlernen eines Instrumentes, womit eine Lehrperson nicht vollständig durch einen Selbstlehrgang ersetzbar ist.

### Diskussion

Meine Testpersonen konnten 20 der insgesamt 70 Seiten meines Selbstlehrgangs testen. Für den ganzen Lehrgang hätten sie mehrere Jahre gebraucht. Der erste Teil hat sich jedoch in der Praxis bewährt. Er wurde von den Testpersonen als motivierend und praxisnah beurteilt. Die Methodik und der didaktische Aufbau bleiben während des ganzen Lehrgangs gleich. Darauf basiert mein Rückschluss, dass sich der Lehrgang für ein Selbststudium eignet.

### Schlussfolgerungen

Mein Lehrgang erfüllt die gestellten Anforderungen, muss sich in der Praxis jedoch noch bewähren. Inzwischen habe ich erwogen, den Lehrgang auf zwei Bände aufzuteilen und das Repertoire von 24 auf 50 Stücke zu erweitern. Damit würde der Niveaustieg etwas flacher und die Stückauswahl grösser.

**Gymnasium Oberwil**  
Lehrer: Tobias Senn

**Würdigung durch den Experten**  
Dr. David Häni

Sebastian Binggeli untersucht in seiner bemerkenswerten sozial- und umwelthistorischen Arbeit den Widerstand gegen das Kernkraftwerk Kaiseraugst. Dieser dauerte fast drei Jahrzehnte und führte letztlich dazu, dass das energiewirtschaftliche Grossprojekt im Jahre 1989 aufgegeben werden musste. Die Studie nimmt die Struktur der Bewegung in den Fokus und beschreibt in differenzierter Weise die wichtigsten Gruppierungen, die sich am Protest beteiligten. Zudem werden anhand dreier interessanter Interviews die Standpunkte zeitgenössischer Akteure aus dem politischen Spektrum fassbar gemacht.

**Prädikat: sehr gut**

Sebastian Binggeli, 1999 | Oberwil, BL

## Kaiseraugst - niemals! Charakter und Politik der Kaiseraugster Anti-AKW-Bewegung

Die Arbeit untersucht die Gründe für den Erfolg der Anti-AKW-Bewegung, der es gelang, den Bau des Kernkraftwerks in Kaiseraugst im Kanton Aargau zu verhindern. Diese sollen mittels der Erforschung von Struktur, Charakter und politischer Orientierung der Volksbewegung herausgearbeitet werden. Dazu wurde historische Literatur mit Quellencharakter analysiert. Ausserdem wurden Leitfrageninterviews mit Aktivisten des Widerstandes geführt. Die Resultate zeigen, dass die Bewegung durch ihre politische Heterogenität sowie ihre breite Verankerung in der Bevölkerung, aber auch durch zivilen Ungehorsam den Bauverzicht erreichte.

### Fragestellung

Im Zentrum der Arbeit stehen Charakter und Politik der Volksbewegung. Folgende Leitfragen sollen beantwortet werden:

- *Wie war die Kaiseraugster Anti-AKW-Bewegung strukturiert?*
- *Welche politischen Vereinigungen prägten diese?*
- *Welche Gesinnungen zeigten sich?*

### Methodik

Zur Beantwortung der Leitfrage habe ich einerseits mit Quellenliteratur sowie mit Partei- und Vereinsbroschüren am Widerstand beteiligter Organisationen gearbeitet. Andererseits habe ich drei Teilnehmer der Volksbewegung in Kaiseraugst interviewt und so auch die Oral History einfließen lassen. Zum Überblick wurde ein historischer Abriss über die Schweizer Energiepolitik in der Nachkriegszeit und die Geschehnisse um Kaiseraugst erstellt. Die Analyse der schriftlichen Quellen bildete den wissenschaftlichen Hintergrund, in dem die subjektiven Ansichten der Interviewten platziert wurden. Auch wurden die Widerstandsorganisationen und die grossen Volksparteien, sowie deren Positionen und Aktivitäten untersucht. Aus diesen Fakten und Meinungen konnten die Gründe für den Erfolg der Kaiseraugster Anti-AKW-Bewegung gefolgert werden.

### Ergebnisse

In erster Linie ist der Bewegung eine ausgesprochen grosse Mobilisierungskraft zuzuschreiben. Angesichts des geplanten AKW-Baus formierten sich diverse Widerstandsgruppen mit grosser Akzeptanz der Bevölkerung. Angesprochen wurden Menschen aller politischer Lager, wodurch die Bewegung nicht in ein Links-Rechts-Schema eingeordnet werden kann. Dies wiederum bewirkte, dass eine vielseitige Partizipation erreicht wurde. Gerade auch die Unterstützung durch bürgerliche Kräfte erwies sich als sehr bedeutungsvoll. Ein Grossteil mehrheitlich linksstehender Aktivistinnen und Aktivistinnen war ausserdem zum zivilen Ungehorsam bereit, was sich in der elfwöchigen Besetzung des Baugeländes im Jahre 1975 zeigte. Diese bewirkte nicht nur eine Verlangsamung der AKW-Planung, sondern demonstrierte auch den Rückhalt des Widerstandes in der Bevölkerung.



Sebastian Binggeli, 1999 | Oberwil, BL

Letztendlich wurde der Bauverzicht durch die Verzögerungen, die die permanent andauernden Untersuchungen der Behörden hervorriefen, erreicht. Das geplante AKW entsprach mit der Zeit den technischen Ansprüchen nicht mehr und verlor die Unterstützung der AKW-Befürworter und Befürworterinnen.

### Diskussion

Die Volksbewegung umfasste Beteiligte mit unterschiedlichsten Ansichten. Die ungewollt entstandene heterogene politische Allianz und die daraus resultierende Arbeitsteilung in der Opposition funktionierte getreu dem Motto «Getrennt marschieren – vereint schlagen». Allgemein waren sich die Beteiligten bewusst, dass alle Kräfte gebraucht wurden. Dadurch entwickelte sich eine gewisse Toleranz und Kompromissbereitschaft. Im Zentrum standen Ideale wie Selbstverwaltung, Dezentralisierung und Entmonopolisierung der Schweizer Energiewirtschaft. Diese waren nicht nur links, sondern geradezu liberal. Die allgemeine Widerstandsbereitschaft führte dazu, dass ein rechtlich abgesichertes Projekt letztendlich an der Opposition der Bevölkerung scheiterte.

### Schlussfolgerungen

Mit der Analyse der Kaiseraugster Anti-AKW-Bewegung soll einem einzigartigen Ereignis in der Schweizer Geschichte auf den Grund gegangen werden. Der Erfolg der Volksbewegung symbolisiert, wie der Widerstand gegen ein Staatsprojekt von der Bevölkerung getragen werden kann. Dies geschah auf einem, nicht immer legalen, aber ausgesprochen demokratischen Weg, unabhängig von der jeweiligen politischen Gesinnung der partizipierenden Personen. Zudem wäre es interessant, die Volksbewegung gegen das AKW Kaiseraugst im Vergleich mit anderen neuen sozialen Bewegungen genauer zu betrachten. Insbesondere dank der Analyse der Friedens- oder der Frauenrechtsbewegung können sich neue spannende Zusammenhänge erschliessen lassen.



Ulisse Camponovo, 1998 | Tremona, TI

**Liceo cantonale di Mendrisio**

Docenti: Stefania Bianchi, Alberto Azzi

**Valutazione del lavoro espressa dall'esperto**

Dr. Gianni Tavarini

L'autore, nell'indagare l'importanza delle fiere e delle relazioni commerciali per la sopravvivenza e lo sviluppo di una popolazione essenzialmente agricola, ha selezionato con intelligenza il materiale bibliografico esistente, arricchendolo con la consultazione di un archivio privato, la pubblicazione di fonti iconografiche e l'elaborazione di grafici e cartogrammi. Ne esce un quadro che mostra la complessità delle relazioni non solo economiche, ma anche politiche e sociali, che hanno caratterizzato la storia del territorio a sud delle Alpi fino alla metà dell'Ottocento.

**Menzione: eccellente****Premio speciale Swatch Group****Borghie e vie di uomini e merci. Fiere e reti mercantili della Svizzera italiana dall'età dei baliaggi al giovane Cantone**

La ricerca è incentrata sugli scambi commerciali nella Svizzera italiana dall'epoca dei baliaggi alla nascita del canton Ticino con particolare attenzione per gli intensi traffici con la vicina Lombardia. È evidente che l'ambito economico risulta essere strettamente correlato a quello politico; di conseguenza si è resa necessaria una contestualizzazione storica per presentare sommariamente le varie forme di governo susseguite nel corso dei secoli. Le relazioni commerciali con la vicina Penisola trovano conferma nei documenti d'archivio, mentre l'analisi di opere storiografiche sul tema ha permesso di indagare le origini dei mercati e delle fiere presenti sul territorio e di localizzarle geograficamente. Sono state poste sotto la lente pure le vie di transito e lo sviluppo delle stesse che, prima della nascita del Cantone, si presentavano in pessime condizioni e poco capillari.

**Argomento**

Il presente lavoro si prefigge di indagare aspetti di ordine socio-economico riguardanti la storia della Svizzera italiana nei secoli XVI-XIX. Nella sua prima parte sono stati presentati i diversi ordinamenti politici; quindi ci si è chiesti quali fossero le reti commerciali della Svizzera italiana e quali prodotti vi transitassero. Nella seconda parte ci si è focalizzati sui mercati e sulle fiere, in particolare valutando se queste avessero importanza prettamente locale oppure un'influenza transnazionale.

**Metodologia**

Buona parte delle riflessioni esposte sono state elaborate consultando fonti primarie, perlopiù inedite, conservate presso gli archivi di Bellinzona, Lugano, Mendrisio, Stabio e di collezionisti privati. I dati ottenuti sono poi stati comparati e completati con quelli proposti in opere storiografiche sul tema. Le notizie ricavate direttamente da fonti archivistiche sono state illustrate tramite elaborazioni grafiche ed immagini d'epoca.

**Risultati**

Composite sono le informazioni raccolte durante la stesura del lavoro. Per quanto attiene al ruolo avuto dalle autorità in ambito economico, dall'analisi delle mete si è potuto dimostrare come fosse il landfogto in accordo con le comunità a determinare il prezzo delle merci. Molti erano i documenti emanati dai balivi che avevano come oggetto questioni riguardanti gli scambi, basti pensare alle grida che stabilivano la tariffa delle monete o ancora alle «fedi» e alle «patenti d'estrazione del grano». Tutto ciò ha permesso di comprendere quanto l'economia in età preindustriale fosse controllata. L'analisi delle numerose fonti archivistiche ha inoltre consentito di mettere in evidenza le intense relazioni commerciali con il Nord Italia e insieme di chiarire quali merci venissero commerciate in maggiore misura. La costruzione di una mappa, partendo da un

esaustivo elenco delle fiere presenti nella Svizzera italiana negli anni Trenta dell'Ottocento, ha messo in risalto la disposizione geografica delle stesse lungo gli assi viari, così come la forte vocazione fieristica della regione. Lo studio della cartografia relativa alle vie di comunicazione ha permesso invece di rilevare che è stato necessario attendere i primi anni di vita del Cantone per disporre di vie di comunicazioni efficienti e libere da dazi e pedaggi.

**Discussione**

Un attento lavoro di indagine sui documenti è sfociato nella costruzione di una carta tematica sui «malossari» presenti alla fiera del bestiame di Lugano fra la metà del Seicento e la fine del Settecento che ha confermato l'ipotesi iniziale secondo cui le fiere presenti sul territorio avessero una portata di tipo internazionale. Inoltre i prodotti commerciati hanno svelato – non senza sorpresa – l'abbondante varietà delle merci in transito: non solo beni fondamentali per la vita quotidiana (grano, sale, carne...), ma anche oggetti curiosi (bottoni, aghi...).

**Conclusioni**

Il lavoro di ricerca ha permesso di avere uno sguardo generale sull'evoluzione dei commerci nella Svizzera italiana fra il XVI e il XIX secolo. Ciò ha consentito di valutare come le relazioni commerciali con la Lombardia abbiano origini molto antiche e come si siano protrette nel tempo raggiungendo anche i mercati transalpini. Per questa ragione l'importanza della fiera luganese tende ad aumentare con il tempo; questo aspetto si presta a ulteriori ricerche sull'evoluzione del fenomeno fieristico tramite l'analisi comparativa di documenti dei secoli successivi. Ci si potrebbe inoltre concentrare maggiormente sul ruolo che i dazi e i pedaggi hanno avuto nell'evoluzione dei commerci, tematica che volutamente – considerata la vastità e la complessità del tema – è stata toccata solo marginalmente.

**Schweizerische Alpine Mittelschule Davos**

Lehrerin: Ladina Alioth

**Würdigung durch den Experten**

Prof. Dr. Andreas Vieli

Fabia Castelmur hat in einer aufwendigen Feldstudie den Wasserabfluss von Blockgletschern im Zusammenhang mit dem Klimawandel untersucht. Für diese aktuelle und anspruchsvolle Fragestellung hat sie in Pionierarbeit und mit hohem Engagement einen umfassenden Felddatensatz erhoben und diesen mit einer beeindruckenden Gründlichkeit analysiert. Die Interpretation besticht dabei durch eine differenzierte Abwägung der Datengrundlage und den überlegten Einbezug von Unsicherheiten. Dass Blockgletscher als Wasserressource in den Alpen unbedeutend sind, ist eine wichtige und wegweisende Schlussfolgerung.

**Prädikat: sehr gut**

Fabia Castelmur, 2000 | Davos Platz, GR

**Rock glaciers as a long-term source of water in the Davos region**

Field measurements were carried out on a rock glacier in the Davos region to determine whether or not rock glaciers are a substantial freshwater source. The field experiment included manual and automatic measurements of water runoff, water temperatures and estimations of precipitation and snowmelt on the rock glacier. When considering uncertainties in the collected data, I found that rock glacier runoff mostly consists of precipitation and snowmelt and that the «missing» discharge downstream is likely caused by evapotranspiration and infiltration into the ground. It can be concluded that rock glaciers are no substantial freshwater source since the blocky surface preserves the ice from substantial melting.

**Introduction**

Since glaciers are melting, an additional source of freshwater is endangered. High montane regions and dry mountain regions such as in Asia and South America might face water scarcity in the future due to glacier recession and climate change. In both cases, rock glaciers could provide the water to overcome water shortages since they contain substantial volumes of ice, which is protected by a surface layer consisting of rock debris. The project focused on measurements of rock-glacier runoff to determine whether or not rock glaciers are a substantial freshwater source. Additionally, it investigated if heat waves, as experienced in summer 2018, promote ice-melting. Data was collected during field measurements over 5 weeks in the summer of 2018 and later evaluated.

**Methods**

First, the rock glacier areas were determined using the swisstopo map and a permafrost map. In the field, the flow rate was determined using both manual and automatic methods: A Thomson-weir was set up and a water-level logger was installed. The water temperatures were measured at the springs of the glacier and in the pool, which was created by the weir. The water temperatures were measured to verify the origin of the water, which should constantly be below 1°C for a rock glacier, due to the influence of ice melt. In addition, precipitation and snowmelt were estimated to determine the amount of water in the stream that is not from melted ice. To determine the precipitation, radar data of the catchment area was used. The snowmelt was estimated by taking aerial images before and after the observation period.

**Results**

The area of the chosen rock glacier is 153,000 m<sup>2</sup> and there are 149 rock glaciers with a total area of 133 km<sup>2</sup> in the investigation area around Davos. The measured water temperatures showed that the water coming out of the rock glacier at the springs was constantly below 1°C, and they showed a diurnal cycle. The water temperatures

measured at the pool also showed a diurnal cycle. Additionally, the water temperatures became slightly warmer during the observation period. Over the 5-week period of observation, the measured runoff quantity was determined to be 38 million litres of water, the precipitation was estimated to be 130 million litres of water and the snowmelt was calculated to be 32 million litres of water.

**Discussion**

The measured water temperatures show that the water had direct contact with ice or snow and might even originate from melted ice. Furthermore, the diurnal cycles in temperature that were measured at the pool are due to the weir, which held the water back and gave it time to heat up. The increasing water temperature trend over the observation period can be attributed to the high air temperatures in summer 2018. The measurements of the flow-rate quantity might be incorrect due to the weir being leaky. The precipitation might be inexact since radar data was used and the amount was not measured on site. Also, the calculated amount of snowmelt might be inaccurate due to technical problems with the drone during the first flight.

**Conclusions**

It was concluded that rock-glacier runoff consists mostly of snowmelt and precipitation. The stream runoff varied diurnally, which indicates snowmelt. Additionally, it can be said that the water running off the rock glacier either was in contact with ice or was melted ice itself and that hot weather has no considerable impact on the melting of the ice. Despite substantial uncertainties in the data, the relative dimensions of the measured runoff values seem robust. In addition, 126 million litres of water were lost due to infiltration into the ground and evapotranspiration. Although no exact estimate of rock-glacier runoff could be given, it can be concluded that rock glaciers are not a substantial fresh water source, since their ice is well preserved by the insulating debris layer at the surface.



Cinzia D'Adamo, 2000 | Zuoz, GR

**Lyceum Alpinum Zuoz**  
Lehrer: Peter Frehner

**Würdigung durch die Expertin**  
Lisa Wildi

Cinzia D'Adamo zeigt in ihrer Arbeit gekonnt auf, wie die Berichterstattung über den Wettlauf zum Mond sich in der DDR und der BRD unterschieden haben. Sie geht erst auf die Geschichte der Propaganda sowie auf die Medienlandschaften beider Länder ein, bevor sie Beiträge von zwei Zeitungen vergleicht. Die Arbeit überzeugt durch die systematische Vorgehensweise bei der Analyse der Zeitungsartikel und durch die sprachlich und inhaltlich bestechende Präsentation der Analyseergebnisse. Sie bietet eine faszinierende Perspektive auf einen Aspekt des Kalten Krieges, die Zeitungspropaganda.

**Prädikat: gut**

## Propaganda im Kalten Krieg – eine Analyse der Berichterstattung im Vergleich zwischen DDR und BRD am Beispiel des Wettlaufs zum Mond

Im Kalten Krieg waren sich in keinem anderen Land der demokratisch-kapitalistische und der totalitär-sozialistische Block so nahe wie in Deutschland. Durch aggressive Propaganda in zahlreichen Medien versuchten die beiden Weltmächte, die Weltbevölkerung von der Überlegenheit des eigenen Systems zu überzeugen. Dementsprechend wurden die DDR und BRD von der Propaganda des jeweiligen Systems beeinflusst. Die Arbeit vergleicht die Zeitungsberichterstattung in beiden Ländern anhand des Wettlaufs zum Mond, der 1956 durch den Abwurf des sowjetischen Satelliten Sputnik eingeläutet wurde. Während die Frankfurter Allgemeine Zeitung in der BRD neutral und informativ berichtete, wurden im Propagandaorgan der SED, Neues Deutschland, die Erfolge der Sowjetunion stark propagandistisch genutzt und diejenigen der USA relativiert.

### Fragestellung

Der Wettlauf ins All hielt die Menschheit während eines Jahrzehnts in seinem Bann. Die Medien nahmen diesbezüglich eine grosse Bedeutung ein. Die Arbeit deckt in der Hinsicht Unterschiede zwischen Ost und West auf und geht folgenden Fragen nach:

- Inwiefern äusserten und unterschieden sich die Berichterstattungen von sechs Etappen im Wettlauf zum Mond in den beiden deutschen Staaten in propagandistischer Hinsicht?
- Fand im Laufe des Jahrzehnts ein Wandel in der Berichterstattung statt und wie entwickelte sich das mediale Interesse?

Es wurde angenommen, dass die Propaganda in der DDR deutlich präsenter war und dass im Laufe des Jahrzehnts das mediale Interesse abnahm.

### Methodik

Um die Fragestellung zu beantworten, wurden insgesamt 155 Artikel der Zeitungen Neues Deutschland und Frankfurter Allgemeine Zeitung analysiert. Diese behandelten drei sowjetische und gleich viele US-amerikanische Erfolge beim Wettlauf ins All. Die Artikel der Zeitung Neues Deutschland waren über ein Online-Archiv zugänglich, diejenigen der Frankfurter Allgemeine (FAZ) über das elektronische Archiv der Zentralbibliothek Zürich.

### Ergebnisse

Die Berichterstattung der beiden Zeitungen unterschied sich deutlich. Während bei sowjetischen Erfolgen in der Zeitung Neues Deutschland die Errungenschaft mit der Überlegenheit des Sozialismus in Verbindung gebracht und propagandistisch ausgenutzt wurde, versuchte man US-amerikanische Erfolge durch heftige Kritik am Kapitalismus zu relativieren. Oft wurden Informationen verheimlicht, um dem Image der Sowjetunion nicht zu schaden. In der FAZ war die ideologische Propaganda zwar deutlich weniger präsent,

dennoch schimmerte bei US-amerikanischen Siegen eine Sympathie für die USA durch. Ein weiterer Unterschied war die Meinungsfreiheit, die in der Frankfurter Allgemeinen, im Gegensatz zu ihrer Gegenspielerin in der DDR, gelebt wurde. Das eigene System wurde in der BRD auch kritisch betrachtet, was in der DDR nie der Fall war. Das mediale Interesse war bis zur Mondlandung in beiden politischen Systemen gross. In der DDR nahm das mediale Interesse jedoch ab, in der BRD nahm es zu. Dies lässt sich wahrscheinlich durch die Angehörigkeit zum jeweils erfolgreicherem System erklären.

### Diskussion

Die Suche und Auswertung der Zeitungsartikel erwies sich als deutlich komplizierter, als gedacht. Die Arbeit bestätigt die Annahme, dass in der DDR die Zensur und Propaganda in der Berichterstattung viel präsenter war als in der BRD. Die These zur Abnahme des medialen Interesses kann nur teilweise bestätigt werden, da dies nur in der DDR der Fall war. Die Arbeit kann jedoch keine allgemeingültigen Antworten zu den Forschungsfragen bieten, da der Vergleich der Inhalte zweier Tageszeitungen nicht genug ist, um aussagekräftige Resultate über die Printmedienlandschaft zweier ganzer Staaten zu erhalten.

### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Analyse geben einen Einblick in die unterschiedlichen Berichterstattungen und die Propaganda der damaligen Zeit. In beiden deutschen Staaten wurde der Wettlauf zum Mond medial stark thematisiert. In der Zeitung der DDR stand die Propaganda im Zentrum der Berichterstattung, während man in der FAZ die ideologische Überlegenheit weniger thematisierte. Durch die Analyse weiterer Zeitungsberichte könnten weitere Aspekte der Propaganda erforscht werden. Auch könnte die Arbeit um die Analyse von Fernseh- oder Radiosendungen ergänzt werden. In der DDR sind aufgrund der strengen Zensur keine grossen Abweichungen von den Forschungsergebnissen zu erwarten.

**Gymnasium am Münsterplatz**  
Lehrerin: Eleonora Spasojevic

**Würdigung durch den Experten**  
Dr. Fritz Franz Vogel

Clara Dratva erhellt in ihrer Arbeit «Ohne Dings kein Bums», wie sich das Volk anhand von plakativer Gesundheitswerbung aufklären liess und wie es die privaten Sexualpraktiken entsprechend änderte. Sie zeigt auf, dass nicht alle Akteure am selben Strick zogen und unterschiedliche Meinungen vertraten, wie (s)explizit Aufklärung in Bild und Text sein darf. Die Bildanalysen bezeugen, warum die Kampagnen auch im internationalen Vergleich so erfolgreich, ja populär wurden. Die staatliche Gesundheitsdoktrin, gepaart mit bester Schweizer Grafik, ist nämlich das Kernstück dieses nachhaltigen Erfolgs.

**Prädikat: gut**



Clara Dratva, 2000 | Basel, BS

## Ohne Dings kein Bums – Analyse der Aids-Prävention-Plakatkampagne des Bundesamts für Gesundheit (BAG) zwischen 1987 und 2017

In den 1980er-Jahren kam eine neue Krankheit auf, die bis heute 35 Millionen Tote forderte. Die Rede ist von Aids, eine der grössten und gefährlichsten Geschlechtskrankheiten. 1987 startete die STOP-AIDS-Kampagne in der Schweiz, die nationale Aidspräventionskampagne des Bundesamts für Gesundheit (BAG). Die Kampagne sollte über die Ansteckungsmöglichkeiten des HI-Virus aufklären und legte den Fokus auf die Eigenverantwortung und Aufklärung der Bevölkerung, um das Aids-Virus einzudämmen. Die Kampagne war für die damalige Zeit ziemlich provokant und durchbrach diverse Tabus. Die Plakate mit Kondomen und der Thematik Sex waren ausserdem erfolgreich in ihrer Wirkung. Mithilfe der STOP-AIDS-Kampagne des Bundesamtes für Gesundheit gingen die Aids-Fallzahlen deutlich zurück. In meiner Arbeit beschäftige ich mich mit der Veränderung und den gleichbleibenden Faktoren der STOP-AIDS-Kampagnen in den letzten dreissig Jahren. Die Inhalte der Plakate haben sich über die Jahre stark gewandelt und orientierten sich stets an der Erfahrung und am Wissensstand der Schweizer Bevölkerung.

### Fragestellung

Die Angst und Präsenz von Aids ist in der Schweiz stark zurückgegangen. Trotzdem lanciert das BAG jährlich Plakatkampagnen, die vor Aids warnen. Die Kontinuität dieser Kampagne und ihre Entwicklung in den letzten 30 Jahren interessierten mich. Meine Fragestellung lautet: *Inwiefern hat sich die HIV/Aids-Präventions-Plakatkampagne des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) von 1987 bis 2017 verändert?*

### Methodik

Ich habe zwei Untersuchungsmethoden benutzt: die qualitative Bildanalyse und die quantitative Inhaltsanalyse. Insgesamt wurden 205 Plakate der STOP-AIDS-Kampagne des BAG zwischen 1987 und 2017 in die Analyse einbezogen. Mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse konnte ich wiederkehrende Muster und Kategorien erarbeiten, indem ich fünf zufällig ausgesuchten Plakate beschrieb. Die Kategorien wurden in ein Analyseraster eingefügt, mit dem ich alle 205 Plakate analysieren konnte. Damit liessen sich die Veränderungen und die gleichbleibenden Faktoren während der letzten dreissig Jahre bezüglich Inhalt, Darstellung, Botschaft und Zielgruppe aufzeigen.

### Ergebnisse

Aus der Analyse wird ersichtlich, dass auf 94 Prozent aller Plakate die Allgemeinbevölkerung angesprochen wird. Auf 47 Prozent aller Plakate sind Menschen dargestellt. Tendenziell wird in den späteren Jahren der Kampagnen mehr sexuelle Interaktion zwischen Menschen gezeigt. Ab 2003 wird das STOP-AIDS-Logo zu Love Life abgeändert. Das Logo ist als wichtiger Bestandteil der Kampagne auf 193 der 205 Plakate zu sehen. Das Kondom als Präventionsmittel wird zwischen 1987 und 2017 konstant propagiert, zudem ist es beinahe

auf allen Plakaten vorhanden. Andere Präventionsmittel, die auf den Plakaten propagiert werden, sind u. a. Aidstests, Treue und saubere Spritzen. Die Prävention von HIV/Aids ist auf 80 Prozent der Plakate die Hauptintention. Ab 2011 werden andere Geschlechtskrankheiten (Syphilis, Chlamydien usw.) in die Kampagne aufgenommen. Weitere Intentionen der Kampagne in den Anfangsjahren sind die Solidarität gegenüber Aidskranken sowie die Klärung diverser Vorurteile über Aids.

### Diskussion

Das Ziel der Kampagne war stets die Aufklärung der breiten Schweizer Bevölkerung. Das BAG besitzt andere Hilfsmittel, um spezifischen Risikogruppen (Drogenabhängige, Migranten/Migrantinnen usw.) zu helfen, weshalb diese selten die Zielgruppe sind. Das Kondom ist seit 30 Jahren das Hauptpräventionsmittel und daher sehr präsent – selbst das Logo beinhaltet ein Kondom. Über die Jahre werden gelegentlich andere Intentionen und Präventionsmittel propagiert, je nach aktuellen Gesellschaftsthemen und Resonanz. Die Kampagne wird im untersuchten Zeitraum immer freizügiger, tabuisierte Themen werden öfter und spezifischer dargestellt. Die Plakate verändern sich also zusammen mit der Gesellschaft: Um Aufmerksamkeit zu erzeugen, müssen sie stets ein wenig Provokation beinhalten.

### Schlussfolgerungen

Durch die Analyse konnten ästhetische, thematische und soziologische Veränderungen erkannt werden. Der Kern der Kampagne ist jedoch derselbe geblieben. Die Hauptbotschaft ist seit 30 Jahren, die Bevölkerung auf eine kreative und provokante Art vor Aids zu warnen.



Gregory Ebeling, 1999 | Geroldswil, ZH

**Rämibühl-Realgymnasium**

Lehrer: Jürg Zbinden

**Würdigung durch den Experten**

Dr. Fritz Franz Vogel

Gregory Ebeling fokussiert in seiner mit 250 Belegstellen sehr umfangreichen Ikonografie auf das Mannsbild. Er konstatiert nicht nur eine Versplünderung in Myriaden von Projektionen und Identitätselementen. Er stellt ebenso eine Art «Leidbild» der Männlichkeit fest angesichts gesellschaftlicher Erwartungen. Werbung als Quasi-kunstform kapriziert sich dabei auf die Fotografie, die immer wieder neue (Zerr)spiegelungen hervorbringt. Dass in den untersuchten Mediatopen «Oasen der Verwegenheit» überleben, ist ein Beweis, dass der feministische Herrschaftsdiskurs mit männlicher Verve pariert wird.

**Prädikat: hervorragend**Sonderpreis Schweizer Jugend forscht  
100% Design - The London Design Festival

## Männlichkeit im Wandel der letzten 20 Jahre - Der Mann in der Anzeigenwerbung unter Göttern, Desperados und Gentlemen

In einer Zeit der schleichenden Auflösung historisch gewachsener Sozialformen und einer Entzauberung gängiger Normvorstellungen wirkt das Weibliche in Politik wie Alltag aufsehenerregend, gar subversiv. Das Infragestellen herkömmlicher Abbildungstraditionen von Männlichkeit hingegen spielt sich abseits des öffentlichen Diskurses vorwiegend im inneren Dialog mit uns selbst ab, ohne dass wir uns dabei der «Konstruiertheit» dieses gesellschaftlichen Entwurfs bewusst würden. So bildet in meiner Arbeit die explorative, kommunikationswissenschaftliche Untersuchung des männlichen Selbstverständnisses als Inszenierungsgegenstand werblicher Fiktion in den vergangenen zwei Jahrzehnten das Kernthema.

**Fragestellung**

Was ist in dieser Zeit weiblicher Autonomiebestrebungen und kollabierender Geschlechterrollen aus der einst so prominenten Figur des starken Mannes geworden? Eine mögliche Antwort hierzu liefert uns die plakative Anzeigenwerbung, in der sich das Spannungsfeld widerstreitender, volatiler Geschlechterverständnisse in einem Gewirr zwischen tradierten und neuartigen Rollenbildern niederschlägt. Werbung stellt dem Betrachter bzw. der Betrachterin aber keineswegs nur eine Palette ausgewählter Informationen bereit, sie überzeugt, sie ästhetisiert, ja sie inszeniert geradezu ihre fiktiv konstruierten und motivisch überhöhten Narrative. Gerade deswegen bildet sie eine interessante Ausgangslage für eine Analyse der Darstellung des modernen Mannes.

**Methodik**

Als Untersuchungsgrundlage für die Analyse des werblichen Verständnisses von Männlichkeit entschied ich mich für rund 240 Inserate in gesamthaft zehn Ausgaben zweier hinsichtlich des Themenspektrums sowie des Leserschaftsprofils gegensätzlicher Männer-Lifestyle-Zeitschriften, der «Gentlemen's Quarterly» sowie der «Men's Health». Die zeitlichen Eckpunkte der Untersuchung setzten die beiden Referenzjahre 1997 und 2017. Die Analysen führte ich einerseits innerhalb eines der beiden Referenzjahre wie auch vergleichend über die beiden Dekaden hinweg durch, jeweils in Form einer detailliert-ikonografischen Fein- und einer statistisch-qualitativen Grobanalyse. Als methodischer Unterbau diente dabei das sogenannte «qualitative Inhaltsanalyseverfahren», das uns ein zunächst rein quantitatives Analyseinteresse systematisch um interpretative Auswertungsaspekte erweitern lässt.

**Ergebnisse**

Anhand der Untersuchung dreier vorgängig formulierter Leithypothesen konnte ich die zentralen Umbruchprozesse im bunten Kaleidoskop moderner Männlichkeitskonzeptionen in sechs konzipierten Erklärungssträngen umreissen. Überdies habe ich mithilfe des Begriffspaars «Individualisierung» und «Globalisierung»

einen prozessualen Erklärungsansatz erarbeitet, der die Erosion eines kulturhistorischen Habitus westlicher Gesellschaften als Hauptursache für die unüberschaubare Bedeutungserweiterung und den damit unmittelbar verknüpften Substanzverlust des Begriffs Männlichkeit, ja der «Atomisierung» des Lebens selbst begreift.

**Diskussion**

Während die Vielschichtigkeit des werblichen Konstruktionsprozesses letztlich dazu führt, dass meine Arbeit nur bei systeminhärenter Betrachtung ihre Schlüssigkeit behält, hat das gewählte Analyseverfahren aber auch massgebliche Vorteile: Erstens sind wir dank der direkten Untersuchung von Männlichkeit als werblichem Zeichen nicht mehr – wie sonst üblich – auf Erkenntnisse aus dem Weiblichkeitsdiskurs angewiesen. Zweitens erkennen wir den gesellschaftlichen Umbruch dank der werblichen Funktionalisierung akzentuierter und klarer als bei einer soziologischen Analyse. Und drittens ist der von mir betrachtete Zeitraum untersuchungstechnisches «Neuland», wodurch der Männlichkeitsdiskurs mit neuem Untersuchungsmaterial gewissermassen als Generationsfrage betrachtet werden kann.

**Schlussfolgerungen**

Trotz der zunehmenden Entstandardisierung des Geschlechterverständnisses gelang es mir mittels der synchronen und diachronen Analysen, ein differenziertes Bild der ausgemachten Männlichkeitsdarstellungen zu Beginn und am Ende der betrachteten Untersuchungsperiode sowie der zugrundeliegenden Wandlungs- und Ausdifferenzierungsprozesse zu zeichnen. Ob Werbung aber als «Quasikunstform» gar Mitverursacherin gesellschaftlichen Wertewandels oder ein blosses Spiegelbild desselben ist, wie es bei werblichen Männlichkeitsbildern um politische Implikationen steht und welchen Realitätsbezug die Werbung dabei für sich beansprucht, bleibt vorerst offen. Schliesslich zeigt meine Arbeit exemplarisch auf, dass Fragen wie jene, was «Männlichkeit» denn eigentlich sei, wohl universell formuliert, aber doch nur singular beantwortet werden können.

**Gymnasium am Münsterplatz**

Lehrer: Massimo Pieri

**Würdigung durch den Experten**

Prof. Dr. Jacques Kuhn-Sigg

Josephine Eberhardt bearbeitet die Situation von Unfallopfern, Opfergeschädigten im Schweizerischen Schadenausgleichssystem, deren Begleitung, Herausforderungen und Wege durch verschiedene Instanzen im Staats-, Rechts- und Versicherungswesen. Dank professioneller Interviewpartner ist diese Arbeit aktuell, lesenswert und praxisorientiert. Diese Arbeit macht aufmerksam, wie weitere wichtige Schritte im Haftpflichtversicherungsrecht wirtschaftlich und politisch zu überlegen und zu realisieren wären.

**Prädikat: sehr gut**

Josephine Eberhardt, 1999 | Basel, BS

## Unfallopfer in der Schweiz - Unfallgeschädigte im Schweizerischen Schadenausgleichssystem

Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über die herrschenden Bedingungen unter denen Unfallopfer in der Schweiz ihren Anspruch auf Schadenersatz und Genugtuung durchsetzen. In dieser Untersuchung werden verschiedene Perspektiven von Parteien und Anspruchsgruppen betrachtet, die sich im Kampf um die Behandlung der Unfallopfer in der Schweiz gegenüberstehen. Diese Arbeit zeigt auf der Grundlage einer eigenen Unfallerfahrung der Autorin mittels Interviewtechnik und Analyse einschlägiger schweizerischer und ausländischer Rechtsliteratur die Lücken des schweizerischen Rechtssystems in Bezug auf die Schadenausgleichspraxis auf und vergleicht diese mit anderen europäischen Ländern. Als wichtigste Schlussfolgerung geht hervor, dass sich Verbesserungen im schweizerischen Schadenausgleichssystem aufdrängen. Dazu gehören v. a. die Abschaffung der Gerichtskostenvorschüsse für Unfallopfer, die Übertragung der Beweislast der erlittenen Verletzung und ihre Folgen auf die Haftpflichtversicherung und die Anwendung einer Methode zur Berechnung von Schadenausgleichssummen.

**Fragestellung**

Die finanziellen, körperlichen sowie seelischen Folgen, die nach einem Unfall auftreten können, führen zum Thema Schadenersatz und Genugtuung. Das Schweizer Rechtssystem wird allgemein als positiv und fair beurteilt, doch gilt dies auch in Bezug auf die Entschädigungspraxis von Unfallopfern? Die Entschädigungssummen, die an Unfallopfer bezahlt werden, werden generell als tief beurteilt. Aber wie sehen diese Summen im internationalen Vergleich aus und was sind mögliche Gründe und Ursachen für diese Zurückhaltung bei der Entrichtung dieser Entschädigungen.

**Methodik**

Um das schweizerische Schadenausgleichssystem genauer zu untersuchen und mit ausländischen Systemen zu vergleichen, wurden verschiedene Bücher, Studien und Artikel zu diesem Themenbereich durchgearbeitet. Es wurde zudem die Frage nach dem Einsatz einer Methode zur Berechnung fairer und national und international vergleichbarer Genugtuungs- und Schadenersatzsummen untersucht. Um die verschiedenen Perspektiven zum Thema Schadenersatz zu betrachten, wurden Interviews mit unterschiedlichen Beteiligten im Schadenausgleichssystem durchgeführt. Dazu gehörten Vertreter von Versicherungsgesellschaften, Haftpflichtversicherer, Unfallopfer, Ärztinnen und Ärzte und Anwältinnen und Anwälte. Für die kritische Betrachtung der Rolle der Haftpflichtversicherer wurden verschiedene Internetquellen und Zeitungsartikel herangezogen.

**Ergebnisse**

In der Schweiz gesprochene Genugtuungssummen liegen teilweise deutlich unter denen anderer Länder. Im Ländervergleich zeigt sich, dass Genugtuungs- und Schadenersatzsummen negativ mit dem Pro-Kopf-Einkommen eines Landes korreliert sind. Dies bedeutet, dass in armen Ländern vergleichsweise höhere Summen bezahlt werden und umgekehrt. Scheitert die aussergerichtliche Schadenregulierung, muss das Unfallopfer im Gerichtsprozess die Prozess-

kosten vorfinanzieren und alle prozessrelevanten Tatsachen selbst beweisen. Das in der Schweiz praktizierte Schadenersatzsystem steht teilweise im Widerspruch zu mehreren Artikeln der Europäischen Menschenrechtskonvention. Diese fordern das Recht auf ein faires Verfahren mit gleich langen Spiessen.

**Diskussion**

Die zentrale Fragestellung, ob Unfallopfer in der Schweiz ausreichend geschützt sind, konnte mithilfe von Resultaten aus verschiedenen Untersuchungen beantwortet werden. Der Vergleich der Entschädigungssummen zeigt teilweise massive Unterschiede auf. Diese sind einerseits auf das Fehlen einer einheitlichen Methode bei der Berechnung der Entschädigungssummen und andererseits auf die grossen Unterschiede der gesellschaftlichen Werte im internationalen Vergleich zurückzuführen. Ob der Einsatz einer solchen einheitlichen Methode den gewünschten Effekt erzielt und dem Einzelfall gerecht werden kann, müsste aber noch genauer untersucht werden. Der Fokus liegt nicht auf den Versicherungsgesellschaften und ihrer Interessenlage, sondern auf dem gesellschaftlichen Umfeld und den bestehenden gesetzlichen und methodischen Grundlagen des Schadenausgleichs.

**Schlussfolgerungen**

Unfallopfer in der Schweiz werden, auch im Vergleich zu einigen anderen Ländern in Europa, schlecht geschützt. Sie befinden sich in der schwächeren Position im Kampf um den Zuspruch von Schadenersatz und Genugtuung. Für eine gerechte und faire Behandlung von Unfallopfern sind Verbesserungen der gesetzlichen und methodischen Grundlagen der Schadenregulierung erforderlich. Dazu gehören u. a. die Abschaffung des Gerichtskostenvorschusses für Unfallopfer, die Umkehr der Beweislast und die Anwendung einer Methode zur Berechnung von Schadenausgleichssummen.



Isabelle Franzen, 2000 | Niederweningen, ZH

**Kantonsschule Zürich Nord**

Lehrerin: Rahel Reich

**Würdigung durch die Expertin**

Christine Stuber

Mit der sorgfältigen, akkuraten Übersetzung einer bisher schwer zugänglichen Abhandlung des holländischen Gelehrten Christiaan Huygens leistet die Autorin schon Beachtliches. Erst recht vermag sie mit ihrem wissenschaftlichen Kommentar zu überzeugen, der den Text einer breiten Öffentlichkeit erschliesst und anschaulich die mechanischen, physikalischen und astronomischen Grundlagen, auf denen die beschriebene Apparatur beruht, erläutert. Ausserdem gibt die Einleitung einen fundierten Einblick in das geistige Umfeld des Gelehrten. Eine in ihrem fächerübergreifenden Ansatz beeindruckende Arbeit.

**Prädikat: sehr gut****Rerum coelestium scientia: Das Himmelsbild von Christiaan Huygens aus dem 17. Jahrhundert**

In meiner Arbeit übersetzte ich Christiaan Huygens' lateinischen Text *Descriptio Automatii Planetarii* zum Aufbau seines Planetariums und zur Astrophysik im 17. Jahrhundert. Ein wissenschaftlicher Kommentar veranschaulicht die komplexen mechanischen, physikalischen und mathematischen Beschreibungen. Huygens Bedeutung als Wissenschaftler wird im geschichtlichen Kontext analysiert und durch einen Brückenschlag in die moderne Astrophysik ergänzt.

**Fragestellung**

Im 17. Jahrhundert erlebte die Naturwissenschaft eine Revolution. Neudenker erweiterten mit kreativen Ideen und präziser Forschung den Wissensstand. Der Naturwissenschaftler Christiaan Huygens trug dazu bei. In meiner Arbeit untersuchte ich den damaligen Wissensstand der Naturwissenschaft und ging der Frage nach, wer Christiaan Huygens war und wie sich seine Forschungen – speziell sein lateinischer Text *Descriptio Automatii Planetarii* (DAP) – in die Wissenschaftsgeschichte einfügen. Der Text beschreibt die Funktionsweise des von Huygens konstruierten Planetariums. Huygens führt in die Himmelsmechanik des Sonnensystems ein und erklärt die Konstruktion seines Werkes mittels mathematischer Methoden. Das Hauptziel war die Übersetzung des unerforschten Textes und ein wissenschaftlicher Kommentar zur formulierten Physik im zeitgenössischen Kontext. Abschliessend untersuchte ich heutige Kenntnisse über unser Sonnensystem in einem Vergleich mit der Astronomie des 17. Jahrhunderts.

**Methodik**

Zur Beantwortung der Fragen recherchierte ich die Geschichte der Naturwissenschaften, wobei ich den Fokus auf die Scientific Revolution im 17. Jahrhundert legte. Wichtig war, mich nicht auf die Physik zu beschränken, sondern die Arbeitsweise der Wissenschaftler zu berücksichtigen. Auch die Mathematik – grundlegend für jeden naturwissenschaftlichen Bereich – zog ich in Betracht. Um Huygens' Einfluss auf die Naturwissenschaften deutlich zu machen, fügte ich eine Biographie zu Huygens an. Abschliessend verfasste ich die wortwörtliche Übersetzung des Textes, die ich durch umfassende Recherchen zur Himmelsmechanik und Physik ergänzte. Um den Text leserfreundlich darzustellen, paraphrasierte ich einen Grossteil der Übersetzung und ergänzte diese um Kommentare sowie bildliche Darstellungen. Untersuchungen zur modernen Astrophysik vervollständigten meine Arbeit.

**Ergebnisse**

Huygens erwies sich durch die Verbindung von Geometrie und Physik als Katalysator der Scientific Revolution. Sei es als Leiter der französischen Akademie, als Entdecker des ersten Saturnmondes

Titan, als Erfinder einer Pendeluhr oder als Entwickler seiner Lichttheorie. Meine Übersetzung legt die Konstruktionsweise des achteckigen Planetariums, basierend auf dem Kopernikanischen Weltbild und den Kepler'schen Gesetzen, erstmals offen. Die Forschungen ergaben, dass die Planetenkonstellation durch eine Uhr zu jedem Datum naturgetreu dargestellt werden kann. Die Bewegung der Uhr wird über Achsen und Zahnräder in Bewegungen für die einzelnen Planeten übersetzt. Deren Verhältnisse berechnete Huygens aufgrund von Messungen zu Umlaufdauer, Umlaufbahn und Neigungsachse. Unser Bild des Sonnensystems wurde seit Huygens durch zwei Planeten sowie den Asteroiden- und den Kuipergürtel ergänzt. Heute propagiert die Theorie des «Planet Nine» einen weiteren Planeten im Sonnensystem, der bisher nur berechnet wurde. Mit der Cassini-Huygens-Mission drangen zwei Sonden durch die Atmosphären von Saturn und Titan und lieferten Hinweise zu deren Beschaffenheit.

**Diskussion**

Huygens' Text DAP blieb lange Zeit unerforscht. In meiner Arbeit wird er erstmals sorgfältig übersetzt, kommentiert und mit Erläuterungen zur Physik verständlich gemacht. Mithilfe der Übersicht über die Naturwissenschaft im 17. Jahrhundert und über Huygens' Werke gelang es mir, die Bedeutung des Textes in den historischen Kontext einzuordnen. Mit einem abschliessenden Vergleich zu Projekten der modernen Astronomie beschrieb ich den stetigen Fortschritt in der Naturwissenschaften. Alle Leitfragen konnten zufriedenstellend beantwortet werden. Auch die Methodenwahl war adäquat.

**Schlussfolgerungen**

Mit meiner Arbeit wird Huygens' Text DAP verständlich, wodurch die Konstruktion des Planetariums erst nachvollziehbar wird. So konnte ich den unbekanntem Naturwissenschaftler Huygens und seine beeindruckenden Werke honorieren. Sein Beitrag zur Scientific Revolution war durch seine präzise Arbeitsweise und sein Talent, Praxis und Theorie verbinden zu können, immens. Er bereicherte zahlreiche Fachbereiche in der Mathematik und der Physik und revolutionierte mit seinen Erfindungen sein Umfeld mit langanhaltenden Effekten.

**Gymnasium Hofwil**

Lehrer: Dr. Thomas Schwitter

**Würdigung durch die Expertin**

Dr. Antonia Schmidlin

Anna Katharina Funk befasste sich mit Kinderhexenprozessen des 17. Jahrhunderts. Nebst bereits erschlossenen Fällen spürte sie im Staatsarchiv Bern weitere Fälle auf, transkribierte und analysierte sie unter Einbezug der Fachliteratur. Dabei ging sie äusserst umsichtig vor und lässt uns damit auf eindrückliche Weise teilhaben am Schicksal der betroffenen Kinder und Jugendlichen und am voraufklärerischen Denken der Menschen. Die Arbeit überzeugt durch einen gekonnten Umgang mit Quellen und Forschungsliteratur und zeichnet sich durch eine grosse sprachliche und interpretatorische Sorgfalt aus.

**Prädikat: hervorragend****Sonderpreis Schweizer Jugend forscht  
100% Design - The London Design Festival**

Anna Katharina Funk, 2001 | Jegenstorf, BE

**Kinderhexenprozesse. Mit Beispielen aus den Kantonen Bern und Waadt.**

Das Phänomen der frühneuzeitlichen europäischen Hexenprozesse stösst in der Forschung wie auch bei einer breiteren Leserschaft auf grosses Interesse. Erst seit den 1990er-Jahren jedoch finden auch Kinderhexenprozesse vermehrt Beachtung. Die Arbeit beschäftigt sich mit sechs frühneuzeitlichen Kinderhexenprozessen gegen Kinder und Jugendliche im Alter von sechs bis neunzehn Jahren, die in den Kantonen Bern und Waadt stattgefunden haben. Zwei weitere Fälle werden kurz erwähnt; sie stellen allerdings keine typischen Kinderhexenprozesse dar. Bei der Auseinandersetzung mit den Fällen von Kinderhexen wird die Frage nach den jeweiligen Gründen gestellt, die das Kind in Hexereverdacht gebracht haben. Die Arbeit ist in einen Theorieteil und mehrere Quellenanalysen gegliedert. Im Theorieteil werden die zeitlichen Hintergründe erarbeitet, die als Grundlage für die nachfolgenden Quellenanalysen dienen. Durch die Transkription der Quellen und anschliessende Quellenanalyse und -interpretation werden die Ursachen ermittelt, die zum Hexereverdacht geführt haben. Dabei werden in dieser Arbeit drei Fälle dargestellt, die in der Literatur bisher keine Erwähnung gefunden haben.

**Fragestellung**

In Bern und der von 1536 bis 1798 von Bern besetzten Waadt sind vom späten 16. Jahrhundert bis in die Mitte des 17. Jahrhunderts etwa 3500 Personen wegen Hexerei angeklagt worden. Die Ausgangsfrage der Arbeit war, ob es in Bern und der bernisch besetzten Waadt neben den Hexenprozessen gegen Erwachsene auch Kinderhexenprozesse gegeben hat. Nach einigen Recherchen konnte diese Frage bejaht werden. In Bezug auf die behandelten Fälle wurden folgende Fragen untersucht:

- **Was waren die unmittelbaren Ursachen für die Verwicklung der Kinder in Hexenprozesse?**
- **Welche tiefer liegenden Gründe haben die Stigmatisierung eines Kindes als Hexe begünstigt und gefördert?**

**Methodik**

Die meisten (Kinder-)Hexenprozesse haben in der Frühen Neuzeit stattgefunden. Es war daher nötig, sich zu Beginn der Arbeit mit bereits vorhandener Literatur zu diesem Zeitraum und mit dem Phänomen der Hexenprozesse auseinanderzusetzen. Anschliessend wurden Quellenanalysen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden handschriftliche amtliche Dokumente verwendet, die im Staatsarchiv Bern aufbewahrt werden. Drei der in der Arbeit behandelten zentralen Fälle werden bereits in der Sekundärliteratur erwähnt, allerdings nur knapp und zum Teil nicht genügend mit Quellenangaben belegt. Die für die Arbeit verwendeten Schriften mussten transkribiert und analysiert werden, um die möglichen Gründe für den jeweiligen Kinderhexenprozess in Erfahrung zu bringen. Die Erkenntnisse wurden anschliessend verglichen.

**Ergebnisse**

Aus der Analyse geht hervor, dass sich der Prozess jeweils an der Familienzugehörigkeit des Kindes, an Fremd- oder Selbstbeschuldigungen entzündet hat. Begünstigt wurde die Stigmatisierung eines

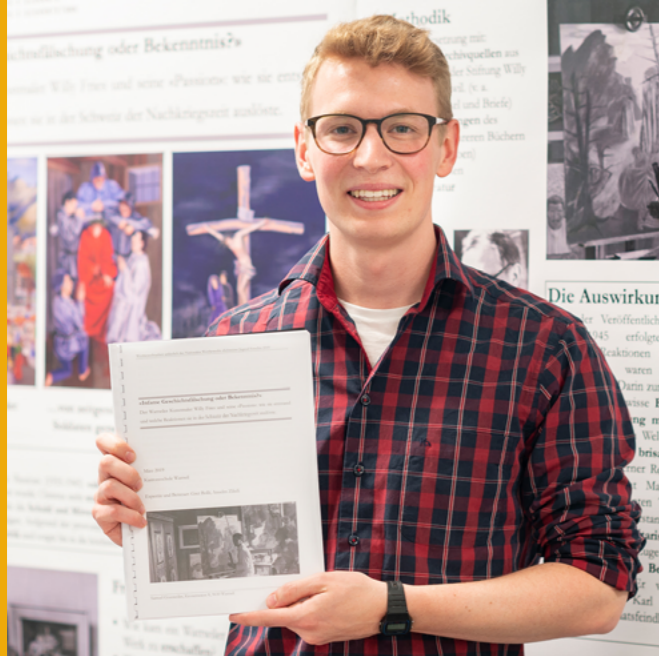
Kindes als Hexe bspw. durch schwierige soziale und familiäre Verhältnisse, auffälliges Verhalten oder mangelnde schulische Bildung. Hinzu kommt, dass Kinder magische Vorstellungen leicht annehmen, da diese ohnehin Bestandteil des kindlichen Weltbildes sind. Bei einigen Kindern entsteht der Eindruck, dass sie durch ihre Selbstbezeichnungen auf Vernachlässigung aufmerksam machen wollten. Der Prozess besitzt dadurch eine Hilferuf-Funktion. Andere Kinder erfüllten durch ihre Selbstbeschuldigung die Erwartungen der Erwachsenen, bei denen sie als ungezogen und verdorben galten.

**Diskussion**

Für jedes Fallbeispiel ist es gelungen, die Anlässe und die tiefer liegenden Gründe für die Prozesse in Erfahrung zu bringen. Das Verfahren des Quellenstudiums mit Transkription, Analyse und Interpretation der Quellen hat sich bei der Untersuchung der Fälle bewährt. Da sich die Arbeit auf sechs Fälle beschränkt, handelt es sich um eine qualitative und keine quantitative Untersuchung.

**Schlussfolgerungen**

Mit dieser Arbeit wird erstmals eine detaillierte Fallbehandlung von sechs Kinderhexenprozessen aus den Kantonen Bern und Waadt vorgelegt. Um die Nachforschungen zu vertiefen, wäre es möglich, im Staatsarchiv Bern oder auch in anderen Archiven nach weiteren Fällen zu suchen. Gerade in der Waadt sind noch viele Prozessakten unbearbeitet. Zudem sollten auch bekannte Fälle überarbeitet werden, um eventuell vorhandene Unstimmigkeiten innerhalb der vorhandenen Sekundärliteratur zu korrigieren. Abschliessend lässt sich festhalten, dass das Feld der Kinderhexenforschung in Bern und der Waadt noch weitgehend unerforscht ist und viel Raum für weitere Recherchen bietet.



Samuel Gossweiler, 2000 | Wattwil, SG

**Kantonsschule Wattwil**

Lehrerin: Gret Bolli

**Würdigung durch den Experten**

Anselm Zikeli

Samuel Gossweiler hat die zeitgeschichtlich-politischen Ereignisse mit der Person Willy Fries und seiner «Passion» verbunden. Neugierde, Begeisterung und kritisches Reflektieren ist offensichtlich. Methodisch und sprachlich zeugt die Arbeit von hoher Qualität. Das Forschungsergebnis aus Literaturrecherchen, Archivarbeit, der Einbezug «Berner Kirchenstreit» und Gespräche mit Zeitzeugen aus Fries' Verwandtschaft eröffnet noch nicht erkannte, nicht publizierte Zusammenhänge. Von persönlicher Reife zeugt die Folgerung im Schlusswort: Geschichte aufarbeiten und daraus eigene Verantwortung erkennen.

**Prädikat: hervorragend**

Sonderpreis Willy Fries Stiftung

## «Infame Geschichtsfälschung oder Bekenntnis» - Der Wattwiler Kunstmaler Willy Fries und seine «Passion»: wie sie entstand und welche Reaktionen sie in der Schweiz der Nachkriegszeit auslöste

Die Arbeit untersucht die Geschichte hinter dem Kunstwerk «Die Passion» des weitgehend in Vergessenheit geratenen Wattwiler Kunstmalers Willy Fries (†1980) - ein 18-teiliger Bildzyklus, der 1945 veröffentlicht wurde. Im Werk wurde die Passion Jesu Christi in die Schweiz der damaligen Zeit versetzt. Willy Fries malte Schweizer Bürger, Pfarrer und zeitgenössische Soldaten, die Christus verurteilen und kreuzigen. Dies führte zu anstössigen Darstellungen. Einerseits wird in der Arbeit der Werdegang des Malers aufgearbeitet, andererseits werden die Auswirkung des Werks und die Reaktionen darauf in der Schweizerischen Presse untersucht. Insbesondere 1950 geriet es aufgrund seiner Darstellungen im Zuge eines brisanten politischen Konflikts im Kanton Bern heftig in Kritik. Unter dem Gesichtspunkt des angegriffenen Werks werden diese Ereignisse sowie der Antikommunismus in der Schweiz der Nachkriegszeit ebenfalls beleuchtet.

**Fragestellung**

Die Fragestellungen wurden in drei Themenbereiche eingeteilt, denen die Gliederung und der Aufbau der Arbeit entsprechen.

- Erstens: Wie kam ein Wattwiler dazu, ein derartiges Werk zu erschaffen? Wie ist der Künstler hinter dem Werk zu verstehen?
- Zweitens: Was wollte der Künstler mit der «Passion» bewirken? Wollte er nur provozieren? Was rechtfertigt seine Intention?
- Drittens: Was bewirkte das Werk tatsächlich? Wie wurde es in der Schweiz wahrgenommen, und welche Reaktionen löste es aus und wieso?

**Methodik**

Nebst der Auseinandersetzung mit der historischen Fachliteratur wurden die Ergebnisse der Arbeit durch intensive Archivarbeit und -forschung im Archiv der Stiftung Willy Fries in Wattwil gewonnen. Die Beantwortung der Fragen, die Willy Fries betreffen, stützt sich auf dessen eigene Erinnerungen, die er in mehreren Büchern niedergeschrieben hat. Zur Untersuchung der Reaktionen auf das Werk und dessen Auswirkung wurden über 150 Archivquellen - mehrheitlich Zeitungsartikel, aber auch Briefe - gesichtet, ausgewertet und geordnet.

**Ergebnisse**

Willy Fries hielt sich 1929-1934 im Rahmen seiner Studien und Ausbildung zum Kunstmaler in Berlin auf, wo er den Aufstieg des Nationalsozialismus und die einsetzende systematische Diskriminierung der Juden hautnah miterlebte. Durch die Freundschaft mit einer Mitstudentin wandte er sich dem christlichen Glauben zu und fand zur «Bekennenden Kirche» - einer geistigen Widerstandsbewegung reformierter Christen, die sich gegen die drohende Gleichschaltung der Kirche durch das NS-Regime wehrten und Stellung für die jüdischen Mitbürgerinnen und Mitbürger bezogen. Das Erlebte in Berlin verarbeitete Fries ab 1935 in Wattwil mit den Arbeiten an der «Passi-

on». Christus steht im Werk stellvertretend für die Juden. Die Reaktionen darauf kamen grösstenteils von religiöser Seite und befürworteten und verteidigten es durchwegs. Im «Berner Kirchenstreit» zwischen dem Berner Regierungsrat und späteren Bundesrat Markus Feldmann und dem Theologen Karl Barth, indem es um das Verhältnis von Kirche und Staat im West-Ost-Konflikt ging, zeigte sich demgegenüber, dass man sich über das Werk bis in die höchsten Regierungskreise auch stark ereiferte. Die Darstellung Schweizer Soldaten, die Christus peinigen, wurde vom Politiker Feldmann als antimilitaristische Provokation und - angesichts der kommunistischen Bedrohung im Osten - gar als staatsfeindlich angesehen. Dafür machte er Karl Barth verantwortlich, der in dieser Zeit einen grossen Einfluss auf die religiösen Kreise ausübte.

**Diskussion**

Die Erinnerungen des Malers mussten stets kritisch betrachtet werden, jedoch konnte ihre Historizität durch zahlreiche Archivquellen sowie der Auseinandersetzung mit der Fachliteratur geprüft und weitgehend belegt werden. Weiterhin konnten die Reaktionen in der Presse aufgrund ihrer einseitigen Herkunft nicht repräsentativ für die breite Bevölkerung genommen werden.

**Schlussfolgerungen**

Die Erlebnisse in Berlin prägten Willy Fries entscheidend. Mit der «Passion» wollte er einerseits sich selbst und seinen Schweizer Mitbürgerinnen und Mitbürgern die Verantwortung und Schuld gegenüber dem jüdischen Volk im Zweiten Weltkrieg bewusst machen und andererseits aus seiner tiefen Gläubigkeit heraus in einer dunklen Zeit auf die hoffnungsvolle Botschaft des Evangeliums hinweisen. Angesichts der Politik des «vollen Bootes» hatte dies seine Berechtigung. Verstanden wurde das Werk fast nur von religiöser Seite, von politischer wurde es im Zuge des Antikommunismus bisweilen komplett missverstanden.

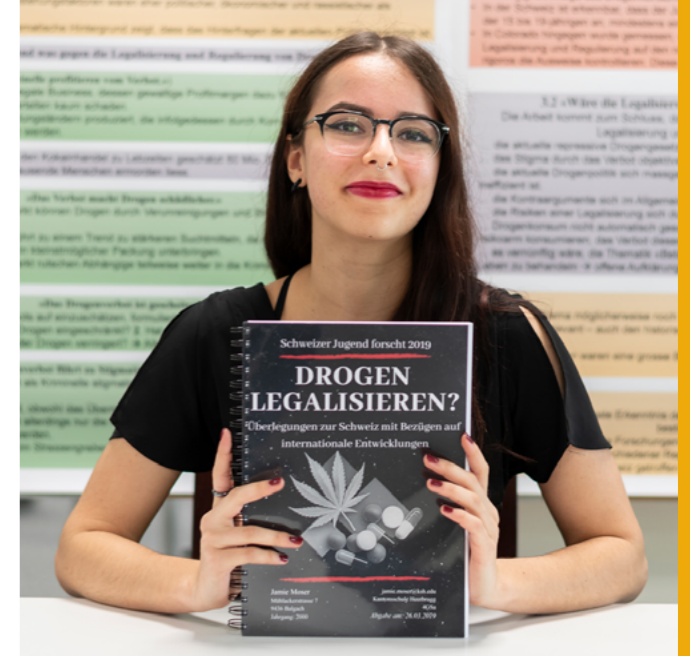
**Kantonsschule Heerbrugg**

Lehrer: Marc Caduff

**Würdigung durch die Expertin**

Hallie Batschelet

Zur Beantwortung ihrer Fragestellung hat Frau Moser augenscheinlich viel Arbeit hineingesteckt und mit vier Schweizer Experten Interviews geführt, um deren Aussagen geschickt in den Text einfließen zu lassen. Hervorzuheben ist die sehr detaillierte und vielseitige Recherche sowie der Miteinbezug von bereits umgesetzten liberaleren Drogenpolitikmodellen anderer Länder in die Diskussion, ob eine Umsetzung auch in der Schweiz möglich wäre. Die Aktualität und gesellschaftliche Relevanz dieses sehr umstrittenen Themas unterstreicht die Wichtigkeit, darüber eine Arbeit zu verfassen.

**Prädikat: sehr gut**

Jamie Moser, 2000 | Balgach, SG

## Drogen legalisieren? Überlegungen zur Schweiz mit Bezügen auf internationale Entwicklungen

Das Ziel dieser Arbeit war, die aktuelle Drogenpolitik der Schweiz zu untersuchen und einzuschätzen, ob es sinnvoll sei, Drogen zu legalisieren und im legalen Markt zu regulieren. Um dies herauszufinden, wurden drei Fragen gestellt, die unter anderem durch Interviews mit Personen mit nahem Bezug zur Drogenthematik beantwortet wurden. Es wurde einiges an globaler Literatur zur Recherche verwendet, obwohl die Schweizer Politik im Zentrum der Arbeit stand. Die Gründe hierfür waren die internationale Entwicklung der Drogengesetzgebung und die globale Aktualität des «Drogenproblems». Die Arbeit begann mit der Erforschung der Geschichte des Betäubungsmittelgesetzes. Hierbei kamen bereits Fakten zum Vorschein, die zum Hinterfragen dieses Gesetzes führten. Anschliessend wurde auf die einzelnen Argumente eingegangen, die häufig in der Debatte um Drogenlegalisierung vorgebracht werden. Aus der Analyse dieser Argumente wurde der Schluss gezogen, dass eine liberalisierende Drogenpolitik, vor allem von einem gesundheitlichen und sozialen Standpunkt aus betrachtet, vernünftig ist. Das Lesen dieser Arbeit ist für Personen ideal, die sich für die Drogenproblematik interessieren, da in ihr relevante Aspekte vertieft werden, die der Öffentlichkeit nur am Rande bekannt sind.

**Fragestellung**

Der Umgang mit Drogen ist vielerorts ein aktuelles Thema. In dieser Arbeit wurde der Aspekt der Legalisierung und Regulierung illegaler Drogen beleuchtet. Der Fokus lag dabei auf der Analyse der verschiedenen Argumente innerhalb dieser Debatte. Die zentrale Frage war, ob die Legalisierung und Verschiebung der Drogen vom Schwarzmarkt in den legalen Markt sinnvoll sei. Darüber hinaus erschien es mir als wichtig, der Geschichte des Betäubungsmittelgesetzes auf den Grund zu gehen.

**Methodik**

Für die Beantwortung meiner Fragen recherchierte ich vorwiegend in der Literatur und im Internet. Zusätzlich führte ich Interviews mit zwei Nationalräten, einem Polizisten und einem Suchtberater. Die Interviews wurden nicht systematisch analysiert, sondern in den Fliesstext der einzelnen Kapitel integriert. Die vorliegende Arbeit ist in zwei Teile unterteilt, wobei sich der erste mit der schweizerischen Drogenpolitik an sich beschäftigt, und es im zweiten Teil um die Debatte der Drogenlegalisierung geht. Am Ende wurden beide Teile zur Konklusion zusammengefasst und eingeordnet. Zudem wird eine Antwort auf die Frage, ob Drogenlegalisierung sinnvoll sei, gegeben.

**Ergebnisse**

Ein für mich spannender Aspekt dieser Arbeit war der historische. Anders als oft angenommen, ging es bei der Entstehung des Drogenverbots kaum um die Gesundheit, sondern vorwiegend um ökonomische und sogar rassistische Interessen. Dieser nicht unproblematische Ursprung zeigt, dass das Hinterfragen der aktuellen Gesetzeslage durchaus berechtigt ist. Auf der Grundlage der Recherche stellte sich heraus, dass die jetzige Drogenpolitik eher auf Willkür und Glaubenssätzen beruht als auf Fakten. Zudem fiel

mir auf, dass sich die Argumente gegen die Legalisierung meist leichter entkräften liessen als die Proargumente. Daraus resultierte meine Erkenntnis, dass eine schrittweise und vorsichtige Änderung im Gesetz in Richtung Legalisierung und Regulierung von Drogen eine vernünftige Zukunftsentwicklung ist.

**Diskussion**

Mein gewähltes Thema hat einen grossen Umfang, den ich eventuell weiter hätte einschränken können. Ich empfand jedoch alle Aspekte der Arbeit als relevant - auch den historischen, der auf den ersten Blick nicht viel mit der Debatte um Drogenlegalisierung zu tun haben scheint. Interviews zu führen halte ich für eine Bereicherung meiner Forschungsarbeit, allerdings denke ich retrospektiv auch, dass bei deren Umsetzung viel Verbesserungsraum blieb. Ausserdem hätte es teilweise interessanter sein können, Personen mit gefestigteren Meinungen zu befragen.

**Schlussfolgerungen**

Für mich persönlich war die wohl wichtigste Erkenntnis aus meiner Forschungsarbeit die Feststellung, dass in der Drogenthematik viele lang bestehende Vorurteile die öffentliche Meinung und das politische Handeln bestimmen. Das Ziel dieser Arbeit ist unter anderem, hierfür das Bewusstsein zu wecken. Als spannende weiterführende Forschungen empfinde ich praktische Studien über die Regulierung von Drogen, wie dies bezüglich Cannabis als Pilotprojekt in Schweizer Städten bereits geplant ist. Auch eine umfassende Analyse verschiedener Regulierungssysteme in unterschiedlichen Ländern könnte interessant sein, mit der eine Prognose der besten Umsetzung für die Schweiz getroffen werden könnte. Als Ergänzung könnte es ausserdem interessant sein, eine Studie über die Schädlichkeit von Drogen in der Schweiz durchzuführen, wie David Nutt dies im Vereinigten Königreich getan hat.



Livia Nora Müller, 1999 | Staffelbach, AG

### Neue Kantonsschule Aarau

Lehrerin: Patricia Hongler

### Würdigung durch die Expertin

Barbara Gerhardt

Livia Nora Müller erforscht mit verschiedenen und aufwändigen Methoden, ob Geschichte als Interpretation von Vergangenheit verstanden, profitabel genutzt wird. Sie ermittelt eine gewinnbringende Zusammenarbeit von Universität, Tourismus und Museum für die Vermarktung eines Jubiläums. Auf den Spuren der Queen Victoria sucht sie zudem potenzielle Erinnerungsorte auf und entdeckt das Fehlen einer Darstellung oder Inszenierung des 150-Jahr-Jubiläums. Die Arbeit weist schlussendlich auch auf die Schwierigkeit als Forschungsgegenstand umzugehen.

Prädikat: gut

## Queen Victoria in der Schweiz - Eine Untersuchung des Jubiläumsjahres 2018

Die Arbeit «Queen Victoria in der Schweiz» behandelt die Darstellung und Wahrnehmung des Jubiläumsjahres 2018 zur Schweiz Reise der Queen im Jahr 1868. Sie beleuchtet die Sichtweisen des Tourismus, der Geschichtswissenschaft sowie der Situation vor Ort. Die Informationsbeschaffung und Recherchen erfolgten durch drei verschiedene Methoden. Die Ergebnisse wurden im Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit, ihre Chancenverwertung und den Profit miteinander verglichen. Bei der Chancenverwertung wird klar, dass die beiden Institutionen ihre guten Ausgangslagen genutzt haben, um Profite zu erzielen. Vor Ort konnten keine Auswirkungen festgestellt werden. Nun bleibt noch die Frage offen, wer am meisten profitiert hat.

### Fragestellung

Im Zentrum steht die Verknüpfung von vergangenen Ereignissen mit einer Aktualität. Die Schweiz war schon im 19. Jahrhundert eine Anlaufstelle für britische Monarchen, die die Schweiz «friedlich erobert haben» sollen. So kam es, dass auch Queen Victoria die Schweiz 1868 bereiste. Dank dieser Reise wurde ein regelrechter Tourismusboom bei der Bevölkerung des Vereinigten Königreichs Grossbritannien und Irland ausgelöst. Die Arbeit untersucht den heutigen Einfluss der Schweiz Reise der Queen vor 150 Jahren. So lautet die Leitfrage der Arbeit: Wie wird im Jubiläumsjahr 2018 die Reise von Queen Victoria dargestellt und wahrgenommen?

### Methodik

Für die Bearbeitung der Leitfrage wurden drei verschiedene Methoden angewendet. Für die Informationsbeschaffung zur Sicht des Tourismus wurden zwei schriftliche Befragungen durchgeführt. Die Sicht der Geschichtswissenschaft auf das Jubiläumsjahr wurde anhand eines halbstrukturierten Interviews in Erfahrung gebracht. Die Erkundung wurde als letzte Methode gewählt, um sich ein Bild von der herrschenden Situation an den Erinnerungsorten – damalige Reiseziele der Queen Victoria – zu machen.

### Ergebnisse

Die drei angewendeten Methoden konnten die jeweiligen Positionen präzisieren, somit wurden folgende Ergebnisse ermittelt. Ein wichtiger Aspekt in der Wahrnehmung ist die Hoffnung. Der Tourismus sowie die Geschichtswissenschaft erhoffen sich durch eine höhere Besucherzahl mehr Profit. Zudem schätzen die beiden Institutionen die Zusammenarbeit untereinander. Der Profit wird von beiden Institutionen anders gedeutet. Für den Tourismus ist mit Profit der finanzielle Gewinn gemeint. Die Geschichtswissenschaft sieht ihren Profit im gesteigerten Interesse an einem geschichtlichen Thema und den Forschungsprojekten rund um die Thematik Jubiläumsjahr 2018. Vor Ort konnte nichts Ungewöhnliches ermittelt werden. Die Orte haben sich nicht aktiv an der Darstellung des Jubiläumsjahres beteiligt.

### Diskussion

Die drei Positionen wurden miteinander verglichen. In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit profitiert der Tourismus von den höheren Besucherzahlen und dem damit verbundenen Gewinn. Die Historiker vermitteln die geschichtlichen Fakten rund um das Jubiläumsjahr 2018. Das damit verbundene Publikum erhöht die Wirtschaftlichkeit der Geschichtswissenschaftler\*innen. Vor Ort lassen sich weder positive noch negative wirtschaftliche Konsequenzen feststellen. Im Bereich der Chancenergreifung haben sowohl der Tourismus als auch die Geschichtswissenschaft ihre Chancen optimal genutzt, da sie Projekte und eine Ausstellung lancierten, die sich auszahlen. Die untersuchten Orte haben ihre gute Ausgangslage hingegen nicht genutzt, um Projekte zu lancieren. Somit ist die Chancenergreifung ungenügend. Die Frage, wer am meisten profitiert hat, lässt sich durch die effektiv gestiegene Besucherzahl beantworten, denn der Tourismus hat Projekte lanciert, die bei der Bevölkerung sehr gut angekommen sind. Dies führte zu einem höheren Profit.

### Schlussfolgerungen

Das Jubiläumsjahr wurde vor allem vom Tourismus durch Projekte dargestellt. Somit ist es verständlich, dass der Tourismus das Jubiläumsjahr als Hoffnung deutet. Diese besteht aus höheren Besucherzahlen, die mit Gewinn verbunden sind. Die Historiker nehmen das Jubiläumsjahr als Chance wahr, um zum einen ihre Forschungsprojekte voranzutreiben und zum anderen ein allgemein grösseres Interesse an der Geschichtswissenschaft zu wecken. Die drei Reise-destinationen stellen sich als wenig informativ dar. Bei den vorgenommenen Erkundungen wurde festgestellt, dass weder die Wahrnehmung über das Jubiläumsjahr noch die Darstellung vor Ort vorhanden ist.

### Liceo Cantonale di Lugano 1

Docente: Gabriele Piffaretti

### Valutazione del lavoro espressa dall'esperto

Prof. Dr. Luigi Lorenzetti

Lo studio prende spunto dalle vicende di alcuni membri della famiglia D'Adami, partiti alla volta della California nel corso della seconda metà dell'Ottocento, per ricostruire le relazioni tra i migranti e i famigliari rimasti a casa e per interrogarsi sui motivi che, ancora oggi, spingono i loro discendenti a coltivare il ricordo di quell'esperienza. Incrociando fonti di varia natura – tra cui le lettere conservate nell'archivio di famiglia – lo studio delinea «normalità» e «peculiarità» del percorso di questa famiglia collocandolo all'interno della storia dell'emigrazione ticinese oltremare.

Menzione: molto buono



Caroline Savi, 2000 | Ponte Capriasca, TI

## Da scia e da la dal pozz

Questo lavoro analizza un capitolo della storia dell'emigrazione che ha riguardato il Cantone Ticino tra la metà del XIX e i primi del XX secolo. Viene delineato il quadro storico che fa da sfondo al tema e si ricostruisce la storia di una famiglia ticinese che è stata confrontata con l'emigrazione in California. Si descrive la partenza dei famigliari nel Nuovo Mondo e le loro vicissitudini. La ricerca si focalizza inoltre sulle relazioni intercorse tra i membri emigrati e quelli rimasti in Ticino, dalla partenza a oggi. Il lavoro è arricchito e completato da una serie di interviste ai discendenti e da un ampio apparato documentario e iconografico.

### Argomento

Nella casa dei miei antenati a Contra si sono conservate le lettere e le fotografie inviate dai parenti emigrati in California nella seconda metà del XIX secolo ai loro famigliari rimasti in Ticino. Cosa ci raccontano questi documenti? Ci permettono di ricostruire la storia della mia famiglia? Si tratta di una storia che ricalca quella delle altre famiglie ticinesi dell'epoca? Qual è stato il destino di chi è emigrato? Nel corso di 153 anni i famigliari emigrati in America e quelli rimasti in patria sono rimasti costantemente in contatto; quali ne sono i motivi? Cosa ci spinge a mantenere i legami con persone con cui condividiamo lo stesso passato?

### Metodologia

Per la realizzazione della ricerca ho utilizzato le metodologie proprie della scienza storica. Ho delineato la contestualizzazione storica tramite un'ampia ricerca bibliografica. Le fonti di partenza sono costituite dalle lettere e altri documenti ritrovati nell'archivio privato di famiglia. Ho chiesto poi a due parenti americani di fornirmi le fonti conservate negli USA. L'indagine in internet ha permesso di recuperare ulteriore documentazione che ha completato la ricostruzione della storia famigliare. Ho proceduto con le interviste a un parente americano in forma scritta e a uno svizzero con registrazione orale e trascrizione; ho confrontato i dati con quelli dei documenti e quelli estrapolati dalla consultazione dell'archivio di Stato a Bellinzona e quello Diocesano a Lugano. La scelta metodologica attuata si ispira alla scuola della «microstoria».

### Risultati

Dalla famiglia di Gian Giacomo e Teresa D'Adami costituitasi nel 1839 sono nati 19 figli, di cui 7 emigrano in California e uno in Australia. La mia analisi ha approfondito le figure di due fratelli, Carlo e Giacomina, per i quali dispongo di una maggiore documentazione rispetto agli altri. Carlo emigra nel 1866 a San Francisco dove lavora come cameriere, in seguito acquista un ranch nella contea di Solano, si sposa e riesce a costruirsi un'ottima posizione socio-economica, giungendo persino a costruire una chiesa, e ad integrarsi perfettamente nella nuova realtà. Giacomina raggiunge il fratello

nel 1883 e sposa un compatriota, svolgendo la mansione di casalinga. Essa si ambienta con più fatica ed esprime una grande nostalgia verso il paese d'origine, soprattutto quando rimane l'ultima sopravvissuta in America della sua famiglia. Anche se appare in secondo piano in quanto donna, dalle lettere emerge una forte personalità con grande sensibilità.

### Discussione

Tramite la bibliografia ho ottenuto un'esaustiva panoramica dell'emigrazione ticinese nel XIX secolo. La ricerca ha permesso la precisa ricostruzione della storia dei D'Adami e ha fornito elementi sconosciuti a entrambe le parti della famiglia. I D'Adami rappresentano un esempio di famiglia ticinese emigrata oltremare. Si evidenziano però delle specificità, tra cui la motivazione della partenza, dettata non dalla necessità ma dal desiderio di migliorare la propria condizione economica. Dalle interviste emerge un forte senso di appartenenza tra i famigliari e il desiderio di coltivare la memoria storica della famiglia. Quasi nulli gli scambi etnoculturali: in America non si sono conservate tradizioni ticinesi.

### Conclusioni

La ricerca ha permesso di colmare delle lacune nella ricostruzione storica della famiglia D'Adami. Ciò è stato realizzato tramite la lettura, la trascrizione e l'analisi delle fonti, l'approfondimento bibliografico, il confronto tra le interviste e la navigazione in internet. Tra i famigliari emigrati e quelli rimasti in patria si sono mantenuti dalla partenza a tutt'oggi dei contatti, da inscrivere nel transnazionalismo evidenziato dalle interviste proposte. La ricerca potrebbe essere ampliata, per esempio risalendo nella genealogia, approfondendo le figure degli altri fratelli o indagando aspetti emersi durante la stesura del lavoro, come l'affiliazione alla massoneria dei ticinesi in America, il non ritorno in patria.





Anna Sprute, 1998 | Locarno, TI

**Liceo cantonale di Locarno**  
Lehrerin: Melanie Kerner, Cristina Martini

**Würdigung durch den Experten**  
Prof. Dr. Edzard Schade

Anna Sprute verfolgt das ehrgeizige Ziel, die Entwicklung der Kriegspropaganda des Deutschen bzw. Dritten Reichs und der Sowjetunion an der «Ostfront» vor und während des Zweiten Weltkriegs auf der Ebene der Propagandastrategie, -infrastrukturen und der eingesetzten Flugblätter zu vergleichen. Ihr gelingt ein lesenswerter, methodisch vielfältiger Beitrag zu einem Forschungsfeld, das noch Forschungslücken aufweist. Trotz einer schmalen Theoriebasis gelingt der Autorin ein systematischer und insbesondere bei den Flugblättern anschaulich illustrierter Propagandavergleich.

**Prädikat: sehr gut**

## Das Propagandawunder an der Ostfront. Die Entwicklung des deutschen Flugblatts im Zweiten Weltkrieg gegen die Sowjetunion und die Darstellung der Machtfiguren in der Kriegspropaganda.

Das Ziel dieser Arbeit ist, die Entwicklung der Flugblattpropaganda des Dritten Reichs und der Sowjetunion an der Ostfront von 1941 bis 1945 zu vergleichen. Der erste Teil liefert den dazu nötigen geschichtlichen Kontext und setzt die Entwicklung der psychologischen Kriegsführung in Zusammenhang mit dem Kriegsgeschehen. Im zweiten Teil liegt der Fokus hingegen auf der Analyse und dem Vergleich zwischen den deutschen und den sowjetischen Flugblättern. Aus dieser Arbeit sind viele Gemeinsamkeiten in Bezug auf die Gestaltung und die benutzten Strategien hervorgegangen, wie die Farben, Themen und die Unterscheidung der Darstellung der Machtfiguren in zwei Kategorien. Trotzdem gab es auch signifikante Unterschiede, die vor allem auf die Ziele und die verschiedenen Ideologien zurückgeführt werden können. Wichtig ist, dass die Kombination von Erfolgen im Krieg und eine gut geplante und durchdachte Propagandaaktion ungläubliche Ergebnisse liefern konnten, von denen man zu wenig weiss.

### Fragestellung

Wie war es möglich, dass in drei Monaten rund 43 000 sowjetische Soldaten auf die Seite der Wehrmacht überliefen, und was haben die Karikaturen auf den Flugblättern damit zu tun? Die Flugblattpropaganda an der Ostfront ist ein eher wenig untersuchtes Thema, obwohl die psychologische Kriegsführung im Zweiten Weltkrieg eine so grosse Rolle spielte wie nie zuvor. Die Arbeit stellt die Frage ins Zentrum, wie sich die Flugblattpropaganda des Dritten Reichs und der Sowjetunion von 1941 bis 1945 entwickelt hat und welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten es zwischen den Flugblättern der beiden Nationen gibt. Ausserdem wird die Darstellung von Machtfiguren und deren Funktion als Propagandamittel untersucht.

### Methodik

Die Arbeit besteht aus zwei Hauptteilen: Im ersten Teil liegt der Fokus auf dem logistischen und theoretischen Teil, während sich der zweite Teil auf die Bildanalyse und den Vergleich konzentriert. Da es sehr schwierig ist, zu diesem Thema direkte Quellen zu finden, basiert der erste Teil hauptsächlich auf einer Recherche nach verschiedener Sekundärliteratur. Ausserdem analysierte ich die deutschen Statistiken, die anzeigen, wie viele sowjetische Soldaten auf die Seite der Wehrmacht wechselten. Für den zweiten habe ich ca. 200 Flugblätter nach verschiedenen Kriterien wie Farbe, Text-Bild-Verhältnis, Thema usw. analysiert. 43 dieser Flugblätter gingen direkt in meine Arbeit ein.

### Ergebnisse

Die deutsche und sowjetische Flugblattpropaganda musste sich im Laufe des Krieges immer wieder anpassen und veränderte sich in den vier Jahren sowohl auf organisatorischer als auch auf inhaltlicher Ebene. Es gibt bedeutsame Gemeinsamkeiten zwischen den Flugblättern, z. B. die Farben (schwarz, weiss, rot). Die Themen sind in beiden Fällen hauptsächlich der Tod, die Aussichtslosigkeit der Situation, die Kritik am gegnerischen Regime und aktuelle politische Themen. Ausserdem stellten beide Nationen gegnerische Machtfiguren

auf den Flugblättern dar. Diese lassen sich wiederum in beiden Fällen in zwei Typen kategorisieren: der mächtige und erbarmungslose Herrscher, der seine Soldaten in den Tod treibt, und der kleine und launenhafte Staatsmann, der keine Hoffnung auf Erfolg hat. Beide Darstellungen der Machtfiguren führten bei guter Planung der Propagandaaktion zu einem psychologischen Konfliktzustand bei den Soldaten. Zusammen mit realen Kriegserfolgen führte dies dazu, dass zwischen August und Oktober 1941 rund 43 600 sowjetische Soldaten auf die Seite der Wehrmacht wechselten.

### Diskussion

Um die Ergebnisse der Arbeit zu bestätigen und konkretere Daten zur Anzahl der Flugblätter mit bestimmten Themen, Entwicklung von Bild-Text-Verhältnis oder Produktion der Flugblätter zu bekommen, wäre eine systematische Analyse weiterer Flugblätter notwendig. Ausserdem wäre es interessant, in Russland nach weiteren Dokumenten über die organisatorischen Aspekte der psychologischen Kriegsführung zu suchen. Die Resultate sind dennoch zufriedenstellend, weil sie einen guten Überblick über das Thema geben und zentrale Gemeinsamkeiten und Unterschiede hervorheben.

### Schlussfolgerungen

Einerseits zeigt die Arbeit den theoretischen und organisatorischen Teil der psychologischen Kriegsführung an der Ostfront und andererseits bietet sie einen Einblick in die tatsächliche Ausführung der Flugblätter und die Arten, mit denen man die Soldaten auf einer möglichst tiefen emotiven Ebene treffen wollte. Da die Fragestellung ziemlich offen war, gibt es vielzählige Möglichkeiten weiterzuforschen: Einerseits könnte man viel weiter ins Detail gehen, weiteres Material finden und systematisch analysieren, andererseits wäre es interessant, die Flugblattpropaganda an der Ostfront mit der an anderen Fronten zu vergleichen. Eine weitere Möglichkeit wäre, eine Parallele zu der modernen Propaganda in den Massenmedien, z. B. zwischen Russland und der EU, zu ziehen.

**Bündner Kantonsschule**  
Lehrer: Manuel Salvator

**Würdigung durch den Experten**  
Prof. Dr. Giovanni Danielli

Die Arbeit von Corina Tanner zeugt von Begeisterung für die Abklärung von Zusammenhängen und Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen. Die Arbeit baut auf bereits bekannten Methoden, Ergebnissen und Strategien auf. Diese Grundlagen werden genutzt, um eigenen Forschungsinteressen im Bereich «Naturgefahren und Tourismus» nachzugehen. Das Interesse an der Arbeit zeigt sich auch in den Befragungen und in der Neugierde zum Vergleich über die Grenzen des Landes hinaus. Die Autorin befasst sich bei ihren Abklärungen mit einem zukunftssträchtigen Themenfeld der angewandten Forschung.

**Prädikat: gut**



Corina Tanner, 2000 | Felsberg, GR

## Naturereignisse und Tourismus

In dieser Arbeit wird das Thema Naturereignisse und Tourismus näher untersucht. So werden zum einen die Einflüsse von Naturereignissen auf die Gesellschaft und somit auch auf den Tourismus der betroffenen Regionen genauer betrachtet, zum anderen aber vor allem auch, welche Strategien und Möglichkeiten sich den betroffenen Regionen anbieten. Der Hauptteil der Arbeit beinhaltet die dreiteilige Untersuchung von vier Schweizer Fällen. Diese zeigen die Unterschiede der Auswirkungen auf den Tourismus, von welchen Faktoren diese abhängen und warum sie nicht immer negativ sein müssen. So wurden vier verschiedene Typen von Naturgefahren oder Katastrophen analysiert und beschrieben. Nebst den vier inländischen Fällen wurden auch noch zwei Fälle im Ausland betrachtet. Am Ende der Arbeit sind Vergleiche der einzelnen Fälle zu finden. Auf dieser Basis findet man als Resultat ein Schema mit verschiedenen Bausteinen, das für die Ausarbeitung einer spezifischen Strategie für einzelne Regionen gebraucht werden kann. Daraus kann man entnehmen, dass es für betroffene Orte viele verschiedene Möglichkeiten gibt, die sich aufgrund der verschiedenen Typen von Ereignissen und auch der unterschiedlichsten Gegebenheiten stark voneinander unterscheiden.

### Fragestellung

Auf der ganzen Welt und im Speziellen in der Schweiz hat die Bevölkerung immer wieder mit Naturgefahren und somit auch Naturkatastrophen zu kämpfen. Diese gibt es durch die geographische Lage unseres Landes seit jeher und wegen des fortschreitenden Klimawandels werden sie auch immer häufiger auftreten. Trotz modernster Frühwarnsysteme und definierter Gefahrenzonen haben Naturereignisse immer einen grossen Einfluss auf die Gesellschaft und somit auch den Tourismus einer Region. Ziel dieser Arbeit ist es aufzuzeigen, wie genau sich dieser Einfluss abzeichnet und welche Strategien und Möglichkeiten es im Zusammenhang mit Naturereignissen gibt.

### Methodik

Im Rahmen dieser Arbeit werden vier verschiedene Schweizer Fälle, die auf spezifischen Naturereignissen bzw. Naturgefahren beruhen, genauer untersucht und anschliessend verglichen. Dabei wurden zu jedem Fall persönliche Gespräche mit Fachpersonen geführt und umfangreiche Internet- und Zeitungsrecherchen unternommen. Um eine breitere Sichtweise zu erlangen, wurden neben den inländischen Fällen auch zwei ausländische Fälle betrachtet. Im Anschluss an die Untersuchung der einzelnen betrachteten Ereignisse wurden diese miteinander verglichen. Anhand eines Schemas wurden verschiedene Bausteine zur Erarbeitung einer Strategie visuell dargestellt.

### Ergebnisse

So unterschiedlich wie sich die einzelnen Naturereignisse abspielen, so unterschiedlich sind auch die Auswirkungen eines solchen Ereignisses auf die Bevölkerung und den Tourismus der betroffenen Region. Aus diesem Grund gibt es keine detaillierte allgemeingültige

Strategie, die im Falle eines solchen Ereignisses zu Rate gezogen werden könnte. Ebenfalls sehr unterschiedlich präsentieren sich die Vorgehensweisen, die von Behörden zur Bewältigung solcher Ereignisse gewählt werden. Erstaunlicherweise haben die verschiedensten Naturereignisse nicht zwingend nur einen negativen Einfluss auf den Tourismus und die Bevölkerung im Allgemeinen. So könnte die Bekanntheit, die ein solches Ereignis mit sich bringt, zum Beispiel mittels spezifischer Angebote auch zum Positiven genutzt werden.

### Diskussion

Grundsätzlich hat sich die Methodik mit der Betrachtung verschiedener Fälle und dem anschliessenden Vergleich sehr bewährt. Jedoch hätten, um ein spezifischeres und vor allem auch detaillierteres Resultat zu bekommen, noch eine grosse Anzahl weiterer Fälle betrachtet werden müssen. Dabei müsste man diese auch zwingend während einer längeren Zeitspanne aktiv betrachten, was jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich gewesen ist.

### Schlussfolgerungen

Themen rund um Naturereignisse sind durch den fortschreitenden Klimawandel mit all seinen Auswirkungen aktueller denn je. Trotz der vermehrten Häufigkeit solcher oft unerwarteten Ereignisse sind viele Regionen der brisanten Lage nicht gewachsen. Gerade deshalb besteht rund um dieses Thema noch extrem viel Forschungs- sowie auch Handlungsbedarf. Dies wird uns in Zukunft noch stark beschäftigen.



Fiona Aellig, 2000 | Laufenburg, AG

**Gymnasium am Münsterplatz**  
Lehrerin: Gabrielle Girau Pieck

**Würdigung durch den Experten**  
Markus Gut

Die Verfasserin besticht bei der Analyse einzelner Textbeispiele durch ihre ausgeprägte Beobachtungsgabe für die tropische und figurale Ebene eines Textes, was insbesondere bezüglich Tolkiens Darstellung des Innenlebens einzelner Figuren durch deren «external action» sowie durch das «setting» zum Tragen kommt. Eine noch engere und damit auch stufengerechtere Beschränkung auf die Analyse dieser Darstellungsweisen wäre wünschenswert gewesen – gerade weil es hier der Arbeit gelingt, zu einem differenzierteren Blick auf die Ästhetik und die eng damit verknüpfte Moral von Tolkiens Werk beizutragen.

**Prädikat: gut**

## The influence of Norse mythology on 'The Lord of the Rings'

The influence of Norse mythology on today's fantasy literature is more significant than commonly expected. This becomes evident when analysing J.R.R. Tolkien's 'The Lord of the Rings' trilogy, which was in many ways inspired by Norse myths, specifically those collected in the poetic as well as the prose Edda, the most significant collections of Norse myths and legends. As research has shown, Tolkien even attempted to imitate these myths in order to create his own mythological legend. When we analyse the plot and specific characters in these three works, numerous similarities come to light. The 1,000 years, which lie between the collection of the stories in the Eddas and the creation of 'The Lord of the Rings', show the significance these old myths still have today and their power to fascinate readers and listeners. The same deeper moral about the importance of acting upon one's beliefs is conveyed through the way the works narrate with a focus on external action as well as through aspects of their plots. The aim of this essay was to discover more of the hidden messages and possible reasons for the survival of these myths in literature by analysing the similarities in the different works.

### Introduction

The influence of Norse mythology on today's fantasy literature is more significant than commonly expected. This becomes evident when analysing J.R.R. Tolkien's 'The Lord of the Rings' trilogy, which was in many ways inspired by Norse myths, specifically those collected in the poetic as well as the prose Edda, the most significant collections of Norse myths and legends. As research has shown, Tolkien even attempted to imitate these myths in order to create his own mythological legend. When we analyse the plot and specific characters in these three works, numerous similarities come to light. The 1,000 years, which lie between the collection of the stories in the Eddas and the creation of 'The Lord of the Rings', show the significance these old myths still have today and their power to fascinate readers and listeners. The same deeper moral about the importance of acting upon one's beliefs is conveyed through the way the works narrate with a focus on external action as well as through aspects of their plots. The aim of this essay was to discover more of the hidden messages and possible reasons for the survival of these myths in literature by analysing the similarities in the different works.

### Method

The first step was to identify similarities in both works. Furthermore, consultation of additional literature clarified Tolkien's motives and inspirations for his work, revealing certain reasons for his imitation of the Norse myths and confirming their significance in his works. However, close analysis of specific excerpts from both texts remains the most important tool for uncovering similarities of plots and characters.

### Results

The analysis of the balance of internal and external action in the different works has revealed a focus on external action. Internal actions such as emotions or intentions of characters are conveyed through external action such as dialogue, for example. The narration of internal action is almost completely neglected in all the texts. This imbalance is one point in which Tolkien imitates Norse myths

in order to give his story a legendary character. He also achieves this goal by adapting the way internal action in Norse mythology is additionally revealed through the setting. Moreover, in both works, the development of the plot is reflected in the setting. For example, in Tolkien's work, the climax of the story occurs on the highest mountain and in the Eddas, the climax is often the confrontation with a giant, the tallest beings in the nine worlds. Regarding the characters, there are many obvious similarities, for example concerning their motives and development. For instance, both Sam from 'The Lord of the Rings' and Skirnir from the poetic Edda are loyal servants whose aim is to serve their master. At the same time, they both develop from submissive servants to friends with an opinion of their own.

### Discussion

While the analysis has revealed many similarities between the works, the focus on plot and characters disguises the true extent of the similarities. Shifting or expanding this focus will show new aspects and further reveal the extent of the similarities. In addition, including the influences of other archaic texts such as the Bible on 'The Lord of the Rings' would be fruitful, since the imbalance between internal and external action is a characteristic of such texts.

### Conclusions

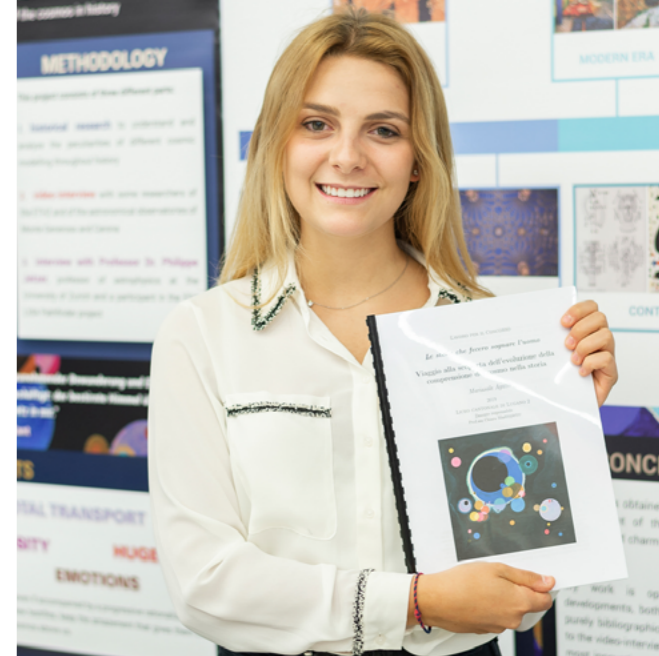
In conclusion, the similarities between the prose and poetic Edda and 'The Lord of the Rings' in regards to the plot and characters are significant and reach deeper than expected. The Eddas, among other archaic texts, influenced Tolkien's works and shaped his characters and narration style. The extent of these similarities has partly to do with Tolkien's desire to create his own myth, which led him to imitate the style of Norse myths and legends from the Eddas. Hence, these myths have inspired and influenced people for over 1,000 years. The messages they convey still have significance in today's society and therefore have survived in today's literature, as can be seen in 'The Lord of the Rings'.

**Liceo di Lugano 2**  
Docente: Chiara Mastropietro

**Valutazione del lavoro espressa dall'esperto**  
Dr. Renzo Ramelli

Mariasole ha ripercorso il lungo cammino che ha portato l'umanità a perfezionare la visione del cosmo, dalla preistoria fino ai giorni nostri, non limitandosi ad una cospicua ricerca su fonti bibliografiche, ma proponendo pure una descrizione, corredata da proprie chiavi interpretative interessanti e ben curata linguisticamente, dell'evoluzione delle concezioni cosmologiche nelle varie epoche, concentrandosi in particolare sulla relazione fra la razionalità scientifica e l'ambito emozionale. La situazione odierna è stata affrontata con delle riuscite interviste ad astronomi attivi nel campo.

**Menzione: molto buono**



Mariasole Aurora Agazzi, 2000 | Breganzona, TI

## Le stelle che fecero sognare l'uomo - Viaggio alla scoperta dell'evoluzione della comprensione del cosmo nella storia

Il presente lavoro si prefigge l'obiettivo di presentare e discutere l'evoluzione della modellizzazione del cosmo durante un ampio arco storico comprendente le epoche che si susseguono dalla preistoria sino al XXI secolo. La ricerca pone particolare attenzione al rapporto che vige fra uomo e cosmo, proponendo dunque un'analisi articolata e profonda della corrispettiva relazione fra popolazione e realtà celeste. A tale scopo, alla ricerca nelle fonti bibliografiche si affianca una video-intervista con ricercatori del Politecnico Federale di Zurigo e degli osservatori astronomici del Monte Generoso e di Carona, realizzata con l'intento di indagare la relazione scienza-emozione, la sua evoluzione dall'antichità e il suo sviluppo con il progresso scientifico e tecnologico. Oltre a queste tematiche, che costituiscono il fulcro della ricerca, vengono anche messe in luce la stretta relazione che vige fra filosofia e fisica e l'importanza dei modelli passati per lo sviluppo di quelli più recenti.

### Argomento

Il presente lavoro discute l'evoluzione della modellizzazione del cosmo durante un ampio arco storico, ponendo particolare attenzione al rapporto che vige fra uomo e cosmo. Questa inchiesta intende infatti indagare il rapporto fra razionale ed irrazionale, che trova perfetta espressione nell'apparente opposizione fra scienza ed emozione. Il fulcro di questo lavoro desidera dunque approfondire proprio la relazione fra queste due sfere della nostra vita; nello specifico ci proponiamo di analizzare la seguente ipotesi iniziale. Nonostante lo sviluppo delle più moderne tecnologie e della ricerca scientifica l'emozione ed il fascino provato dagli scienziati dinanzi alla volta celeste si è conservato invariato e li porta tutt'ora a desiderare di conoscere ed indagare sempre con maggiore precisione la realtà misteriosa del cosmo. Il progresso scientifico non ha portato alla fine della meraviglia provata dagli scienziati a favore di una fervida razionalità.

### Metodologia

Il progetto si compone di due parti, caratterizzate da due metodologie distinte, fra le quali però vige un diretto dialogo. La prima parte del lavoro si concentra sulla redazione di una ricerca prettamente storica, volta a comprendere ed analizzare le peculiarità delle differenti modellizzazioni cosmiche che si sono susseguite nella storia, la relazione scienza-emozione ed infine il suo sviluppo con il moderno progresso scientifico e tecnologico. La seconda parte verte invece alla realizzazione di una video-intervista, che vede protagonisti alcuni ricercatori del Politecnico Federale di Zurigo e degli osservatori astronomici del Monte Generoso e di Carona.

### Risultati

Questo lavoro di ricerca mette in rilievo una progressiva razionalizzazione dei modelli cosmologici, concorde all'ipotesi iniziale, alla quale però non si è affiancato in alcun modo un abbandono della meraviglia e dell'emozione provata dagli scienziati dinanzi allo

spettacolo celeste. I ricercatori moderni conservano dentro di loro lo stupore che fa nascere in essi il desiderio di conoscere sempre con maggiore precisione la complessa verità del cosmo che ci sovrasta. La ricerca bibliografica e la realizzazione della video-intervista permettono di concludere che l'ipotesi postulata all'inizio del lavoro di ricerca era corretta.

### Discussione

Grazie allo svolgimento della ricerca bibliografica è stato possibile indagare in che modo si è evoluta la concezione di cosmo nell'immaginario collettivo dalla preistoria sino all'età moderna. Inoltre, la realizzazione della video-intervista si è rivelata un vero valore aggiunto al lavoro di ricerca. Questo progetto audiovisivo ha infatti dato la possibilità di affermare che l'ipotesi iniziale, postulata in seguito alla redazione della parte scritta, fosse veritiera. Vi è infatti un effettivo dialogo fra scienza ed emozione, che percorre tutte le epoche storiche come un fil rouge. Lo sviluppo tecnologico non ha tolto agli scienziati la loro meraviglia intrinseca, la quale rimane ciò che li muove verso la volontà di progresso.

### Conclusioni

Nonostante i risultati ottenuti permettano di confermare il raggiungimento degli obiettivi di partenza, la ricerca lascia sicuramente aperti ulteriori sviluppi futuri, sia concernenti la parte di ricerca bibliografica sia la video-intervista. Fra questi è fondamentale annoverare la volontà di sviluppare ulteriormente la prima parte del progetto, approfondendo i più recenti sviluppi della fisica contemporanea. Per quanto riguarda il video sarebbe invece molto interessante avere la possibilità di intervistare un gruppo di persone più ampio e variegato.



Meret Böhni, 1998 | Zürich, ZH

### Liceo Artistico Schweizerisch-italianisches Kunstgymnasium

Lehrer: Dominic Bretscher

#### Würdigung durch den Experten

Beat Mazenauer

Meret Böhni lotet in ihrer Arbeit die poetischen Potenziale einer neuen Schreibstrategie aus. iPoetry resultiert aus dem Zusammenspiel von Smartphone-Software und sozialer Kommunikation. Was simpel erscheint, wird in der linguistisch-literarischen Analyse in ein weites Netz von medial-kreativen Bezügen eingebettet. Der Autorin gelingt es auf profunde Weise, iPoetry lyrisch zu erproben, die Resultate linguistisch zu untersuchen, Ähnlichkeiten mit anderen Kunstformen zwischen Écriture automatique und Hypertext aufzuzeigen sowie eine didaktische Anwendung von iPoetry für die Schule zu entwickeln.

Prädikat: **hervorragend**

Prix des jeunes linguistes - Preis für junge LinguistInnen

## «Die Sonne scheint mir das nicht so einfach» – Untersuchung zum poetischen Potenzial digitaler Schreibvorschläge

«Die Sonne scheint mir das nicht so einfach» ist nicht nur der Titel dieser Arbeit, sondern zugleich auch «iPoetry». iPoetry ist eine selbst entdeckte und benannte Kunstform, die die automatischen Schreibvorschläge des iPhones als Gedichtgenerator nutzt. Bevor man einen eigenen Buchstaben wählt, werden einem bereits Vorschläge gemacht. So lassen sich ganze Texte schreiben, ohne dass man ein einziges Wort selbst verfasst hat. Der Titel dieser Arbeit ist also durch das Antippen vorgeschlagener Wörter entstanden und hat keine wirkliche Autorin bzw. keinen wirklichen Autor. Was wie ein absichtlicher Inhalt scheint, ist Folge einer Programmierung fernab des Sprachverständnisses. Trotzdem wirkt iPoetry poetisch. In dieser sprachwissenschaftlichen Arbeit wird die literarische Methode iPoetry definiert und ihr Lyrik- und Anwendungspotenzial untersucht. Dafür greift die Autorin auf Experimente mit dem iPhone zurück, spricht mit einem Experten und führt einen Versuch durch. Im Weiteren analysiert sie Literatur zu automatischen Schreibverfahren, digitaler Intelligenz und Poesie.

### Fragestellung

Die Leitfrage ist: Welche Potenziale hat iPoetry? Sie führt zu weiteren Fragen: Wie reichhaltig und originell sind Schreibvorschläge? Wie werden sie programmiert? Sind wir durch sie identifizierbar? Was sind Merkmale der «iSprache»? Zur Anwendung von iPoetry wird u. a. gefragt, wie man iPoetry in den Unterricht integrieren könnte. Die Messung des poetischen Potenzials mündet in den Fragen: Was ist überhaupt Poesie? Ist iPoetry mit «Cut-up» oder «écriture automatique» vergleichbar? Was passiert, wenn die Künstlerin oder der Künstler das automatische Rohmaterial verändert?

### Methodik

Die Arbeit gliedert sich methodisch in zwei Teile:

- Zum ersten Teil gehören Versuche zur «iSprache». Neben Experimenten ermöglichen Patente der Schreibvorschläge ein Verständnis für die Programmierung. Der Versuch mit einer Schulklasse klärt, ob man anhand der persönlichen Schreibvorschläge identifizierbar ist. Ein Interview mit dem Medien- und Schulpexperten Philippe Wampfler dient dazu, die mögliche Nutzung von iPoetry im Unterricht zu klären.
- Der zweite Teil beinhaltet eine Recherche zur «écriture automatique», dem Cut-up-Verfahren und der digitalen literarischen Intelligenz, mit denen iPoetry verglichen wird.

### Ergebnisse

Es wurde u. a. ermittelt, dass sich die iSprache an einer konzeptuellen, mündlichen und schriftlichen Schnittstelle befindet. Betreffend die Programmierungskriterien hat sich Folgendes gezeigt: Es spielt nicht nur die Tageszeit eine Rolle, sondern u. a. auch der Ort und die Textempfängerin bzw. der -empfänger. Schreibvorschläge, sofern man sie aktiv nutzt, sind tatsächlich individuell genug, dass sich die Schülerinnen und Schüler (SuS) des Versuches untereinander erkannten. Gewisse «iPoems» schienen beinahe «unverfälscht» und wurden von 21 der 22 SuS richtig zugewiesen. iPoetry

try eignet sich als alternative (interaktive) Heranführung zu Poesie im Unterricht und als Gelegenheitspoesie. Die Methode weist poetische Merkmale auf, unterscheidet sich aber bspw. in der Selbstreflexivität. Ausserdem fehlen die Interpunktion und somit der Rhythmus. Die Autorin plädiert dafür, das Rohmaterial bewusst zu verändern und bspw. durch Zeilensprünge eine Form zu erzeugen. So hängt das Potenzial auch von der Künstlerin oder dem Künstler ab.

### Diskussion

Der Begriff «poetisches Potenzial» ist zwangsläufig etwas vage und nur schwer zu bestimmen. Trotz eines Kapitels, das sich mit dem Wesen der Poesie befasst, ist die Frage danach nicht abschliessend beantwortet. Einige Teile der Arbeit sind ausführlich ausgearbeitet, andere eher etwas zu knapp (bspw. zu den digitalen Schreibverfahren). Fragen wie die, ob das iPhone wie ein zweites Unbewusstes wirkt, werden angedeutet, könnten aber noch intensiver behandelt werden. Es wäre sicherlich vorteilhaft, den Versuch in grösserem Rahmen durchzuführen. Ausserdem wäre es interessant, Schreibvorschläge anderer Smartphone-Hersteller zu analysieren.

### Schlussfolgerungen

iPoetry deckt alte Diskurse neu auf: Gibt es die Autorin als Schöpferin oder den Autor als Schöpfer? Wer schreibt? Diese treffen auf zeitgenössische Themen wie Kontrolle durch Elektronik oder digitale Sprachveränderungen. iPoetry bringt zugleich Neues: Es ist ein Weg, viele Menschen zu poetisieren. Fast alle haben einen Gedichtautomaten in der Hosentasche. Trotz begrenzter Anzahl Schreibvorschläge zeigt die Arbeit, was sich mit iPoetry alles tun lässt. Dabei wird demonstriert, dass iPoetry witzig-interessantes Material bietet. Einige Möglichkeiten zur Verwendung des Schreibautomaten – gerade aus linguistischer Sicht – sind noch ungeklärt. Die Autorin möchte sich zukünftig gerne damit befassen, wie Schreibvorschläge unsere Sprache beeinflussen.

### Gymnasium am Münsterplatz

Lehrerin: Gabrielle Girau Pieck

#### Würdigung durch die Expertin

Hannah Schoch

Die überzeugend in englischer Sprache verfasste Arbeit von de Cesare zu Repräsentation von psychischen Erkrankungen (speziell DID) im Roman bewegt sich an der Schnittstelle zwischen Literaturwissenschaft und Psychologie, wobei eine klare Verortung der Arbeit in der jungen Disziplin der Disability Studies vorgenommen wird. Die präzisen Analysen der zwei Primärtexte werden ergänzt durch eine Einordnung in den jeweiligen historischen Kontext. Die Arbeit zeugt von viel Begeisterung für die Thematik. Sie besitzt wissenschaftliche und gesellschaftliche Aktualität und Relevanz.

Prädikat: **gut**



Eliana de Cesare, 2000 | Basel, BS

## The Dissociative Identity Disorder in Literature - Exploring the role of Literature in the stigmatization of mental illness

In the last decade, the inequalities, discriminations, and stigmatizations different groups of people face has increasingly been taken into focus in the humanities. However, one of these marginalized groups that has been receiving attention only recently is the one of mentally ill people. Drawing on disability studies, reception studies and new historicism, this essay explores the way in which the Dissociative Identity Disorder, a rare mental illness, is portrayed in the novel «Psycho» and the novella «Strange Case of Dr. Jekyll and Mr. Hyde» Hyde" and investigates the extent to which these portrayals and the erroneous association of DID with violence, murder and danger influence the way the public perceives mentally ill people in different contexts of interpretation.

### Introduction

The focus of this essay is on the Dissociative Identity Disorder (DID) and on the accuracy of its portrayal in the novel «Psycho» by Robert Bloch and in the novella «Strange Case of Dr. Jekyll and Mr. Hyde» by Robert Louis Stevenson. Furthermore, this essay raises questions regarding the implications of these representations of mental illness for the readers and their image of the mentally ill and explores the perception mentally ill people have of themselves as a consequence of the public perceiving them as violent and dangerous.

### Method

In order to critically analyze the representation of DID and its influence, the essay relies on disability studies, reception studies and new historicism as well as clinical psychology. These four fields of research contribute to the analysis of the theme of disability in the two texts and the question of how accurately DID is being portrayed. They also inform the exploration of the two texts' reception and of the importance of the role the different historical contexts played in the writing process.

### Results

The results that were derived from this investigation are the following: the main characters in «Psycho» and «Strange Case of Dr. Jekyll and Mr. Hyde» represent a real person suffering from DID rather accurately. Nevertheless, the depiction of the main characters as murderers and the use of a mysterious potion in Jekyll's story have a negative impact on the way the public perceives mentally ill people and they perpetuate the stigmatization of mental illness and disabilities in general. Overall, both authors were heavily influenced by their personal backgrounds and beliefs and the popular conceptions of the time, which are all reflected in their writing.

### Discussion

The results partially confirm the initial hypothesis, according to which the representation of DID is inaccurate both in «Psycho» and «Strange Case of Dr. Jekyll and Mr. Hyde» (due to Bloch's desire to create suspense and Stevenson's limited access to psychological knowledge, respectively). The portrayals of DID in the two texts, especially in «Psycho», coincide mostly with what DID is in real life, meaning that the representation of DID is not completely inaccurate. However, some of the aspects in the stories are unrealistic and they exacerbated a discourse of danger associated with DID. On the one hand, the authors were biased due to their own backgrounds and beliefs, on the other hand, they used genres in which crime and suspense are central. Overall, the two texts contribute to the perpetuation of the stigma mentally ill people are associated with, which impacts both the individuals themselves and their communities. Nevertheless, there are moments in the novels that can be regarded as attempts to normalize mental illness.

### Conclusions

In conclusion, this essay shows the vital role fictional narratives can play in shaping society's views and beliefs. It is important to be aware of the influence literature can have due to the fact those individuals who are considered different can easily be marginalized by society as a consequence of the misuse and misrepresentation of their «difference». Nevertheless, in today's world, people are beginning to recognize inequalities, they are starting to be more aware of their unconscious biases and of the fact that there is an «other side» to every stigma society takes for granted.



Jasmina Henggeler, 1998 | Jona, SG

**Kantonsschule Ausserschwyz**  
Lehrerin: Fabienne Zosso

**Würdigung durch den Experten**  
Markus Hofer

Jasmina Henggeler setzt sich in ihrer umfangreichen Arbeit mit dem Frauenbild in Gotthelfs Debütroman «Der Bauernspiegel» (1837) auseinander. Sie geht auf den Entstehungskontext der fiktiven Autobiographie ein und analysiert Charakter und Emanzipationsgrad der weiblichen Figuren. Ein Interview mit zwei Bäuerinnen aus unterschiedlichen Generationen zeigt auf, wie stark sich die Rolle der Frau auf dem Land seit der Zeit von Albert Bitzios gewandelt hat. Die Arbeit zeugt von einem eigenständigen Zugang, da kaum Sekundärliteratur zu den Frauenfiguren im «Bauernspiegel» existiert.

**Prädikat: gut**

## Das Frauenbild in Gotthelfs «Der Bauernspiegel» – eine Werkanalyse

Im Zentrum der Arbeit steht der autobiographisch geprägte Entwicklungsroman «Der Bauernspiegel» (1837) des Romanciers Albert Bitzios, wobei sowohl das Werk im Allgemeinen als auch das bäuerliche Frauenbild im Speziellen analysiert und interpretiert werden. Die Frauenfiguren werden einerseits aufgrund ihres Emanzipationsgrades (starke/schwache emanzipatorische Tendenz) und andererseits anhand ihres Charakters (positiv attribuiert respektive negativ attribuiert) kategorisiert. Ein zusätzlich zur Werkanalyse geführtes Interview mit zwei Bäuerinnen aus unterschiedlichen Generationen ermöglicht einen Vergleich zwischen den im Buch geschilderten Frauenleben und der heutigen Rolle der Landfrauen. Bei der Gegenüberstellung sticht besonders der höhere Bildungsstand der modernen Bäuerin hervor.

### Fragestellung

Die Rechte der Frauen sind nach wie vor ein kontroverses Thema. Dennoch hat sich in den letzten 200 Jahren viel geändert. Um diesen Wandel aufzuzeigen, befasst sich diese Arbeit mit dem bäuerlichen Frauenbild zu Beginn des 19. Jahrhunderts, rekonstruiert aus Albert Bitzios' erstem Werk «Der Bauernspiegel». Herausgearbeitet werden die zentralen Frauenfiguren hinsichtlich ihrer Attribute und Verhaltensweisen, die ihnen von der damaligen Gesellschaft auferlegt wurden. Daraus lassen sich entsprechende Frauenbilder aus Sicht des Autobiographen Jeremias Gotthelf ableiten. Schliesslich wird untersucht, inwiefern sich diese durch politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Umstände begründen lassen. Zusätzlich gibt ein Interview mit zwei Frauen aus verschiedenen Generationen einer Bauernfamilie einen Einblick in das heutige Bäuerinnendasein. Aufgezeigt werden Parallelen und Diskrepanzen zwischen dem Frauenbild im Buch und dem rekonstruierten aus dem Interview.

### Methodik

Da kaum Forschungsliteratur zum «Bauernspiegel» und dem darin zum Ausdruck kommenden Frauenbild existiert, stützte ich mich bei meiner Arbeit vorwiegend auf meine eigene Buchinterpretation, ergänzt durch das Interview mit den zwei Bäuerinnen. Das Studium historischer Quellen ermöglichte den Einbezug des geschichtlichen Umfeldes zur Zeit der Werkentstehung. Zudem konnten mithilfe der Biographie des Autors Albert Bitzios dessen politisch-gesellschaftliche Ansichten rekonstruiert werden, die sich in den Stellungnahmen des fiktiven Protagonisten und Ich-Erzählers Gotthelf widerspiegeln. Zur Analyse der Frauenfiguren wurden die wichtigsten Charaktereigenschaften und Verhaltensmerkmale tabellarisch festgehalten und anschliessend interpretiert. Zusätzlich wurde das Verhalten der Frauen verschiedenen Merkmalen von Emanzipation gegenübergestellt, was Hinweise zu deren Emanzipationsgrad lieferte.

### Ergebnisse

Die dreizehn untersuchten Frauenfiguren werden bezüglich ihres Charakters (positiv/negativ attribuiert) und bezüglich ihrer emanzipatorischen Tendenz (stark/schwach) unterteilt. Die wichtigsten Erkenntnisse: Rund 60 Prozent verkörpern ein negativ attribuiertes Frauenbild mit Eigenschaften wie Faulheit, Egoismus und Eifersucht. 70 Prozent zeigen emanzipative Ansätze. Die meisten der eruierten Charakterzüge lassen sich durch die damalige Ständegesellschaft sowie fehlende Bildung der Frauen begründen. Das Interview mit den beiden Landfrauen zeigt, dass sich vor allem in Bezug auf die Bildung der Frau viel verändert hat: Durch die Schulpflicht für beide Geschlechter ist die Bäuerin heute dem Bauern gleichgestellt, dies sowohl in rechtlicher, gesellschaftlicher als auch familiärer Hinsicht.

### Diskussion

Der Umstand, dass kaum Sekundärliteratur zu Bitzios' Erstwerk vorhanden ist und ich mich deswegen fast ausschliesslich auf meine eigene Interpretation stütze, lässt eine Diskussion der Ergebnisse nur in beschränktem Mass zu. Anhand historischer Quellen lässt sich aber nachweisen, dass die im Buch beschriebenen Ereignisse und Sachverhalte – wie etwa die wirtschaftliche Situation der Bauern, geschichtliche Eckdaten oder der Witwenstand – vom Autor zeitgenössisch korrekt wiedergegeben werden.

### Schlussfolgerungen

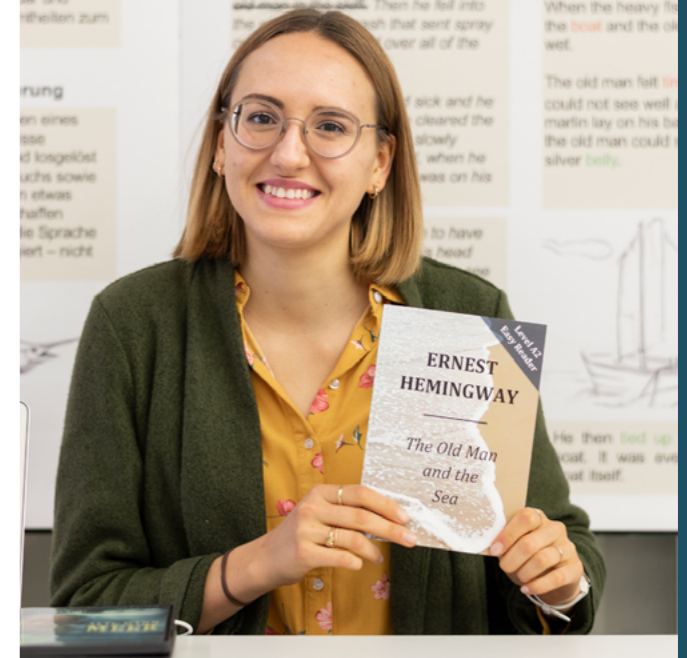
Durch die Werkanalyse des «Bauernspiegels» – mit Schwerpunkt auf dem Frauenbild und dessen Gegenüberstellung mit der heutigen Rolle der Bauersfrau – leistet diese Arbeit einen Beitrag zur Schliessung der Forschungslücke, die in Bezug auf dieses Werk nach wie vor besteht. In einem nächsten Schritt könnte nun weitere historische Literatur beigezogen werden, um Emanzipationsmöglichkeiten und -strategien der Frau im 19. Jahrhundert noch detaillierter darzulegen. Um ein repräsentatives Ergebnis zur heutigen Situation der Bauernfamilien zu erhalten, wären zudem deutlich mehr Interviews respektive statistische Materialien notwendig.

**Kantonsschule Zofingen**  
Lehrerin: Erica Colangelo

**Würdigung durch den Experten**  
Alan Mattli

Céline Pel hat sich im Rahmen ihres Matura-Projekts intensiv und gewissenhaft mit dem Phänomen des Easy Readers – der an Sprachlernende gerichteten Vereinfachung von Weltliteratur – beschäftigt und legt eine Arbeit vor, die sowohl theoretisch fundiert als auch praktisch anwendbar ist. Neben einer detaillierten Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Easy-Reader-Richtlinien und -Problematiken dokumentiert Céline Pel auf äusserst anschauliche Art und Weise ihre eigene Arbeit an einer Vereinfachung von Ernest Hemingways «The Old Man and the Sea», die sie sogar veröffentlichen konnte.

**Prädikat: sehr gut**



Céline Pel, 1999 | Riken, AG

## Das Verfassen eines Easy Readers - Eine Vereinfachung des englischsprachigen Klassikers *The Old Man and the Sea* von Ernest Hemingway auf das Sprachniveau A2

Speziell für jedes Sprachniveau angepasste Bücher, genannt Easy Reader, bieten Sprachinteressierten die Möglichkeit, mit begrenzten Wortschatz- und Grammatikkenntnissen bedeutende fremdsprachige Literatur zu lesen und sich sprachlich sowie grammatikalisch zu verbessern. So wurden im Rahmen dieser Arbeit grundlegende Informationen über Easy Reader zusammengetragen. Im Anschluss wurde mit diesem Wissen eine Vereinfachung des Klassikers *The Old Man and the Sea* von Ernest Hemingway verfasst. Diese wurde im Level A2 geschrieben und musste den Kenntnissen der Lesenden gerecht werden.

### Fragestellung

Im Zusammenhang mit den oben erwähnten Fakten befasst sich der erste Teil meiner Arbeit mit der Definition eines Easy Readers, beziehungsweise mit der zentralen Frage: **Was macht einen Easy Reader aus?** Beim Verfassen des Easy Readers im Level A2 wurde das angeeignete Wissen angewendet. Hier standen folgende Fragestellungen im Vordergrund:

- Wie verfasst man einen Easy Reader im Anfängerniveau A2?
- Wie geht man bei dieser Aufgabe am besten vor?

### Methodik

Um Grundwissen über Easy Reader zu gewinnen, war in dieser Arbeit die Literaturrecherche von grosser Bedeutung. Mit Büchern, eBooks und Internetquellen wurde zuerst versucht, das Verfassen und der Aufbau von Easy Readern besser zu verstehen. Damit konnten wertvolle Erkenntnisse für den zweiten Teil der Arbeit, das Schreiben eines eigenen Easy Readers, erworben werden. Mit Informationen direkt von Verlagen und dem Lesen diverser Easy Reader konnte das Wissen vertieft werden. Im ersten Teil der Arbeit ging es somit primär um die qualitative Inhaltsanalyse und das Herausfiltern relevanter Informationen. Im Anschluss stand das mehrmalige Lesen des Buches *The Old Man and the Sea* an. Vor dem eigentlichen Verfassen des Easy Readers wurde ein Schreibplan erstellt, welcher unter Berücksichtigung der niveaugetreuen Richtlinien die wichtigsten Handlungen und Merkmale des Buches aufzeigte.

### Ergebnisse

Als kleines Taschenbuch ermöglicht der **Easy Reader von *The Old Man and the Sea*** Sprachlernenden, den mit dem Nobelpreis ausgezeichneten Roman auch mit begrenzten Sprachkenntnissen zu verstehen. Dies wurde durch die Anpassung der Grammatik, Sprache und des Inhalts sowie Erläuterungen schwieriger Wörter in der Fusszeile erreicht. Der theoretische Teil erklärt, dokumentiert und reflektiert diese Vorgehensweise.

### Diskussion

Ein zentraler Aspekt, der aus der Arbeit resultiert, ist, dass das Verfassen eines englischsprachigen Easy Readers nicht nur auf der Erfahrung und dem Wissen des Autors beruht, sondern der Schreibprozess vor allem von externen Richtlinien geprägt ist. Das Verfassen eines Easy Readers läuft auch bei verschiedenen Sprachniveaus immer nach einem ähnlichen Schema ab. Eine optimale Vorgehensweise beim Verfassen eines Easy Readers beginnt immer mit dem Sammeln von Informationen über die Merkmale des ausgewählten Sprachniveaus. Die Sprache und die Grammatik werden üblicherweise durch vorgegebene Kriterien, Wörterlisten und Webseiten wie die des English Vocabulary Profiles kontrolliert. Das Sprachgefühl des Autors kommt vorallem bei Ungereimtheiten dieser Richtlinien zum Zuge. Bereits existierende Filme oder andere Easy Reader können den Vereinfachungsprozess ebenfalls erleichtern.

### Schlussfolgerungen

Die von mir festgelegten Leitfragen und Ziele konnten sowohl im ersten als auch im zweiten Teil der Arbeit ausführlich beantwortet werden. Der theoretische Teil meiner Arbeit dient der Ergänzung und Erklärung des verfassten Easy Reader. Es handelt sich dabei um eine Zusammenfassung, die keineswegs vollständig ist, sondern die sich auf die wichtigsten Punkte beschränkt. Sie gibt den LeserInnen einen Überblick über den Entstehungsprozess des Easy Readers zu *The Old Man and the Sea*. Im Zusammenhang mit dem behandelten Thema könnte beispielsweise zusätzlich ein ausführlicher Vergleich zwischen dem neu verfassten Easy Reader und dem Originalbuch realisiert werden. Vorstellbar wäre in dieser Hinsicht ein Vergleich ästhetischer aber auch inhaltlicher Merkmale.



Felix Schäfer, 1998 | Schüpfheim, LU

### Kantonsschule Schüpfheim

Lehrer: Ralf Junghanns

### Würdigung durch die Expertin

Dr. Pia Selmayr

Felix Schäfer setzt die Paradigmen seiner Untersuchung über das Motiv des gegessenen Herzens literatur- und kulturwissenschaftlich an und rückt dabei die Frage, wie Literatur mit Kannibalismus als Tabubruch umgeht, ins Zentrum. Mit philologischer Genauigkeit, exakter Forschungkenntnis, intertextueller Kundigkeit und auf stets höchstem Reflexionsniveau kann er so für Konrads von Würzburg «Herzmære» eine neue und überzeugende These erarbeiten: der Verzehr des Herzens als Herzbegräbnis. Eine beachtenswerte und sehr reife Leistung.

Prädikat: hervorragend

Sonderpreis EDA

Einblick in den diplomatischen Dienst

## Kannibalismus in der mittelalterlichen Literatur am Beispiel des Motivs vom gegessenen Herzen im Herzmære

Geht es um das Motiv des Kannibalismus in der mittelalterlichen Literatur Europas, steht oft die Geschichte vom gegessenen Herzen im Mittelpunkt. Im deutschsprachigen Raum ist das Herzmære Konrads von Würzburg die bekannteste Variante dieser Geschichte. Konrad erzählt, wie ein eifersüchtiger Ehemann seiner unwissenden Frau das Herz ihres ritterlichen Geliebten zum Mahl vorsetzt. Der Ritter hatte verfügt, dass nach seinem Tod sein Herz entnommen, einbalsamiert und in einem Kästchen der Geliebten überbracht werden solle. Doch sein Herz fällt in die Hände des Ehemanns, der es als Leckerbissen seiner Frau zubereiten lässt. Konrads Mære bietet mehrere Möglichkeiten, wie der kannibalische Akt des Herzessens interpretiert werden kann. Er kann zum einen als Liebesakt aufgefasst werden, der die körperliche Einheit der Geliebten herstellt. Zum anderen ruft der Hinweis auf die «süeze» des Herzens die dem Leib Christi zugeschriebene «süeze» in Erinnerung und macht zusammen mit Anspielungen auf das Letzte Abendmahl die Einverleibung des Herzens zu einem profanierten eucharistischen Mahl. Meine Arbeit schlägt darüber hinaus die Deutung des Herzessens als ein Herzbegräbnis vor. Die Anweisungen des Ritters deuten auf Bestattungsvorbereitungen, wie sie im Chanson de Roland beschrieben werden, aber auch bei der getrennten Beisetzung von Körper und Herz nach dem Tod von Monarchen üblich waren. Diese Bestattungsvorbereitungen finden bei Konrad ihre Entsprechung in der Zubereitung des Herzens als Speise für die Ehefrau, die durch dessen Verzehr zum lebendigen Grab wird.

### Fragestellung

Grundlegend für meine Arbeit ist die Frage, wie Literatur mit Kannibalismus als Tabubruch umgeht. Hier nehmen die Geschichten vom gegessenen Herzen eine Sonderstellung ein, denn der kannibalische Akt wird unwissentlich ausgeführt. Für Konrads Herzmære wollte ich klären, welche Spielräume sich dadurch hinsichtlich der Darstellung und Bewertung des kannibalischen Akts ergeben.

### Methodik

Über die Anwendung der werkimmanenten Methode hinaus habe ich den Text auf seine Intertextualität und Bezüge zur Motiv- und Kulturgeschichte hin analysiert.

### Ergebnisse

Die in der Forschung vorgetragene These über den Verzehr des Herzens als Ersatz für den Liebesakt bzw. als profanes Äquivalent des eucharistischen Mahls zeigt, dass der kannibalische Akt im Herzmære vom Tabubruch zu einer quasi-sakralen Handlung umgedeutet wird. Diese These wurde dahingehend erweitert, dass der Verzehr des Herzens für die Frau zur letzten Speise vor ihrem Tod, zum Viatikum, wird. Die Deutung des Verzehrs des Herzens als eines Herzbegräbnisses ist eine völlig neue These.

### Diskussion

Zu den bisher von der Forschung vorgebrachten Thesen zählt die vom Herzverzehr als pseudo-eucharistischem Mahl. Sie scheint sich allerdings zunächst nicht auf Konrads Text stützen zu können. Dem Verzehr des Herzens geht der gemeinschaftsstiftende Charakter der

Kommunion ab, denn die Ehefrau soll auf Geheiss ihres Mannes das Herz nicht teilen, sondern allein essen. Auch findet keine Transsubstantiation statt: Das Herz des Geliebten bleibt buchstäblich nur ein Herz. Erst nach der Enthüllung des wahren Charakters ihres Mahls beginnt die Frau, die Einverleibung des Herzens mit dem Letzten Abendmahl gleichzusetzen. Damit leitet sie die Umdeutung des Geschehens ein. Auf der Erzählebene wird diese Perspektive der Frau dadurch bestätigt, dass dem Herzen derselbe süsse Wohlgeschmack zugeschrieben wird, der im mittelalterlichen Denken auch dem Leib Christi zukommt. Die deutlichen Hinweise auf eine Parallelität des Kochens und des Verzehrs des Herzens zu den Bestattungsvorbereitungen des Ritters stehen bisher nicht im Zentrum der Forschung. Doch schon die mittelhochdeutsche Bezeichnung für das Kästchen, in dem das Herz des Ritters an seine Geliebte geschickt werden soll, ist ein Hinweis auf Bestattungsbräuche: «Lade» bedeutet neben «Kasten» auch «Sarg». Auch intertextuelle und kulturgeschichtliche Bezüge sprechen für meine These. Indem die Frau das Herz ihres Geliebten isst, macht sie sich zu dessen lebendigen Grab. Damit wird ein Motiv aufgegriffen, das bereits in der Antike auftritt. Schon dort stand es für eine besondere Intensität der Liebe.

### Schlussfolgerungen

Der unwissentliche kannibalische Akt der Ehefrau in Konrads Herzmære ermöglicht eine Umdeutung des Tabubruchs ins Positive. Darin ist der Höhepunkt einer Entwicklung zu sehen, die bereits in den ersten Varianten zur Geschichte vom gegessenen Herzen sich andeutet.

### Neue Kantonsschule Aarau

Lehrer: Pascal Frey

### Würdigung durch die Expertin

Dr. Pia Selmayr

Im Zentrum der Arbeit von Sara Steigmeier stehen Form und Funktion des Teufelspakts in drei unterschiedlichen Werken. Neben zwei literarischen Erzählungen widmet sich die Verfasserin auch der Untersuchung des Computerspiels «Witcher 3: Wild Hunt: Hearts of Stone». Dabei lassen sich interessante Parallelen von Inkommensurabilität, Tausch und Ökonomie feststellen, die eine Verbindung über Epochen- und Mediengrenzen hinweg aufzeigen und eine Erklärung für die bis heute ungebrochene Aktualität von Teufelserzählungen liefern.

Prädikat: gut



Sara Steigmeier, 1999 | Seengen, AG

## Teufliche Herzensangelegenheiten - Eine motivgeschichtliche Analyse unterschiedlicher Erzählformen

Die Arbeit behandelt das Motiv des Teufelspakts, einschliesslich der damit verbundenen Motive des kalten Herzens und des Teufels. Die Motivanalyse zeigt die verbindenden Elemente zwischen Wilhelm Hauffs Das kalte Herz, Adelbert von Chamisso's Peter Schlemihls wundersame Geschichte und dem Computerspiel Witcher 3: Wild Hunt: Hearts of Stone von CD Projekt Red auf. Der Teufel nimmt die Form eines Kaufmannes an. Er verführt den Protagonisten durch einen Pakt, indem er dessen Vertrauen erschleicht. Der Pakt ist allerdings nicht verhältnismässig, was durch die schlechten Konsequenzen deutlich wird. Das Motiv des Teufelspakts kann als Parabel für das kapitalistische Wertesystem verstanden werden: Die Monetarisierung des Lebens und der Gefühle führt ins Unglück. Der Ausweg aus dieser unglücklichen Situation ist Selbstreflexion, die in diesen Fällen durch Reue hervorgerufen wird. Das Medium des Computerspiels verstärkt die Thematik des Pakts, weil durch die interaktive Komponente die Wichtigkeit der moralischen Entscheidung in den Fokus gerückt wird.

### Fragestellung

Die Arbeit vergleicht das Motiv des Teufelspakts in Wilhelm Hauffs Das kalte Herz, Adelbert von Chamisso's Peter Schlemihls wundersame Geschichte und im Computerspiel von CD Projekt Red The Witcher 3: Wild Hunt – Hearts of Stone. Zudem wird der Einfluss des Mediums auf die genannte Thematik untersucht.

### Methodik

Die Arbeit basiert auf zwei geschriebenen Werken und einem Computerspiel. Letzteres wurde mithilfe der Filmausschnitte transkribiert, um eine vergleichbare schriftliche Basis zu haben. Das Motiv wurde in die zwei grundlegenden Aspekte des Paktes und des Teufels aufgeteilt. Diese wurden dann anhand ausgewählter Textstellen analysiert.

### Ergebnisse

Die Arbeit basiert auf zwei geschriebenen Werken und einem Computerspiel. Letzteres wurde mithilfe der Filmausschnitte transkribiert, um eine vergleichbare schriftliche Basis zu haben. Das Motiv wurde in die zwei grundlegenden Aspekte des Paktes und des Teufels aufgeteilt. Diese wurden dann anhand ausgewählter Textstellen analysiert ist einer ständigen Verführung ausgesetzt. Er soll sich über die allgegenwärtige Beeinflussung im Klaren sein. Das Motiv zeigt die Notwendigkeit von Reflexion in einer von der Wirtschaft gesteuerten Welt.

### Diskussion

Die Wahl des Mediums hat einen Einfluss auf die Thematik der Geschichte. Durch Interaktion hat der oder die Spielende die Möglichkeit, den Verlauf der Geschichte massgebend zu beeinflussen, wodurch der moralische Aspekt an Wichtigkeit gewinnt. Das Computerspiel ist eine neue Form der literarischen Weiterentwicklung: Die Identifikation mit dem Protagonisten wird durch den persönlichen Einfluss auf die Geschichte hervorgerufen. Die Konsequenzen der Entscheidungen werden im weiteren Spielverlauf spürbar. Die Wahl des Mediums hat somit einen Einfluss auf die Thematik des Motivs. Im Gegensatz zu den geschriebenen Werken wird durch das Computerspiel eine verstärkte moralische Komponente deutlich: Durch die Mitentscheidung des Spielverlaufs muss sich die oder der Spielende aktiv mit der moralischen Botschaft auseinandersetzen.

### Schlussfolgerungen

Obwohl sich die drei Werke im Hinblick auf die gewählten Medien unterscheiden, lassen sich viele Gemeinsamkeiten feststellen: Nicht nur sind die Konsequenzen beinahe identisch, sondern auch die Funktion und Form des Teufels, der sich im Hintergrund anpasst, weisen einen hohen Ähnlichkeitsgrad auf. Zudem zeigen alle drei Werke den gesellschaftskritischen Aspekt des Motivs auf. Diese Thematik gewinnt an Wichtigkeit in Bezug auf das Computerspiel, da durch die Interaktion mit dem Spielenden die Selbstreflexion nicht mehr nur stellvertretend vom Protagonisten ausgeführt wird, sondern zu einer persönlichen und realen Auseinandersetzung wird.



Mirjam Sutter, 1999 | Lenzburg, AG

### Alte Kantonsschule Aarau

Lehrer: Urs Jeger

### Würdigung durch den Experten

Michel Bodmer

Mirjam Sutter erforscht die interlinguale Untertitelung audiovisueller Werke. Ein Interview mit einem Fachmann für Untertitelung und das Studium übersetzungstheoretischer Prinzipien bilden die Grundlage für den Selbstversuch: Fünf Minuten der berndeutsch gesprochenen Fernsehserie «Die sechs Kummerbuben» unterteilt sie englisch, mit dem Ziel, den Film für Englischsprachige nicht nur verständlich, sondern geniessbar zu machen. Mirjam Sutter weist überzeugend nach, dass die Theorien in der Praxis nur bedingt anwendbar sind und sich Äquivalenz auch mit viel Aufwand nur teilweise erreichen lässt.

Prädikat: sehr gut

## Schwizerdütsch with subtitles - Englische Untertitelung eines Mundart-Films

Haben Sie sich auch schon einmal einen untertitelten Film angesehen und gedacht: Das kann ich besser? «Schwizerdütsch with subtitles» zeigt, was alles hinter dem komplizierten Prozess der Untertitelung steckt und dass Untertiteln bei weitem nicht so simpel ist, wie man vielleicht zuerst denkt. Am Beispiel des Films «Die 6 Kummerbuben» machte ich selbst einen Versuch. Ich stellte fest, dass hinter diesen wenigen Zeilen Text am unteren Bildrand sehr viel Überlegung und Zeit stecken und dass eben nicht alles übersetzbar ist. Das Hauptthema der Arbeit ist die Untertitelung. Dazu gehören der wissenschaftliche Hintergrund zur Untertitelung sowie eine Eigenleistung, die aus der englischen Untertitelung von vier Szenen aus dem Film «Die 6 Kummerbuben» besteht. Neben der Eigenleistung werden in der Arbeit einige Aspekte der Sprachwissenschaft beleuchtet. Dabei handelt es sich um Soziolekte, Dialekte und Akzente. Vertieft werden Berndeutsch, British English und die Umgangssprache auf dem Land um 1940 sowie der Unterschied zwischen gesprochener und geschriebener Sprache. Auch der Film «Die 6 Kummerbuben» wird genauer untersucht.

### Fragestellung

Sprache ist die Voraussetzung zur Kommunikation und unverzichtbar beim Vermitteln von Informationen. Um ein breiteres Publikum erreichen zu können, werden Texte und Filme in andere Sprachen übersetzt. Doch bei einer solchen Übertragung kann vieles schiefgehen. Ich habe mich mit der Untertitelung beschäftigt und herausgefunden, wie mit solchen Schwierigkeiten umgegangen werden kann. Ich machte mich zudem über die technischen Besonderheiten der Untertitelung schlau. Mein erlangtes Wissen stellte ich auf die Probe, indem ich fünf Minuten des Filmes «Die 6 Kummerbuben» untertitelte. Dabei setzte ich mir das Ziel, eine sinngetreue und akkurate Übersetzung des Dialoges zu erstellen und diese als Untertitel in den Film einzubetten. Als Zielsprache wählte ich das britische Englisch, die Soziolekte und Umgangssprache eingeschlossen. Für meine Untertitelung wollte ich fünf Minuten des Filmes auswählen, die für dessen Handlung essenziell sind. Ich entschied mich schlussendlich für vier Szenen.

### Methodik

Zuerst galt es, Informationen über die Untertitelung und zum sprachlichen Hintergrund zu sammeln. Bei meiner Recherche durfte auch der Hintergrund zum Film nicht fehlen. Zur Vertiefung meines Wissens über die Untertitelung führte ich ein Experteninterview, woraus ich Schlüsse für meine eigene Arbeit ziehen konnte. Meine Untertitelung diskutierte ich mit einer Muttersprachlerin. Meine Arbeit bestand darin, dass ich transkribierte, übersetzte und untertitelte. Dabei zog ich verschiedene Wörterbücher zu Rate. Das Schnittprogramm Adobe Premiere Pro CC half mir beim Zuschneiden der vier Szenen. Natürlich musste ich auch die rechtliche Situation abklären, um den Film bearbeiten zu dürfen. Dazu setzte ich mich mit der Präsenz Film AG in Verbindung. Bei der Erstellung der Untertitel benutzte ich das Untertitelungsprogramm Aegisub.

### Ergebnisse

Meine Recherche führte mir die Komplexität der Sprache vor Augen. Ich lernte die Eigenheiten und Schwierigkeiten der Untertitelung kennen. Durch den Film «Die 6 Kummerbuben» konnte ich mich mit einem Teil der Schweizer Geschichte auseinandersetzen. Meine eigene Untertitelung zeigte mir, wie aufwendig und durchdacht diese wenigen Worte am unteren Bildrand wirklich sind. Sie zeigt auch die Wichtigkeit der richtigen Wortwahl.

### Diskussion

Eine Untertitelung ist niemals perfekt; so kann sie zwar sinngetreu, aber nicht völlig akkurat sein. Bei einigen Fällen ist es nicht möglich, alle Aspekte des Originals in der Untertitelung wiederzugeben, allein schon wegen der Platzeinsparung beim Untertiteln. Das Ziel bleibt deshalb, eine äquivalente Untertitelung zu erstellen, die dem Original so nahe wie möglich kommt. Zu diesem Zweck schaute ich Filme aus den 1940er-Jahren und benützte ein Wörterbuch zur Überprüfung. Ich hätte mich gerne bei einem Zeitzeugen über die Sprache der damaligen Zeit informiert, um diesem Ziel ein Stück näherzukommen.

### Schlussfolgerungen

Diese Arbeit zeigt, was alles hinter einer Untertitelung steckt. Mit einem eigenen Versuch der Untertitelung setzte ich mich mit der Thematik auseinander und stellte fest, dass man ewig am Text feilen könnte. Interessant wäre es, unter Zeitdruck eine Untertitelung zu verfassen, wie es tatsächlich im Beruf der Fall ist. Ich erstellte nur zu fünf Filminuten eine Untertitelung. Der Film hält jedoch weitere 355 Minuten mit allerhand interessanten Ausdrücken bereit, die eine weitere Herausforderung darstellen würden.

### Technische Fachschule Biel

Lehrer: Claude Rieder

### Würdigung durch den Experten

Herbert Bettschen

Mit dem Smart Digitizer IoT haben Florian Baumgartner und Luca Jost ein innovatives und neuartiges Gerät entwickelt, welches das automatische Erstellen von Einkaufslisten ermöglicht. Sobald ein Produkt aufgebraucht ist, «scant» man die Verpackung vor dem Entsorgen ein und automatisch wird das Produkt in einer digitalen Einkaufsliste aufgeführt. Produkte, welche über keinen Barcode verfügen (z.B. Früchte, Gemüse, etc.), können mittels Sprachsteuerung zusätzlich aufgelistet werden. Die intelligente Software, sowie die benutzerfreundliche Hardware ermöglichen eine sehr einfache Bedienung.

Prädikat: sehr gut

Sonderpreis Schweizerische  
Physikalische Gesellschaft & SCNAT

## Smart Digitizer IoT

Das Leben etwas zu erleichtern und alltägliche Situationen zu vereinfachen, ist die Motivation für unser Projekt. Wir kamen auf die Idee, die klassische Einkaufsliste zu revolutionieren. Mit dem Smart Digitizer IoT wurde ein innovatives und neuartiges Gerät entwickelt, das den Alltag erleichtert. Es ist nun nicht mehr nötig, Einkaufslisten mühsam von Hand zu schreiben. Sobald ein Produkt aufgebraucht ist, scannt man es vor dem Entsorgen ein. Dann wird es automatisch auf der digitalen Einkaufsliste aufgeführt. So wird beim nächsten Einkauf garantiert nichts vergessen. Produkte, die über keinen Strichcode verfügen (z. B. Früchte, Gemüse etc.), können per Sprachsteuerung zusätzlich aufgelistet werden. Schon klar – es gibt bereits zahlreiche Apps, die ähnliche Funktionen aufweisen, doch ist die Benutzung im Alltag sehr umständlich, da man immer das Smartphone griffbereit haben muss und eine Handy-Kamera niemals einen Laser-Strichcode-Leser ersetzt. Der Smart Digitizer IoT ist ideal geeignet für WGs, Familien, aber auch Alleinstehende. Die intelligente Software sowie eine äusserst benutzerfreundliche Hardware ermöglichen eine einfache Bedienung auch für Personen, die nicht sehr technikaffin sind.

### Fragestellung

Die Digitalisierung ist im vollen Gange. Das Internet of Things (IoT) wird ein immer wichtigerer Begriff. Im Supermarkt sind beispielsweise elektronische Kassen kaum mehr wegzudenken. Die Vorteile solcher digitaler Systeme liegen auf der Hand. Wir haben uns deshalb gefragt, ob man nicht auch die Einkaufsliste in klassischer Papierform digitalisieren könnte. Weiterhin wollten wir testen, ob ein Gerät zur Erstellung solcher Einkaufslisten überhaupt alltagstauglich ist. Die Thematik «Smart Home» hat uns bereits seit langem interessiert. Der Smart Digitizer IoT könnte in Zukunft als Gerät dieser Art ein wichtiger Bestandteil davon werden.

### Methodik

Zuerst galt es, Informationen über die Untertitelung und zum Um unseren Fragestellungen auf den Grund zu gehen, entwickelten wir einen funktionsfähigen Prototyp. Den Kern der Hardware bildet das WLAN-basierte Entwicklungsboard «Particle Photon». Um die weiteren elektronischen Komponenten miteinander zu verknüpfen, wurde eine Leiterplatte entwickelt. Als Display verwenden wir ein sogenanntes E-Paper-Display, das beispielsweise bei E-Book-Readern eingesetzt wird. Diese Technologie ist sehr stromsparend und bietet den Vorteil, dass auch im stromlosen Zustand der Inhalt auf dem Bildschirm bestehen bleibt. Die Software wurde in C++ geschrieben und umfasst mehrere tausend Zeilen Programmcode. Der Smart Digitizer IoT scannt den Produkt-Strichcode und übermittelt ihn an den Webservice «Open Food». Aus dieser Datenbank werden der Produktname und die Verpackungsgrösse ausgelesen und zurück an das Gerät gesendet. Nun wird der Artikel aufgelistet und ein Klang ertönt, um die erfolgreiche Übertragung zu bestätigen. Der gesamte Vorgang dauert weniger als eine Sekunde.



Florian Baumgartner, 1997 | Biel, BE  
Luca Jost, 1996 | Merzlingen, BE

### Ergebnisse

Uns ist es gelungen, unsere Ideen in die Realität umzusetzen und einen funktionsfähigen Prototyp zu bauen. Mit dem Smart Digitizer IoT zeigen wir, dass eine digitale Einkaufsliste durchaus Gebrauch im Alltag findet. Das schlichte Design und die einfache Bedienung stiessen auf grosse Begeisterung. Die Sprachsteuerung funktioniert zuverlässig, wenn man die Produktnamen laut und deutlich ausspricht. Durch das Einbinden des Web-Hooks «Twilio Cloud» wird es zudem möglich, die Einkaufsliste auch per SMS an das Smartphone zu versenden.

### Diskussion

Da der Speicherplatz des Mikrocontrollers bereits nahezu aufgebraucht ist, würden wir in einer zukünftigen Version des Smart Digitizer IoT nicht mehr das Entwicklungsboard «Particle Photon» verwenden. Stattdessen würden wir einen leistungsstärkeren Prozessor verwenden. Die Web-Hooks würden wir direkt auf dem Gerät ausführen und nicht über den Umweg über die Particle-Cloud. Dies würde die Verarbeitungsdauer stark reduzieren, sodass das Gerät unabhängig von dieser Cloud betreibbar wäre.

### Schlussfolgerungen

Wir haben sehr viel Freizeit in unser Projekt investiert und sind stolz auf das Resultat. Der Smart Digitizer IoT wird bei uns täglich in der WG eingesetzt und deckt alle unsere Wünsche ab. Wir sind davon überzeugt, dass es durchaus Potenzial für einen grösseren Markt gibt. Eine App fürs Smartphone ist geplant. Diese würde es ermöglichen, Artikel auch mit dem Mobiltelefon hinzuzufügen. Wir arbeiten bereits an einer neuen Version des Smart Digitizer IoT, die eine kompaktere Bauform aufweist, leistungsfähiger und stromsparender ist.



Jean-Claude Graf, 1998 | Gelterkinden, BL

**Gymnasium Liestal**  
Lehrer: Gérald Prétôt

**Würdigung durch die Expertin**  
Dr. Yulia Sandamirskaya

In dieser Arbeit wurde ein Softwaresystem entwickelt, welches mithilfe eines tiefen neuronalen Netzes ein simuliertes Auto autonom steuern kann. Das Ergebnis wurde auf neuen, zufällig generierten Strecken gezeigt. Das neuronale Netz wurde mit Daten trainiert, welche von menschlichen Fahrern in der Simulation generiert wurden. Solches «end-to-end» Lernen gehört zum Stand der Technik im maschinellen Lernen. Das in der Arbeit entwickelte Softwaresystem als Ganzes ist neu und einzigartig und kann in der Zukunft zum Testen von neuen Lernmethoden im Bereich des autonomen Fahrens benutzt werden.

**Prädikat: gut**

## How can I teach a car to drive by itself?

Advances in the field of artificial intelligence (AI) have a notable impact on the industry of self-driving cars. Researchers around the world compete in developing more reliable and safer self-driving car systems, and companies invest millions of dollars in keeping up with the competitors. In my paper, I first review the relevant basics of AI with special regard to the branch of machine learning. I briefly discuss the technologies used by companies like Google or Tesla for their self-driving cars. Following these theoretical considerations, I present my project, in which I use artificial neural networks (ANN) to develop software capable of controlling an autonomous car in a simulation. I describe the development process as well as the functioning of the system. Special attention is given to the way the ANN is trained since this is what determines success or failure. Furthermore, I write about problems I encountered during the development and how I solved them. Lastly, I conduct experiments on several properties of ANNs and investigate the impact on the ANNs' performance.

### Introduction

Recently, AI has been one of the most debated topics within computer science. Papers on a variety of AI applications are published at a high rate, indicating not only the significance of AI, but also its versatility. Among the areas that have improved enormously thanks to AI is the field of self-driving cars. Research teams around the world try to improve driving safety not only by aiding the human driver, but also by replacing the human driver completely. The development of fully autonomous car systems costs manufacturers millions of dollars due to their complexity. In my paper, I have reviewed one of the most advanced technologies in the field of AI. Based on my findings, I have designed and programmed an AI-based system capable of driving a car in a simulation. The car maneuvers completely autonomously through a randomly generated road map.

### Methods

There are many different methods to make a car drive by itself. Most of them depend on purely hard-coded logic. However, in my paper, I have reviewed one of the most advanced branches of AI where artificial systems are capable of learning by themselves. The technology consists of ANNs, which learn by reviewing example data. A trained network has learned a certain relationship between input and output data and is capable of making predictions based on it. I programmed my ANN without the use of any high-level libraries in Python and I modeled and programmed a car as well as a road map generator in Unity with C# and Unityscript. The car is equipped with multiple distance sensors, which measure the distance between the car and the borders of the road. This data is sent via a socket connection to the ANN where it is evaluated. The output of the network, which designates how the car should steer, is then returned via the socket link to the car and the controls are applied. This procedure is repeated over and over. The network is trained on a dataset generated by driving the car manually and recording the distance values of the sensors as well as the driver's input.

### Results

I have created an ANN-based software that successfully navigates a car through a randomly generated simulated world. The car never collides with the walls and is even able to drive on complex road maps with many bends. Under most conditions, the ANN was able to learn and thus succeeded in steering the car. However, in some cases, the network did not learn, and the reason behind this needs to be found, since it may indicate an underlying issue in the code.

### Discussion

The type of ANN used here is one of the simplest types. However, it is quite astonishing that the car, equipped with solely three distance sensors, is capable of collecting enough information for maneuvering safely on the road. In contrast to big car manufacturers, I have used one of the simplest approaches and succeeded in programming a self-driving car.

### Conclusions

Simplicity and efficiency are clear advantages of using ANNs in conjunction with an end-to-end design for such a project. For me, this project has served as a starting point to familiarize myself with AI and to learn about the functioning and programming of ANNs. The project could be extended in many different ways, from experimenting with different network sizes and parameters to using different types of ANNs. Also, the gained knowledge does not solely apply to self-driving cars but can be used for very different tasks and projects.

**Neue Kantonsschule Aarau**  
Lehrer: Nicolas Ruh

**Würdigung durch die Expertin**  
Dr. Yulia Sandamirskaya

Die Arbeit zeigt eine ausführliche Untersuchung eines künstlichen neuronalen Netzes für bildbasierte Pilzartenkennung. Es wurden mehrere moderne Methoden des maschinellen Lernens benutzt, um die Erkennungsleistung des Netzes zu optimieren. Es wurde darüber hinaus auf die Zusatzinformationen, d.h. nicht Bilddaten, über die Pilzarten zugegriffen und ihre positive Auswirkung auf das Training des Netzes und das Endergebnis gezeigt. Die Arbeit bringt wichtige neue Erkenntnisse und erweitert den Stand der Technik in Anwendung von KNNs auf einem Gebiet, wo die Erkennungsrate sicherheitsrelevant ist.

**Prädikat: hervorragend**

**Sonderpreis Life Sciences Switzerland**  
Teilnahme am LS2 Annual Meeting 2020



Jan Obermeier, 1999 | Remigen, AG

## ShroomNET – künstliches neuronales Netz für die Bestimmung von Pilzarten

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung und Optimierung eines auf künstlichen neuronalen Netzen basierenden Algorithmus für die visuelle Bestimmung von Pilzarten. Ziel der Arbeit ist es, mithilfe eines Prototyps Aussagen über die Umsetzbarkeit eines vollumfänglichen Pilzbestimmungsalgorithmus machen zu können. Für den Prototyp wurde der Umfang auf 20 Pilzarten beschränkt. Bei der Entwicklung des Prototyps werden verschiedene Netzwerkarchitekturen wie auch Datenaufbereitungsmethoden gegeneinander abgewogen und auf ihre Vor- und Nachteile untersucht. Es werden verschiedene Techniken wie Data-Augmentation, die Verwendung von Convolutional-Neural-Networks, Transfer-Learning und das direkte Einspeisen von Zusatzinformationen in Betrachtung gezogen, um eine etwa 98,5 Prozent genaue Bestimmung der Pilzart zu ermöglichen.

### Fragestellung

Für eine zuverlässige Bestimmung von Pilzarten setzt man auch heute noch auf die Erfahrung von Experten und Expertinnen, denn neben dem äusserlichen Erscheinungsbild spielen viele weitere Faktoren, z. B. der Geruch, die Konsistenz und die Umgebung des Pilzes, eine wesentliche Rolle. Diese Arbeit beschäftigt sich nun mit der Frage, ob sich ein zuverlässiger Erkennungsalgorithmus, basierend auf einem künstlichen neuronalen Netz, entwickeln lässt. Zur Beurteilung der Umsetzbarkeit wurde der Prototyp «ShroomNET» entwickelt, der als Grundlage für die Bestimmung Fotografien von Pilzen aufnimmt und sekundär zusätzliche Informationen wie Geruch und Standort des Pilzes aufnehmen und in die Bestimmung einfließen lassen kann.

### Methodik

Um die Umsetzbarkeit des Pilzerkennungsalgorithmus beurteilen zu können, beschränkt sich der im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Algorithmus «ShroomNET» auf die 20 häufigsten Pilzarten der Nordwestschweiz. Um die Vielzahl weiterer Pilzarten zu simulieren, wurde neben den 20 bekannten Kategorien eine zusätzliche Kategorie mit unbekanntem Pilzarten verwendet. Für das Training wurde eine Datenbank von insgesamt 7000 verschiedenen Bildern angelegt. Bei der Entwicklung wurde in Iterationen vorgegangen, wobei verschiedene Techniken wie Convolutions, Data Augmentation und Transfer-Learning angewandt wurden, um eine Verbesserung der Leistung erzielen zu können. Zur Ergänzung der reinen Bilddaten wurden zudem Zusatzinformationen (Geruch etc.) direkt ins neuronale Netz eingespeist. Für die Evaluation der Leistung wurde jeweils der Anteil der korrekt erkannten Pilzbilder verwendet, auf die der Algorithmus nicht trainiert wurde (Testdaten). Für die Entwicklung von «ShroomNET» wurde die Programmiersprache MatLab mit der Deep-Learning-Toolbox verwendet, da das Framework effizient und einfach zu modifizieren ist.

### Ergebnisse

Die finale Version des Erkennungsalgorithmus' «ShroomNET» ba-

siert auf Transfer Learning (GoogLeNet) und enthält 25 Layers. Der Algorithmus ist in der Lage, ein Bild eines Pilzes (224 x 224 px) mit elf verschiedenen Zusatzinformationen aufzunehmen und die Art mit einer Genauigkeit von 88,0 Prozent (keine Zusatzinformationen gegeben), 95,4 Prozent (Hälfte der Zusatzinformationen) resp. 98,5 Prozent (alle Zusatzinformationen) erkennen.

### Diskussion

Da der Speicherplatz des Mikrocontrollers bereits nahezu aufgebraucht wurde: Einige wenige Testbilder wurden konsistent falsch erkannt, bei genauerer Betrachtung konnte man jedoch oft Formanomalien (z. B. seltenes Altersstadium) feststellen. Erklären lässt sich das durch die doch relativ kleine Trainingsdatenmenge. Einfluss der Zusatzinformationen: Während der Entwicklung konnte zudem beobachtet werden, dass mit der Implementierung der Zusatzinformationen die Leistung von 84,8 Prozent auf 88,0 Prozent stieg (beide Werte ohne Zusatzinformationen). Daraus lässt sich schliessen, dass Zusatzinformationen das Training positiv beeinflussen und den Parameterraum in eine präzisere Richtung «drängen». Plausibilität und Skalierbarkeit: Da durch die Angabe aller Zusatzinformationen ca. 90 Prozent schon ausgeschlossen werden können, ist die Leistung mit der Hälfte der gegebenen Zusatzinformationen von 95,4 Prozent repräsentativer. Mit diesem Wert lässt sich trotzdem nur schwerlich eine Projektion auf die rund 500 Grosspilzarten der Schweiz zu machen. Allerdings bildet «ShroomNET» eine vielversprechende Ausgangslage für zukünftige Projekte.

### Schlussfolgerungen

Ziel dieser Arbeit war es, eine Aussage über die Umsetzbarkeit eines Pilzerkennungsalgorithmus zu machen. Mit den in dieser Arbeit entwickelten Algorithmen konnte mit einem kleineren Datenset festgestellt werden, dass ein zuverlässiger Pilzbestimmungsalgorithmus, basierend auf künstlichen neuronalen Netzen, durchaus realisierbar ist, aber deutlich mehr Trainingsdaten und Zusatzinformationen erfordert.



Christelle Rossier, 2000 | Cottens, FR

**Collège Sainte-Croix**  
Enseignant: Brice Canvel

**Appréciation de l'expert**  
Claude Fuhrer

Dans son travail, Mme Rossier étudie le jeu de jass et tente de répondre à la question «quand faut-il faire atout?». Pour étudier ce jeu, Mme Rossier propose une approche intéressante basée sur deux heuristiques distinctes. La première heuristique utilise les probabilités pour étudier la répartition des atouts entre les joueurs et les équipes. La deuxième heuristique tient compte aussi de la valeur des cartes. Pour valider son modèle, Mme Rossier a programmé une version du jeu de jass qui lui permet de tester et comparer ses différentes stratégies.

**Mention: bien**

## Le jeu du jass

Ce travail se penche sur la recherche de la meilleure stratégie à adopter lorsqu'un joueur doit choisir la couleur de l'atout dans le jeu du jass. Pour cela, je me suis attelée à la programmation d'une simulation informatique de ce jeu dans le but de tester différentes stratégies possibles. Le gros du travail consiste à la réalisation de cette simulation afin que celle-ci devienne la plus proche possible d'un jeu réel. Toutes les règles du jeu du jass sont prises en compte et, à cela, sont également ajoutées quelques stratégies nécessaires pour rendre le jeu plus intéressant.

### Problématique

Dans le jeu du jass, au début de chaque donne, un joueur est amené à choisir une nouvelle couleur d'atout en fonction des cartes présentes dans sa main. Dans le cas où ce joueur juge ne pas avoir un assez bon jeu, il a la possibilité de demander à son coéquipier de choisir la couleur de l'atout à sa place. Ce choix n'est toutefois pas sans risque car il se peut que le coéquipier en question choisisse une couleur que le joueur devant faire atout ne possède pas ou très peu. Pour cela, certains se montrent exigeants et chibrent rapidement alors que d'autres choisissent l'atout en se contentant de très peu de cartes atout dans de leur main. Je me suis alors demandée à partir de combien de cartes atout il était le plus judicieux de ne pas chibrer. Dans cette optique, le but était de programmer une simulation complète de ce jeu afin de pouvoir tester les différentes stratégies qu'un joueur peut appliquer lorsqu'il choisit son atout.

### Méthodologie

La première étape du travail a été d'effectuer différents calculs de probabilités purement théoriques afin de se donner une première idée des chances de gagner en fonction du nombre de cartes atout que possède le joueur faisant atout. La partie principale du travail fut bien évidemment la programmation de la simulation du jeu. Pour cela, j'ai commencé par constituer les classes de base afin de créer un paquet contenant les trente-six cartes du jeu ainsi que les quatre joueurs. Il était ensuite important de m'attaquer rapidement à l'aspect graphique de la simulation dans le but de pouvoir par la suite vérifier plus facilement le bon fonctionnement des choses. L'étape suivante a été de réaliser un jeu qui soit fonctionnel, c'est-à-dire où tous les joueurs soient capables de poser une carte au centre, les uns après les autres, jusqu'à ce qu'il n'y en ait plus. À ce stade, les règles du jeu du jass n'étaient encore pas du tout respectées; c'est pourquoi il a ensuite fallu les implémenter. Enfin, l'étape finale a été de mettre en place différentes stratégies afin que les joueurs puissent jouer de manière plus intelligente.

### Résultats

La simulation obtenue peut vraiment être représentative d'un jeu réel entre quatre joueurs. En effet, toutes les règles du jeu sont respectées et les joueurs sont capables d'appliquer un certain nombre de stratégies rendant le jeu plus intéressant. Pour répondre à la problématique par la comparaison de deux stratégies différentes, j'ai pu constater que la valeur des cartes atout présentes dans la main du joueur importait plus que le nombre de ces cartes. En effet, en utilisant la deuxième stratégie consistant à donner un poids sous forme de points à chaque carte, l'équipe du joueur faisant atout remporte la donne dans 79% des cas. En revanche, la première stratégie se basant principalement sur le nombre de cartes atout dans la main ne garantit la victoire que dans environ 69% des cas.

### Discussion

Comme dit précédemment, cette simulation permet déjà de pouvoir tirer une conclusion sur la meilleure stratégie à adopter mais elle n'en est pas pour autant parfaite. En effet, de nombreuses autres stratégies auraient pu être implémentées dans le programme. Par exemple, lors du choix de l'atout, le joueur pourrait prendre en considération non seulement les cartes intéressantes pour un atout, mais également les bocks, c'est-à-dire les cartes hautes pouvant servir à remporter beaucoup de plis. Toujours concernant la décision de chibrer ou non, le joueur pourrait contrôler le fait d'avoir un peu de chaque couleur (ou presque) avant de chibrer. Ainsi, le risque qu'il ne possède aucun atout diminue.

### Conclusions

Bien que nous soyons tout de même arrivés à certaines conclusions grâce à la simulation, je pense que ce travail est la preuve même qu'un programme n'est en réalité jamais terminé. En effet, de nouvelles idées d'amélioration surgissent en permanence, si bien que le programme reste sans cesse ouvert à de nouveaux développements futurs.

**Kantonsschule Baden**  
Lehrer: Armin Barth

**Würdigung durch den Experten**  
Dr. Hubert Ritzdorf

Die vorliegende Arbeit von Frau Weingärtner bietet einen faszinierenden, leicht verständlichen und doch tiefgründigen Einblick in die neue Blockchain Technologie. Während zahlreiche grosse Firmen sich noch schwer tun die richtigen Anwendungsfälle für Blockchain zu finden und die technische Komplexität zu verstehen, ist es ihr gelungen ein tiefes Verständnis auf den verschiedenen Ebenen wie Kryptographie oder verteilte Systeme zu erlangen und dies anhand von anschaulichen Beispielen, wie ihrem entwickelten Spiel, an andere weiterzugeben.

**Prädikat: hervorragend**

**Sonderpreis Aldo e Cele Daccò**  
European Union Contest for Young Scientists (EUCYS 2019)

## Blockchain Decrypted

In meiner Arbeit Blockchain Decrypted werden Funktionsweise und mathematische Hintergründe der zukunftsorientierten Blockchain-Technologie verständlich dargelegt. Weiterhin wird eine spannende Anwendung der Blockchain namens Smart Contract beschrieben. Ein eigener Smart Contract, der ein TicTacToe-Spiel umsetzt, ist weiterer Bestandteil der Arbeit. Im Smart Contract lässt sich ein Einsatz in Form meiner eigenen Kryptowährung tätigen. Somit sind in diesem Smart Contract die spannendsten Aspekte der Blockchain integriert; die Vielfalt der Technologie ist deutlich erkennbar. Das Spiel ist durch eine Schnittstelle mit einer Webpage einfach bedienbar. Meine Arbeit bietet so eine tolle Möglichkeit für Laien und Laiinnen sowie Experten und Expertinnen, die Blockchain-Technologie anhand eines konkreten Beispiels kennenzulernen.

### Fragestellung

Die Begriffe «Bitcoin» und «Blockchain» finden sich oft in den Schlagzeilen und sind ein sehr beliebtes Diskussionsthema. Jedoch wissen nicht viele, was tatsächlich hinter diesen Begriffen steckt. Das erste Ziel der Arbeit war es, den Aufbau und die Funktionsweise der Blockchain zu verstehen und verständlich darzulegen. Das Forschungsgebiet «Blockchain» ist noch sehr jung, vielen ist gar nicht bewusst, dass viele spannende und zukunftsweisende Anwendungen abseits von Bitcoin in dieser faszinierenden Technologie stecken. Ein weiteres Ziel meiner Arbeit war es, eine Anwendung für die Technologie selbstständig umzusetzen.

### Methodik

Zuerst ging es darum, Informationen über die Funktionsweise von Blockchain zu gewinnen. Um die Konzepte genauer zu verstehen, habe ich die mathematischen Grundlagen der Bestandteile der Blockchain aufgearbeitet und beschrieben. Anschliessend habe ich mir die Programmiersprache «Solidity» angeeignet, mit der auf der Ethereum Blockchain Smart Contracts programmiert werden. Durch das Erlernen der Programmiersprache und das Analysieren bereits umgesetzter Smart Contracts konnte ich eine genauere Vorstellung der Möglichkeiten der Blockchain gewinnen. Dadurch gelang es mir, eine spannende Anwendung der Blockchain zu finden: ein TicTacToe-Spiel. Ich entwickelte ein Protokoll für die einzelnen Bestandteile des Spiels, zum Beispiel die Anmeldung der Spieler/-innen oder das Erkennen eines Siegers oder einer Siegerin. Diese Konzepte konnte ich dann mit Solidity umsetzen und testen. Ich erweiterte das Spiel um eine eigene Kryptowährung nach ERC-20 Token-Standard, die bei jedem Spiel als Einsatz verwendet wird. Mit einer Web-Schnittstelle und einer eigenen TicTacToe-Webpage konnte ich die Bedienung vereinfachen und das Spiel auch für Laienspieler/-innen zugänglich machen.

### Ergebnisse

Das Ergebnis meiner Arbeit ist einerseits ein schriftlicher Bericht, in dem die Blockchain-Technologie und mein eigener Smart Con-



Georgette Weingärtner, 2000 | Widen, AG

tract als interessante Anwendung genau erklärt werden. Diese Dokumentation kann auch als Lernmedium eingesetzt werden. Weiterhin umfasst meine Arbeit die programmierte Softwarelösung, die aus dem TicTacToe Smart Contract, einem Token Contract und einer Webpage besteht. Alle Komponenten wurden ausgiebig getestet und die Sicherheit des Smart Contracts durch die Analyse einer spezialisierten Firma bestätigt.

### Diskussion

Mit meiner Arbeit habe ich meine Zielsetzung erreicht. Mein Smart Contract setzt die Idee des TicTacToe-Spiels auf einer Blockchain um und stellt eine funktionstüchtige Anwendung der Blockchain dar. Weiterhin ist eine eigene Kryptowährung integriert, sodass viele Aspekte der Blockchain in der Arbeit abgedeckt sind. Für die Entwicklung des Smart Contracts war fundiertes Wissen über die Blockchain und die Smart Contracts notwendig. Das Spiel stellt nicht nur eine eigene Anwendung für die Blockchain und Smart Contracts dar, sondern bietet auch die Grundlage für zukünftige Spiele auf der Blockchain. Mit demselben Konzept können in Zukunft viele weitere Blockchain-Spiele umgesetzt werden und somit ganze Blockchain-Spielsalons betrieben werden. Der Vorteil hiervon ist, dass keine vertrauenswürdige Mittelsperson nötig ist.

### Schlussfolgerungen

Mit meiner Arbeit habe ich es geschafft, eine sinnvolle Anwendung der zukunftsorientierten Blockchain-Technologie zu finden und erfolgreich umzusetzen. Durch die Web-Schnittstelle ist das Spiel besonders benutzerfreundlich. Besonders interessant ist, dass dadurch Leute, die bisher noch nichts mit Blockchain zu tun hatten, durch das Spiel in Kontakt mit der Technologie kommen können. Dies bietet eine tolle Möglichkeit, um Interesse für diese faszinierende Technologie zu wecken. Zusätzlich sind in meiner schriftlichen Arbeit die verschiedenen Komponenten der Blockchain mit Grafiken und Beispielen erklärt, sodass viel Wissen an Interessierte vermittelt werden kann.





Léon Altner, 2000 | Staufen, AG  
Ari Ferguson, 1999 | Aarau, AG

**Neue Kantonsschule Aarau**  
Lehrer: Berchtold Maik

**Würdigung durch den Experten**  
Andreas Reinhard

Im Laufe ihres buchstäblich bewegten Weges lernten Ari und Léon hautnah eine unerwartete Bedeutung des Begriffs «Fake» kennen. Denn sie befassten sich mit dem Bau eines dynamischen Flugsimulators, einer Aufgabe, bei der es eben auf eine möglichst perfekte Täuschung – dem als weitgehend echt empfundenen «Vorgaukeln» – eines realen Flugverlaufs ankommt. Und dort spielt weniger isolierte Technik und Informatik die Hauptrolle, sondern die komplexe Interaktion mit der menschlichen Wahrnehmung. Diese Erkenntnis führte denn auch dazu, dass der «günstige Kit für den Heimgebrauch» noch etwas warten muss.

**Prädikat: gut**

## Motion Flight Simulator

«Fake» – ein im heutigen Sprachgebrauch meist negativ behafteter Ausdruck. Diese Arbeit jedoch verhält sich als Gegenpol zu diesem schlechten Ruf. Es gilt: Je besser der «Fake», d. h. die Täuschung, desto besser das Simulationsgerät. Die Arbeit hatte das Ziel, einen Bausatz für einen Bewegungssimulator zu konzipieren. Dazu wurden in einem ersten Schritt Konzepte evaluiert und Pläne angefertigt. Diese wurden dann anhand eines Prototyps ausgewertet und getestet. Der Prototyp soll hierbei einen Input des Piloten und dessen Effekt auf die simulierten Flugeigenschaften verarbeiten und diese in Form einer Bewegung wiedergeben. Die Anlage besteht aus zwei Plattformen und dazwischenliegenden Motoren, die die Lage der beweglichen oberen Plattform verändern. Nach der Dimensionierung und ausgedehnten Tests zur Festlegung des Antriebssystems wurde der Bau der Anlage in verschiedene Etappen eingeteilt. Zuerst wurden die beiden Plattformen angefertigt. Der nächste Schritt bildete das Testen und die Installation der Motoren. Eine letzte grosse Etappe bildete die Ansteuerung der Motoren und deren Anbindung an die Flugsimulator-Software. Diese brachte einen grossen Programmieraufwand mit sich, wobei die Programme laufend erweitert und angepasst wurden. Nach ausgiebigen Tests und Verbesserungen waren schliesslich ein Konzept eines Bausatzes sowie ein funktionsfähiger Bewegungssimulator entstanden, der dem Benutzer oder der Benutzerin ein intensives Gefühl des Fliegens vermittelt.

### Fragestellung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, das Spielerlebnis für interessierte Benutzer/-innen von «einfachen» Flugsimulationsspielen zu verbessern. Dies soll mithilfe eines Bewegungssimulators erfolgen, der dem einfachen Spielen von Flugsimulationsspielen auf einem Computer eine neue Dimension verleihen soll. Solche Anlagen sind heute bereits auf dem Markt erhältlich, jedoch nicht zu einem Preis, der für ein breites Zielpublikum erschwinglich ist. Daher entwickeln wir einen Bausatz, der interessierten Benutzern und Benutzerinnen eine preiswerte Alternative bieten soll.

### Methodik

Um den Bausatz zu konzipieren, fertigten wir einen ersten Prototyp an. Dieser sollte bei der Analyse allfälliger Probleme helfen und einen Überblick über die Komplexität des Projekts geben. Dabei wurden verschiedene handwerkliche Fertigungstechniken angewendet. Des Weiteren entwickelten wir die Steuerung der Anlage, die als Bindeglied zwischen der Simulationssoftware und der Anlage agiert. Dazu wurden ein Mikroprozessor sowie weitere elektrotechnische Bauteile verbaut und programmiert. Um den Simulator einer potenziellen Käuferschaft zu präsentieren, wurde eine Website erstellt, die mit Bildern und Skizzen unser Konzept erklären soll. Zuletzt wurde der Bausatz präzisiert, indem die Anschaffungs- sowie die Baukosten ausgearbeitet wurden.

### Ergebnisse

Das Resultat der Arbeit ist ein funktionsfähiger Prototyp eines Bewegungssimulators, mit dessen Konstruktion aus Stahl und Holz die Benutzer/-innen in verschiedene Lagen bewegt werden sollen. So

soll diesen ein reelles Gefühl des Fliegens vermittelt werden. Zudem wurde ein Antriebssystem implementiert, das den Simulator bewegt. Dies geschieht mithilfe eines Mikroprozessors, der mit dem Simulationsprogramm sowie den Schrittmotoren der Konstruktion kommuniziert. Die Steuerung wurde laufend optimiert, sodass Bewegungen möglichst genau mit dem dargestellten Bild des Simulationsprogramms korrelieren. Weiter wurde ein Konzept eines Bausatzes entwickelt, der einem breiten Publikum die Konstruktion eines eigenen Flugsimulators ermöglichen soll.

### Diskussion

Der Prototyp funktioniert zufriedenstellend, jedoch müsste die Anlage vor einer allfälligen Vermarktung noch überarbeitet werden. Hierbei gilt es, die Verzögerungen zwischen Bild und Bewegung zu reduzieren, um ein akkurateres Flugerlebnis zu erhalten. Auch muss die Steuerung bzw. die Verkabelung verbessert werden. Zuletzt müssen, um den Bausatz günstiger anzubieten, Veränderungen am Antrieb ausgeführt werden.

### Schlussfolgerungen

Die Konstruktion des Prototyps hat gezeigt, dass der Bau der Anlage für Nichtfachpersonen möglich, wenn auch sehr aufwändig ist. Das Ziel war es, diesen Aufwand für Dritte zu verringern, was jedoch nicht vollständig gelungen ist, da der Bausatz noch zu weit von einer Fertigstellung entfernt ist. Allerdings kann durchaus auf der erlernten Basis aufgebaut und dadurch der Bausatz verbessert und optimiert werden.

**Berufs- und Weiterbildungszentrum Buchs (bzb)**  
Lehrer: Kunz Matthias

**Würdigung durch den Experten**  
Marco De Angelis

Eine menschliche Tätigkeit durch eine Maschine zu ersetzen, kaum hätte die Zielsetzung besser den Geist der Zeit treffen können! Die Aufgabe ist mit viel jugendlichem Elan und ohne technische Ehrfurcht angepackt worden. Herr Arends hat viel gearbeitet, sich informiert, weitergebildet und Hilfe zur Lösung der anspruchsvollen interdisziplinären Entwicklung gefunden. Der pragmatische Ansatz hat sich gelohnt: das Funktionsmodell zeigt seine Grenzen und ermöglicht es, die nötigen Verbesserungen bis zur perfekten Maschine zu erfahren. Nun ist das hochgesteckte Ziel greifbar. Ein Hoch auf die Macher!

**Prädikat: sehr gut**



Steffan Arends, 1998 | Rüthi, SG

## BARBOX – Es handelt sich um eine Cocktailmaschine

Diese vorliegende Arbeit behandelt ein ehrgeiziges Thema: Eine vollautomatisierte Cocktail-Maschine soll den Barkeeper oder die Barkeeperin ersetzen. Die Maschine ist darauf ausgelegt, grössere Menschenmengen zu bedienen, ohne dass ein grosser Aufwand erbracht werden muss. Die Maschine soll die genauen Mengen abfüllen, und zwar recht schnell. Dadurch dass die Barbox ziemlich klein und auf Rädern beweglich ist, kann man sie praktisch überall einsetzen. Dank einem normalen 230-Volt-Anschluss ist keine spezielle Einrichtung notwendig, um die Cocktail-Maschine über Touchscreen zu bedienen. Um meine Vision zu verwirklichen, musste ich mir ein grosses Fachwissen aneignen, das mir heute erlaubt, auf allen Gebieten der Cocktail-Maschine kompetent Auskunft zu geben. Dieses Wissen konnte ich selbständig erwerben, indem ich bei Problemen, die sich stellten, herumtüftelte. Zudem konnte ich auch auf ein Team erfahrener Leute zurückgreifen, von denen jeder auf seinem Gebiet spitze ist. Nach vielen Stunden intensiver Arbeit konnte ich die BARBOX fertigstellen und die Rahmenbedingungen erfüllen.

### Fragestellung

Kann ich mit einer Maschine den Beruf des Barkeepers oder der Barkeeperin ersetzen oder verändern? Das Ziel meiner Arbeit war, eine Maschine zu konzipieren, die den Beruf des Barkeepers oder der Barkeeperin – oder zumindest gewisse Arbeiten – ersetzt. Es war von Anfang an klar, dass ich nicht alles würde abdecken können, da ich dafür zu wenig Zeit und ein zu kleines Budget hatte. Deshalb wollte ich einige Punkte aufnehmen, bei denen Barkeeper/-innen nicht mithalten können. Die Frage, die ich mir bezüglich der Cocktail-Maschine stellte, war natürlich, ob ich dies auch schaffen würde. Es gab viele neue Gebiete, die Neuland für mich waren und so einiges an Lernen und Testen erforderten, bis ich das Ziel erreichte.

### Methodik

Um mein Ziel zu erreichen, musste ich auf eine Vielfalt von Verfahren zurückgreifen, die ich vorher teils noch nicht gekannt hatte und die für mich eine Herausforderung darstellten. Zu Beginn habe ich die ganze Anlage auf einem CAD-System gezeichnet – die erste Herausforderung. Als nächstes suchte ich nach den richtigen Lieferanten, bei denen ich die verschiedenen Komponenten bestellen konnte – sei es rostfreies Profil, elektrische Komponenten oder die Magnete für die Türen. Das Schweißen, Fräsen oder Drehen der Teile konnte ich in meiner Firma erledigen. Das Montieren und Testen der elektrischen Komponenten realisierte ich zu Hause in meiner eigenen Werkstatt. Gegen Ende habe ich dann angefangen, die Anlage zu programmieren, da mein Kollege mich nicht mehr unterstützte. Unterstützung erhielt ich aber von einem Bekannten. Diese Arbeiten konnten ebenfalls bei mir zu Hause erledigt werden. Da ich trotzdem immer wieder mit Problemen konfrontiert wurde, die sich über das ganze Projekt zogen, habe ich ein kleines «Experten-Team» um mich versammelt, das mir immer zur Seite stand.

### Ergebnisse

Nach rund 700 Stunden Arbeit, viel Liebe fürs Detail und vielen

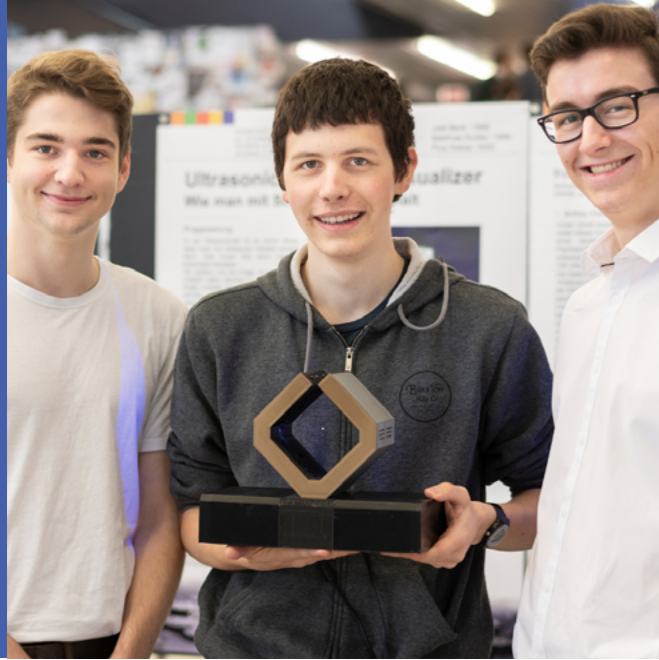
überwundenen Problemen ist eine Maschine entstanden, die portabel ist und in jedes grössere Auto hinein passt. Man kann 23 verschiedene Zutaten platzieren, die gekühlt werden. Jede Zutat besitzt eine eigene Pumpe, von der jede einzelne fünf Cocktails pro Minute produzieren könnte. Es können rund 100 Liter Flüssigkeit verstaubt werden, womit die Produktion von rund 50 verschiedenen und insgesamt von mehr als 300 Cocktails möglich ist. Die Bedienung erfolgt über einen Touchscreen (7").

### Diskussion

Das Ergebnis kann ich noch nicht vollumfänglich auslegen, da die Programmierarbeit noch nicht fertig ist. Die Frage, ob es möglich ist, den Barkeeper oder die Barkeeperin – zumindest für gewisse Arbeiten – zu ersetzen, kann bejaht werden. Vor allem auf grösseren Anlässen ist die Maschine im Vorteil gegenüber den Barkeppern oder Barkeeperinnen oder kann sie gut ergänzen. In geselligen Bars sieht das Ganze wieder anders aus: Da will man auf einen Barkeeper oder eine Barkeeperin gar nicht verzichten, weil er oder sie einfach mehr Stil hat als eine Maschine.

### Schlussfolgerungen

Die Maschine kann alles bieten, was wir uns gewünscht haben. Gewisse Punkte muss man noch einmal überarbeiten, z. B. die Kühlung: Sie ist ineffizient und schadet der Umwelt mehr als sie wirklich nutzt. Was ich sicher noch fertigstellen werde, ist ein voll funktionsfähiges Programm, um die Maschine zu bedienen. Für mich ist aber noch nicht Schluss, denn man kann noch vieles anderes hinzufügen, um die Maschine zu verbessern. Ein grosser Wunsch wäre ein Roboter, der den Cocktail schütteln kann oder ein Strohhalm ins Glas steckt. Das Projekt hat mir schon jetzt weitergeholfen, obwohl es noch nicht fertig ist – sei es beim Schweißen, Programmieren oder bei der Handhabung von Lebensmitteln. Also ran an die Arbeit und weitermachen, denn man lernt nie aus!



Joël Beck, 1999 | Niederrohrdorf, AG  
Matthias Dudler, 1999 | Nussbaumen, AG  
Pius Sieber, 2000 | Nussbaumen, AG

## Ultrasonic Levitation Visualizer

Unsere Projektarbeit befasst sich mit der Idee, mittels Ultraschall-Levitation, Formen in der Luft darzustellen. Dazu wird mithilfe hochfrequenten Schalls eine kleine Styroporkugel zum Schweben gebracht. Die Kügelchen haben wir mit einer speziellen Farbe bemalt. Dies ermöglicht uns, die Kugel mit ultraviolettem Licht zu bestrahlen und so zum Leuchten zu bringen. Durch eine hohe Anzahl von Ultraschallsendern, der eingebauten Elektronik, einem Microcontroller und einer aufwändigen PC-Software kann das schwebende Objekt in der Luft kontrolliert bewegt werden. Die Idee ist es, die Kugel so zu steuern, dass sie einem vorgegebenen Pfad in der Luft folgt. Mit einer Kamera oder mit dem Auge sollte dies dann als ganzes Zeichen wahrgenommen werden. Wir haben es tatsächlich geschafft, einfache Symbole in die Luft zu zeichnen und mit einer Kamera aufzunehmen. Durch das Kontrollieren der Kugel im Raum ist es jetzt sogar möglich, dreidimensionale Figuren zu zeichnen. Zur Erhöhung der Geschwindigkeit haben wir immer noch viele Ideen und vielleicht schaffen wir es in Zukunft tatsächlich, die Bilder so schnell zu zeichnen, dass sie mit dem blossen Auge erkennbar sind.

### Fragestellung

In der Wissenschaft ist es schon länger bekannt, dass man mithilfe von Ultraschall kleine Objekte schweben lassen kann. Vor kurzer Zeit hat nun ein englischer Wissenschaftler eine Technik entwickelt, um die Objekte in der Schwebelage auch kontrolliert zu bewegen. Die Technik erlaubt es, die Objekte dreidimensional im Raum und mit einer sehr hohen Präzision zu bewegen. Angetan von dieser Technik fragten wir uns, ob es möglich ist, mithilfe akustischer Levitation, Zeichen im Raum darzustellen. Eine kleine Kugel sollte so kontrolliert werden, dass sie einem vorgegebenen Pfad folgt und so ein Zeichen in die Luft malt. Mit einer Kamera beabsichtigten wir, das Zeichen dann als Ganzes aufzuzeichnen. Dazu wollten wir die Technik der Langzeitbelichtung verwenden, um so die ganze Bewegung als ein Bild aufzunehmen. Könnte man die Geschwindigkeit der Bewegung weiter erhöhen, wäre es sogar möglich, Bilder mit blossen Auge erkennbar zu machen.

### Methodik

Im Verlaufe unserer Arbeit bauten wir zwei Prototypen, um die bereits existierende Technologie des Schwebens und Bewegens zu testen. Ausserdem führten wir viele Berechnungen und Experimente durch. Mit den daraus gewonnenen Erkenntnissen konnten wir ein finales Modell mit deutlich besseren Eigenschaften in Angriff nehmen. Wir haben ein eigenes Gehäuse entwickelt und die Software umprogrammiert. Um die Kugel gut sichtbar zu machen, bemalten wir sie mit einer speziellen Farbe, welche bei Bestrahlung durch die verbauten UV-LEDs leuchtet. Zudem haben wir bessere Ultraschallsender und andere Controller verbaut. Wir beschäftigten uns unter anderem mit Fragen der Mathematik, Physik, Konstruktion, Elektronik, des wissenschaftlichen Arbeitens, der Teamarbeit, Informatik und des Sponsorings.

### Berufsfachschule BBB

Lehrerin: Franziska Widmer

### Würdigung durch den Experten

Dr. Peter Messmer

Die vorliegende Arbeit von Joël Beck, Matthias Dudler und Pius Sieber untersucht die Frage, wie dreidimensionale Figuren im Raum dargestellt werden können. Ausgehend von einem bestehenden Design zur akustischen Levitation realisierten sie in diesem ambitionierten, interdisziplinären Projekt aus Elektronik, Informatik und Produkt-Design einen Prototypen, welcher dies ermöglicht. Auch wenn weitere Optimierungen notwendig sein werden, um die Figuren von blossen Auge zu erkennen, konnte das Team mit viel Kreativität und strukturierter Vorgehensweise die fundamentale Funktionsweise demonstrieren.

### Prädikat: hervorragend

### Sonderpreis Metrohm

Expo Sciences International (ESI 2019)

### Ergebnisse

Unterdessen können wir tatsächlich Fotos von Symbolen in der Luft schießen. Um dies zu erreichen, haben wir ein etwa viermal so starkes akustisches Feld wie bei den beiden Prototypen. Die verbauten Controller sind viel leistungsstärker und haben vor allem etwa 25-mal mehr Speicherplatz, um die Daten abzuspeichern. Unsere verbaute Ultraviolettleuchte leuchtet unser Gerät optimal aus und lässt die Kugel hell strahlen. Um sie mit dem blossen Auge zu erkennen, reicht es zwar noch nicht, jedoch haben wir zumindest bewiesen, dass das Prinzip funktioniert.

### Diskussion

In Bezug auf unsere Fragestellung haben wir unser Ziel klar erreicht. Wir können sehr zufrieden sein mit dem, was wir erreicht haben. Wir konnten diese neue Technologie selbstständig einsetzen und zusätzlich verbessern. Wir sind sehr erfreut, dass unser Gerät nun tatsächlich fähig ist, Bilder in die Luft zu zeichnen. Bis jetzt können wir die Symbole leider noch zu wenig schnell zeichnen, um sie mit dem blossen Auge erkennbar zu machen. Das Potenzial, das noch durch die Ausarbeitung der Software möglich ist, stimmt uns aber sehr zuversichtlich. Wir haben noch genügend Ideen, um unser Projekt in Zukunft noch um einen sehr grossen Schritt weiterbringen zu können.

### Schlussfolgerungen

Wir sind davon überzeugt, dass wir einen sehr guten Grundstein zur Weiterentwicklung dieser neuartigen Technik gelegt haben. Auch sind wir zuversichtlich, dass es mit mehr Zeit tatsächlich möglich sein wird, Bilder in der Luft darzustellen, die mit dem blossen Auge erkennbar sind. Wir werden uns also auch in Zukunft mit diesem Thema beschäftigen, um die Technik noch weiter zu verbessern. So wird es vielleicht eines Tages eine ganz neue Visualisierungstechnik geben, mit deren Hilfe man Bilder dreidimensional im Raum darzustellen kann.

### Rämibühl-MNG

Lehrer: Marco Bettinaglio

### Würdigung durch den Experten

Andreas Reinhard

Begeistert vom Vogelflug interessierte Moriz konkret die Frage, ob bei der Auslegung heutiger Flugzeuge allenfalls bionische Prinzipien übersehen wurden, die zur Einsparung von Energie führen könnten. Pragmatisch und mit beeindruckender Ausdauer suchte er nach Antworten, indem er nach dem Vorbild der grazilen Küstenseeschwalbe Wurfgleiter baute und Flügelabschnitte im Windkanal der ETH untersuchte. Es gelang Moriz dabei vorbildlich, die experimentellen Einzelergebnisse sauber einzuordnen und jenseits einer idealisierten Verklärung in einen wissenschaftlich fundierten Kontext zu stellen.

### Prädikat: hervorragend

### Sonderpreis VDI Technikpreis

European Space Camp (ESC 2019)



Moriz Berclaz, 2000 | Zürich, ZH

## (R)Evolution der Flügelform?

In meiner Arbeit beschäftige ich mich mit der Untersuchung einer von mir entworfenen, aus der Tierwelt inspirierten Flügelform. Diesen Eigenbau verglich ich im Windkanal der ETH Zürich mit zwei heute bei Flugzeugen üblichen Flügelformen, um damit Aussagen über die Effizienz, das Strömungsabriss-Verhalten und somit über die Qualität des Flugverhaltens machen zu können. Im ersten Teil meiner Arbeit gehe ich intensiv auf die Theorie der Aerodynamik ein, während der zweite Teil vom Bau, von den Messungen und der Auswertung handelt. Die Ergebnisse stützen die Komplexität des Zusammenhangs von Form und Flugverhalten. Der entworfene Flügel erweist sich im Vergleich zu den beiden anderen getesteten Flügeln als durchaus ebenbürtig mit Potenzial zur Verbesserung. Die (R)Evolution der Flügelform muss aber noch ein wenig warten.

### Fragestellung

Linienflüge sind so billig wie noch nie, was immer mehr Leute zum Fliegen verleitet, anstatt umweltfreundlichere Alternativen zu nutzen. So fliegt man heute von Zürich nach Berlin und zurück für nur 74 Franken. Diese Tatsache verdeutlicht, dass es wichtiger denn je ist, den Treibstoffverbrauch zu senken, d. h. die Effizienz zu verbessern und damit die Umwelt zu schonen. Wie wir wissen, ist die Natur aufgrund der Evolution sehr effizient. Deshalb stellte ich mir die Frage, wieso sich heutige Flugzeugtragflächen nicht mehr an der Vogelwelt orientieren. Es schien mir unlogisch, dass der Mensch nicht von den über Jahrmillionen hinweg durch Evolution verbesserten Flugeigenschaften eines Vogels profitiert. In meiner Arbeit ging ich diesem Gedankenstrang mit folgender Fragestellung nach:

- Welche Eigenschaften und Verhaltensweisen weist eine Tragfläche mit der Form eines Vogelflügels im Vergleich zu den heute gebräuchlichen Flügelformen auf?
- Wie verhält es sich mit der Effizienz dieser Flügelform?
- Was ist der theoretische Hintergrund der Aerodynamik zu diesem Thema?

### Methodik

Um diesen Fragen nachgehen zu können, entwarf und konstruierte ich drei flächengleiche Modellflügel aus Hartschaum (XPS). Einer dieser 60 Zentimeter hohen Flügel besitzt eine an der Natur orientierte Form, während die beiden anderen heute gebräuchliche Flügelgrundrisse aufweisen. Durch Messungen im Windkanal der ETH Zürich konnten die drei unterschiedlichen Flügel verglichen werden. Meine Recherchen in der Flugzeugtheorie (Aerodynamik) halfen mir, die Ergebnisse zu verstehen und in Diagrammen festzuhalten.

### Ergebnisse

Die Versuche im Windkanal zeigten, dass meine neue Flügelform den spätesten Strömungsabriss aller getesteten Flügel mit 19 Grad und gleichzeitig die höchste Auftriebskraft von 6,65 Newton besitzt. Leider ist die Gleitzahl mit 10,62 um 2,7 Prozent schlechter als bei

den gängigen Flügelformen, jedoch bleibt sie über ein breites Spektrum von Anstellwinkeln (0°–15°) relativ konstant.

### Diskussion

Gemäss den Ergebnissen im Windkanal würde sich meine neue Flügelform gut für Linien- und Lastflugzeuge eignen. Ich bin mir aber bewusst, dass diese Schlussfolgerung nur auf einem Testlauf und einer Version des Modells beruht und dass bei der technischen Umsetzung dieser Flügelform noch weitere (z. B. konstruktive und strukturelle) Probleme dazukommen würden. Darüber hinaus sind heutige Tragflächen von Fachleuten über Jahre hinweg entwickelt worden. Somit wäre es vermessen zu behaupten, dass die von mir entworfene Flügelform besser als gebräuchliche Flügelformen ist. Allerdings bin ich davon überzeugt, dass die Orientierung an der Natur sicher richtig ist. So gibt es heute schon eine Vielzahl interessanter Konzepte und Flugzeug-Prototypen, die massive Effizienzverbesserungen versprechen.

### Schlussfolgerungen

Die Arbeit hat mir vor allem zwei Dinge klar aufgezeigt:

- Aufgrund der Komplexität der Aerodynamik ist es nicht möglich, die Effizienz eines Flügels zu verbessern, wenn man sich nur auf die Flügelform beschränkt und die anderen Faktoren, z. B. Profilierung und Schränkung, nicht einbezieht, wie ich dies im praktischen Teil meiner Arbeit gezwungenermassen aus Zeitgründen getan habe.
- Der Entwurf und die Konstruktion meiner neuen Flügelform hat mir zudem veranschaulicht, dass beim Bau einer Tragfläche immer Kompromisse eingegangen werden müssen, damit ein Flugzeug in verschiedenen Strömungsbedingungen effizient fliegen kann (z. B. Start und Reiseflug). Deswegen, denke ich, wird sich die (R)Evolution der Flügelform in einer weitergehenden Anpassungsfähigkeit der Tragflächen an die unterschiedlichen Ansprüche manifestieren. Genau so macht es uns nämlich die Natur mit ihren beweglichen und flexiblen Flügeln seit Jahrmillionen vor.



Lisa Brönnimann, 1999 | Niederglatt, ZH  
Selina Frey, 2000 | Obfelden, ZH

### Berufsmaturitätsschule Zürich

Lehrer: Remo Häuselmann

### Würdigung durch den Experten

Patrick Luginbühl

Mit grossem handwerklichem Geschick und modischem Flair haben Lisa Brönnimann und Selina Frey die Möglichkeiten ausgelotet, aus rezykliertem PET eine Brille herzustellen. Aufgrund der Erkenntnisse aus der Fertigung eines ersten Prototypen mit verklebtem PET mussten stabilere und lösungsmittelfreie Verbindungen evaluiert sowie vertiefte Überlegungen zu Marketing und Ökologie angestellt werden. Mit viel Engagement sind die beiden innovativen Augenoptikerinnen diesen Fragen nachgegangen und haben die gefundenen Lösungen akribisch dokumentiert.

Prädikat: **hervorragend**

Sonderpreis Paul Scherrer Institut

Forschung auf dem Jungfraujoch (3550 müM)

## Die recycelte PET-Flaschen-Brille

In unserer Arbeit untersuchten wir, ob es möglich ist, aus PET-Flaschen eine möglichst ökologische Brillenfassung herzustellen. Dazu führten wir mehrere Experimente durch und entwickelten einen Prototyp, indem wir mehrere Platten aus PET zu einer Platte zusammenklebten. Weil diese Variante weder sonderlich stabil noch umweltfreundlich ist, forschten wir an weiteren Möglichkeiten. In Frage kommen zwei Verfahren. Man könnte die Fassung direkt spritzen oder zuerst eine Platte in einem Spritzgussverfahren herstellen und anschliessend die Fassung wie eine herkömmliche Acetatbrille herausfräsen. Wir entschieden uns für die zweite Variante: die Platte spritzen und fräsen, weil damit Kleinserien möglich sind. Diese Variante macht die Fassungen schlussendlich ökologisch exklusiver und einzigartiger. Unsere Ökobilanz zeigt, dass das Verfahren, verglichen mit einer herkömmlichen Fassung, knapp besser abschneidet.

### Fragestellung

In vielen Bereichen der heutigen Gesellschaft wird heute schon sehr auf die Wiederverwertung von Materialien geachtet – in der Brillenbranche jedoch noch nicht. Als zwei umweltbewusste Augenoptikerinnen forschten wir in unserer Arbeit nach Möglichkeiten, aus PET-Flaschen eine funktionstüchtige Brille herzustellen, die natürlich den Schweizer Anforderungen an Stabilität und Langlebigkeit entsprechen sollte. Wir gingen auch der Frage nach, ob es möglich ist, sogar die Gläser aus PET herzustellen.

### Methodik

Wir begannen unser Projekt mit einigen Recherchen, um uns mit dem Material PET vertraut zu machen und uns über die Herstellung zu informieren. Ebenfalls klärten wir ab, wie die heutigen, modernen Brillengläser hergestellt werden und was die Anforderungen an eine Brillenfassung sind. Die Erkenntnisse vertieften wir in einem Fachgespräch mit unserem Berufsfachlehrer. Anschliessend probierten wir verschiedene Methoden aus, um PET weiterzuverarbeiten. Dazu versuchten wir, PET mit Lösungsmittel wie Aceton oder Ethanol zu verkitten. Alternativ testeten wir verschiedene Kleber, um PET zu einer Platte zusammenzuleimen. Daraus entwickelten wir unseren Prototyp. In weiteren Schritten erstellten wir eine Ökobilanz und verglichen eine herkömmliche Kunststofffassung mit unserer aus PET.

### Ergebnisse

Das Ergebnis unseres Experimentes zeigt, dass es grundsätzlich möglich ist, eine Brille aus PET mit einfachen Mitteln herzustellen. Jedoch ist die verwendete Klebe-Technik nicht serientauglich, und zwar wegen der Stabilität, möglicher Allergien und der Umweltbelastung durch den Sekundenkleber.

### Diskussion

Der Herstellungsprozess ist aufwändig und ausbaufähig, da die Fassung vollkommen handgefertigt ist und sich beim Bearbeiten der Brille die einzelnen Schichten immer wieder spalten. Der Leim macht die Brille ausserdem spröde, was dazu führt, dass die Brille nicht sonderlich stabil ist. Bei dieser Methode ging der ökologische Aspekt verloren. Deshalb suchten wir nach einem alternativen Vorgehen. Man könnte die Fassung entweder direkt spritzen oder mithilfe eines Spritzgussverfahrens eine Platte produzieren und daraus die Fassung wie eine herkömmliche Acetatfassung herausfräsen. Die Ökobilanz zeigt ausserdem, dass die recycelte PET-Platte in Bezug auf die Umweltbelastung knapp besser abschneidet als die herkömmliche Kunststoffplatte.

### Schlussfolgerungen

Leider mussten wir nach einem Fachgespräch mit unserem Berufsfachlehrer feststellen, dass die Forschung bezüglich der Gläser nicht sinnvoll ist, weil die optischen Eigenschaften ungenügend seien und die Beschichtung nicht vorhanden sei. Mit den neusten Ergebnissen zu den verschiedenen Verfahren könnte man nun einen zweiten Prototyp herstellen. Wir verfolgen die Variante, bei der man eine Platte aus PET spritzt und daraus die Fassung fertigt. Daraus könnten erste Kleinserien entstehen und ausserdem wären die Fassungen einzigartig. Diese würden wir nicht mehr von Hand fertigen, sondern zu einer Fassungsfirma geben. Daraus könnten noch Verbesserungen an der Qualität und der Ästhetik gemacht werden, und – wer weiss – vielleicht sind in einigen Jahren die leichten PET-Brillen in den Optikgeschäften anzutreffen.

### Liceo di Lugano 2

Docente: Chiara Mastropietro

### Valutazione del lavoro espressa dall'esperta

Dr.ssa Giulia Paoli

Il lavoro analizza il rapporto uomo-spazio, partendo dai principi fisici che regolano i viaggi spaziali e presentando le sfide tecnologiche ad essi associate. Il punto di vista innovativo del lavoro è costituito dall'analisi del tema dei viaggi spaziali attraverso la loro rappresentazione cinematografica, usando come filo conduttore un diario di bordo di un immaginario viaggio interstellare. Diverse pellicole vengono indagate, definendone la vicinanza con la realtà fisica. L'interdisciplinarietà mostrata nel presentare la tematica scelta rende il lavoro particolarmente interessante.

Menzione: **buono**



Jacopo Conti, 2000 | Comano, TI

## Viaggio nella fisica interstellare attraverso il cinema di fantascienza

Which physical principles have to be understood in order to undertake a journey into space? Inspired by this question, this paper analyzes the relationship between man and cosmos, examining gravity, space and time as the key physical elements associated with the evolution of space discoveries. The research project combines scientific and technical analysis, discussions with experts of international standing, and cultural analysis of sci-fi movies. A logbook of an imaginary interstellar journey guides the reader through these three dimensions. The results confirm the need to address gravity, space and time, expand on their interdependence, and unite them in a single study. By following the thread of the story, the reader is confronted with fundamental themes linked to the physiology and philosophy of «being human». In conclusion, technological challenges will not be the sole limitations to space explorations. Rather, the political, ethical and moral decisions that humankind faces will determine the future of interstellar journeys.

### Introduction

This paper analyzes the relationship between mankind and space, specifically, the physical principles to be addressed in order to travel through space. Based on the research question, the paper identifies gravity, space and time as the main physical entities to be considered. A logbook of an imaginary interstellar journey serves to guide the reader through these three dimensions.

### Methods

Through the logbook of an interstellar journey, gravity, space and time are analyzed from a theoretical-physical, technical-evolutionary and cinematographic perspective. This three-level analysis allows an elaboration of physical and technological theories while retracing the evolution of the relation between humans and the cosmos through scientific discoveries. Finally, the study is complemented by discussions with experts of international standing, including Professors Rasetti (Institute for Scientific Interchange), Diarra (NASA JPL), Valabrega (Polytechnic of Turin), Canova (University of Bergamo), astronaut Cristoforetti and Guidoni, and scientific journalist Fedele (RSI).

### Results

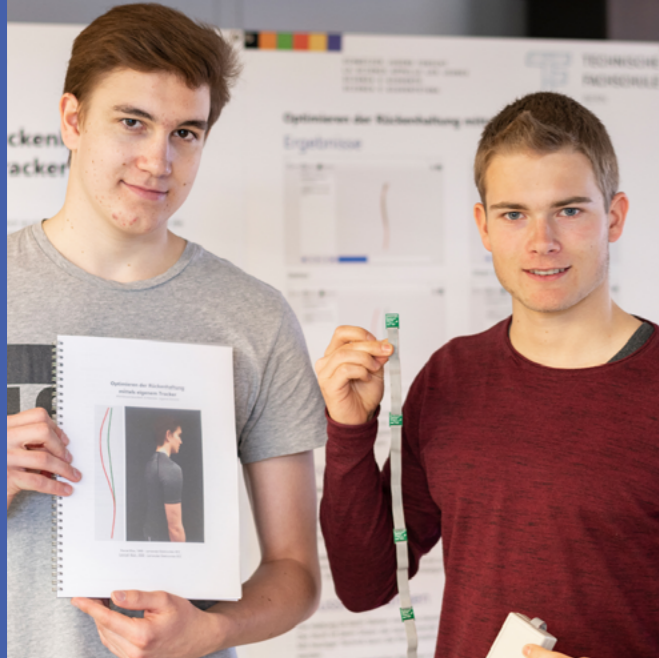
The study of technological developments has shown that chemically propelled rockets are crucial for Earth-Cosmos explorations. However, the acceleration needed to overcome the Earth's gravity affects human physiology. In space, the absence of gravity is the primary cause of muscular atrophy, bone decalcification and cardiovascular problems, to which the effects of cosmic radiation must be added. In the theoretical physics of deep space, the impossibility to travel at the speed of light requires to treat space and time as a single entity whose deformation is gravity. In movies, the physical and technical obstacles are hardly represented (Space Odyssey), sometimes with technological inventions (Star Trek) and only occasionally objectively pictured (Gravity).

### Discussion

The three-level analysis confirms that gravity is essential for preserving human physiology; hence, the absence of gravity is a key factor to consider for interstellar journeys. The rotational motion of a spaceship for overcoming the absence of gravity as depicted in movies is currently impossible to replicate in real life. In astrophysics, space is not a motion problem. In fact, Einstein's postulates identified the time and speed of travel, rather than mobility, as another problem of space journeys. Finally, imagining the duration of the space expeditions to be manageable with new technologies (hibernation, generational spaceships, quantum teleportation) leads to other sociological, philosophical and ethical considerations related to life in space.

### Conclusions

In conclusion, the three-level analysis has confirmed that gravity, space and time are the key elements of space travel. However, these do not act independently as initially assumed: their interactions bind them into a single physical entity of study. Moreover, unexpected yet fundamental dilemmas tied to the physiology and ontology of «being human» have emerged. Films about space explorations have highlighted their functions of information and education and the urgency to create collective principles about the future. Finally, the intertwining of technological evolution, individual and collective behaviors, and economic and political decisions will dictate how mankind will manage interstellar travel. I dream of a universal ethical consciousness and shared values to guide all future space journeys.



Elias Donzé, 1999 | Unterseen, BE  
Alain Lavoyer, 2000 | Kirchberg, BE

### Technische Fachschule Bern

Lehrer: Bruno Bützer

### Würdigung durch den Experten

Dr. Maurizio Gullo

Rückenschmerzen – ein bekanntes Leid. Dass dauerhafte Fehlhaltungen auch gravierende Konsequenzen mit sich tragen, haben Donzé Elias und Lavoyer Alain richtig erkannt. Ihr Projekt zur in-situ Messung und Korrektur der Rückenhaltung ist eine brillante Reaktion auf die Problematik. Sie haben nicht nur die Fragenstellung mit grossem Einsatz und viel Begeisterung angepackt, sondern auch ihren Lösungsansatz mit viel Ausdauer an einem Prototyp validiert. Die Arbeit überzeugt durch ihre Relevanz, Interdisziplinarität und nicht zuletzt durch grosse Innovationstiefe.

Prädikat: **hervorragend**

Sonderpreis Metrohm

Expo Sciences International (ESI 2019)

## Optimieren der Rückenhaltung mittels eigenem Tracker

Über 80 Prozent aller Erwachsenen leiden an Rückenschmerzen. Bei den meisten Personen sind das zwar nur Verspannungen, aber bei circa 15 Prozent sind es ernstzunehmende Verletzungen wie Diskushernie (Bandscheibenvorfall) oder andere Gelenkschäden. Diese sind oft auf Fehlhaltungen zurückzuführen, die durch ein frühzeitiges Training verhindert werden könnten. Unsere Arbeit setzt bei der frühzeitigen Erkennung von Fehlhaltungen an. Das Ziel war nämlich die Entwicklung eines Rückentrackers, der die Rückenhaltung des ganzen Rückens misst. Dazu haben wir ein System entwickelt, das aus einer Kette von Sensoren sowie einem kleinen Zusatzgerät besteht, das in der Hosentasche verstaut wird. Der Tracker speichert die Haltung in regelmässigen Abständen. Später können die Daten auf einen Computer übertragen werden. Mit dem von uns entwickelten Analysetool können sie ausgewertet werden. Das Analysetool bildet die Rückenform ab und zeigt Fehler auf. Leider ist unser Produkt noch nicht richtig alltagstauglich. Damit die Sensorwerte sinnvoll ausgewertet werden können, müssen die Sensoren perfekt an ihrer vorgesehenen Position am Rücken anliegen. Um die Sensoren an ihrem vorgesehenen Platz zu behalten, müssen sie derzeit an den Rücken «angetappt» werden. Einmal angeklebt, stören sie im Alltag aber nicht mehr so sehr.

### Fragestellung

Wir wollten mit diesem Projekt herausfinden, ob es möglich ist, einen neuartigen Rückentracker zu entwickeln, der die Haltung des ganzen Rückens erfasst. Die Daten sollen später mithilfe eines von uns programmierten Analysetools ausgewertet werden können. Das System soll alltagstauglich sein und unter der normalen Kleidung getragen werden können.

### Methodik

Der Rückentracker besteht aus der Sensorkette und dem Sammelgerät. Die Sensorkette besteht aus fünf Beschleunigungssensoren, die über die Wirbelsäule verteilt sind. Sie messen die Verteilung der Erdanziehungskraft auf den beiden relevanten Achsen, womit der Winkel zum Boden berechnet werden kann. Mit der Differenz dieser Winkel und dem konstanten Abstand zwischen den Sensoren kann die Krümmung der Wirbelsäule rekonstruiert werden. Das Sammelgerät beinhaltet unter anderem den Prozessor und den Akku. Die Auswertung basiert auf einer Optimalhaltung, die im Endprodukt unter Aufsicht eines Physiotherapeuten aufgenommen werden kann. Ist der obere oder untere Rücken zu wenig oder zu sehr gekrümmt, schlägt das Analysetool Alarm. Getestet wurde der Tracker mit Fehlhaltungen, die eingenommen wurden. Sie wurden geprüft, ob sie erkannt werden. Darauf folgte ein Praxistest an den beiden Autos über einen Zeitraum von jeweils circa acht Stunden.

### Ergebnisse

Angenähert an einem enganliegenden T-Shirt, einer alltagstauglichen Trageweise, konnten die Fehlhaltungen nicht erkannt werden. Während des Dauertests haben wir uns deshalb die Sensoren mit Tape direkt auf den Rücken geklebt, damit sie am Rücken anliegen. Der Test hat unsere Haltungsprobleme schonungslos ans Tageslicht ge-

bracht. Die beste Rückenform haben wir im Stehen erreicht. Beim Sitzen kommt es sehr auf den Stuhl an. Stühle, die ihre Lehne nur bis in die Mitte des Rückens haben und so dazu verleiten, mit dem Gesäss nach vorne zu rutschen, schneiden am schlechtesten ab, da der Kopf dann trotzdem gerade nach oben gestreckt wird und der obere Rücken deshalb stark gekrümmt wird.

### Diskussion

Unsere Fragestellung können wir unter Ausschluss der Alltags-tauglichkeit mit Ja beantworten. Die Befestigungsmethode mit dem T-Shirt hat nicht funktioniert, da es Falten gebildet hat, die die Sensoren vom Rücken weggedrückt haben. Die Lösung des «Antapens» kann nicht wirklich als alltagstauglich bezeichnet werden, da der Tracker für das Duschen ausgezogen werden muss und dann nicht mehr selbstständig angezogen werden kann. Die Sensorkette ist derzeit untereinander mit einem Kabel verbunden. Eine Möglichkeit zur Verbesserung wäre es, unsere Sensorkette durch eigenständige Sensoren zu ersetzen, auf die über Funk zugegriffen wird. Für diese könnten Kleber hergestellt werden, in die man den Sensor sozusagen hineinsteckt. Für eine solche Lösung stellt sich aber unter anderem die Frage nach dem Akku.

### Schlussfolgerungen

Unsere Arbeit hat gezeigt, dass es mit heutiger Technik möglich ist, Personen mit einem Gerät auszustatten, das seine Rückenstellung misst und mögliche Fehlhaltungen im Alltag erkennt. Spätere Folgen einer Fehlhaltung können so vermieden werden. Die Rückenhaltung potenzieller Patienten oder Patientinnen in ihrem Alltag zu beobachten, bietet neue Möglichkeiten. Dieses Konzept könnte auch auf andere Gesundheitsaspekte ausgeweitet werden.

### Neue Kantonsschule Aarau

Lehrer: Stephen Weyeneth

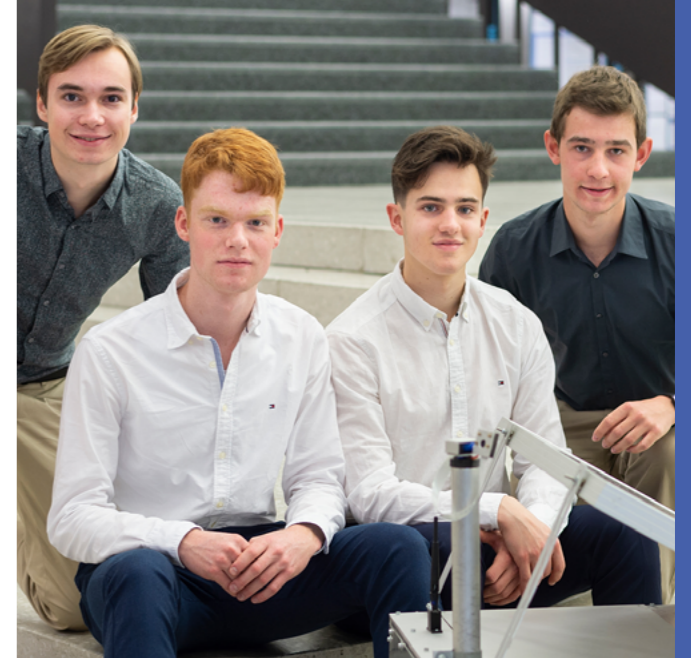
### Würdigung durch den Experten

Stephane Michaud

2020 sind zwei Rover Missionen auf Mars geplant, um nach Leben zu forschen. Ein Team von vier Studenten hat ebenfalls die Entwicklung und den Bau eines Erkundungsrovers für die Erforschung fremder Himmelskörper entwickelt. Diese Arbeit ist nicht nur auf existierende Technologie basiert, bringt aber neue Ideen und Prozesse in Einsatz. Die Räder wurden mit 3D Drucker produziert und ein Rover-Prototyp mit kleinem Budget entwickelt und getestet. Ergänzt wurde die Arbeit mit einem Missionskonzept auf dem Planet Mars, wo eine Flotte preisgünstiger Rover im Einsatz ist.

Prädikat: **sehr gut**

Linus Kühne, 2000 | Meisterschwanden, AG - Jan Wälty, 1999 | Schöftland, AG  
André Emmenegger, 1999 | Erlinsbach, AG - Yannic Hofmann, 1999 | Hirschtal, AG



## Exploration Rover

### - Entwicklung und Bau eines Erkundungsrovers zur Erforschung fremder Himmelskörper

Diese Arbeit beschreibt Entwicklung und Bau eines Erkundungsrovers für die Erforschung fremder Himmelskörper und die Suche nach Orten für eine Kolonisierung. Der Rover kann sowohl manuell gesteuert als auch autonom seiner Pionieraufgabe nachgehen, die im Messen wissenschaftlicher Daten und einer Klassifikation des erforschten Gebietes bezüglich Bewohnbarkeit besteht. Zur Fortbewegung treiben Elektromotoren eigens entwickelte Räder aus dem 3-D-Drucker an. Dabei liefert eine Solarzelle Strom, um Sensoren, Motoren und die Kommunikationswege zu betreiben. Ultraschallsensoren wurden verbaut und mathematische Werkzeuge für eine effiziente Hindernisumfahrung erstellt. Das Ergebnis dieser Produktion ist ein Gefährt, das trotz kleiner Fahrungenauigkeiten unbekannte Orte wie Exoplaneten oder Krisengebiete teils autonom erkundet, Anweisungen von der Basis drahtlos empfangen und Erkenntnisse senden kann. Die Entwicklungsschritte wurden dabei durch Expertenrat, Berechnungen und Vorexperimente untermauert. Der Rover ist auf Modularität ausgelegt und dient als Plattform für spezifische Anpassungen an unterschiedliche Einsatzgebiete. Wir stützen uns auf unsere angeeigneten Kenntnisse und beschreiben im Folgenden eine mögliche zukünftige Marsmission.

### Fragestellung

Herkömmliche Rovermissionen, z. B. MSL der NASA, basieren meistens auf nur einem Gefährt mit exorbitanten Entwicklungskosten. Unser Konzept ist somit, mit einer Flotte massenproduzierbarer Rover ein Gebiet effizient zu erforschen. Die Konstruktionsidee ist das Basismodell eines solarbetriebenen Erkundungsrovers, der verschiedenste physikalische Parameter misst. Er ist kabellos steuerbar und kann sich auf festem Untergrund fortbewegen. Eine einfache Fernsteuerung sowie eine Hinderniserkennung mit Ultraschall erlauben eine zielgerichtete Fahrt. Ein Ziel ist es auch, Verbesserungen für einen extraterrestrischen Betrieb zu behandeln. Weiter widmen wir uns der Frage: «Wie lassen sich zukünftige Marsmissionen unter Berücksichtigung neuartiger Konzepte aufbauen?»

### Methodik

Eine zentrale Rolle während der Fertigung spielte neben handwerklichen Fertigkeiten der 3-D-Druck. Durch die flexible Konstruktion mit CAD konnten etliche Kleinstteile ausprobiert und modifiziert werden. Diese Methode eignete sich insbesondere auch für die komplexen und belastbaren Räder. Für eine effiziente Kommunikation zwischen allen verbauten Komponenten wurden drei Programmiersprachen verwendet. Unsere Entscheidungen basierten soweit wie möglich auf fundierten Expertenmeinungen. Wir konnten u. a. einen Fachmann der ETH im Robotikbereich für uns gewinnen. Aufgrund der hohen Kosten der diversen Anschaffungen bemühten wir uns um eine Finanzierung via Crowdfunding sowie um Industriensponsoren. Wir wurden von maxon motor und Banner Batterien unterstützt. Während des Bauprozesses planten wir häufige Tests zur Fehlervermeidung.

### Ergebnisse

Der gebaute Rover verfügt über eine justierbare Solarzelle sowie eine Kamera. Die Achsen sind so konzipiert, dass sie bei einseitigen

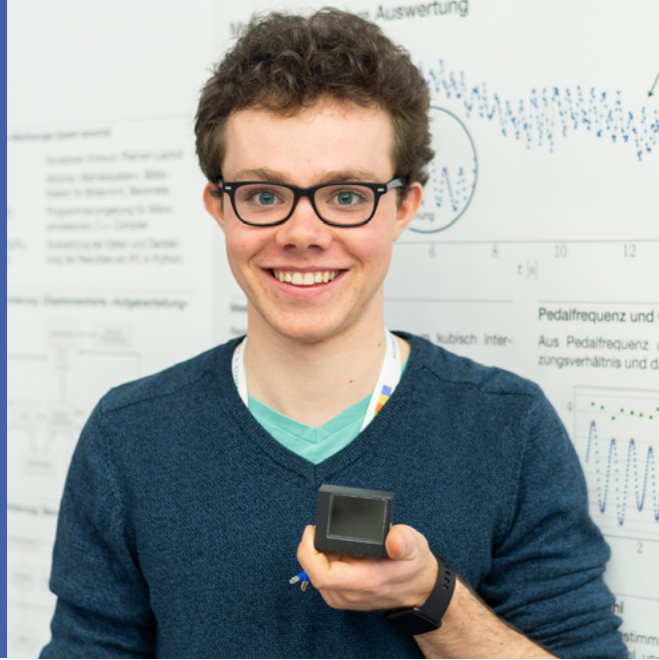
Hindernissen automatisch auslenken. Die Kommunikation geschieht zwischen dem internen Hauptcomputer und einem eigenen Kontrollprogramm. Zudem sind drei weitere Kleinrechner verbaut, die die Sensordaten verarbeiten und einen Algorithmus zur Klassifikation des Himmelskörpers bereitstellen. Umfahrungsalgorithmen erfassen mittels Ultraschall Hindernisse. In unserem Zusatzkapitel haben wir sowohl mögliche technische Weiterentwicklungen als auch eine konzeptionell neue Herangehensweise an zukünftige Rovermissionen erarbeitet. Wir empfehlen, mehrere spezialisierte Rover einzusetzen und den Fokus auf die Erforschung des Untergrundes zu legen.

### Diskussion

Unsere Zielsetzung betrachten wir als erfüllt. Mit ausgereifteren technischen Verfahren wären eine höhere Genauigkeit und andere Lösungen möglich. Die Bodenhaftung der Räder ist noch nicht zufriedenstellend. Im Kapitel bezüglich der zukünftigen Mission war es möglich, nutzbares Potenzial in der Roverentwicklung aufzuzeigen. In Anbetracht dieser Umstände sind wir insgesamt sehr zufrieden mit dem Resultat.

### Schlussfolgerungen

Der Rover kann sich auf diversen Untergründen fortbewegen. Auch die Kommunikation und der Stromhaushalt stellen in unseren Testumgebungen keine Probleme dar. Für eine grössere Zuverlässigkeit könnte in einzelnen Punkten, wie der Materialwahl der Räder, aber auch der Aufhängung, noch weiterhin getüftelt werden. Nachdem wir uns von unserer konkreten Idee losgelöst hatten, konnten wir eine Mission planen und mögliche Weiterentwicklungen thematisieren. Wir sehen den Zeitpunkt einer intensiven Auseinandersetzung mit neuen technischen Ansätzen jetzt gegeben.



Tim Frey, 2000 | Bern, BE

**Gymnasium Neufeld**  
Lehrer: Lukas Escher

**Würdigung durch den Experten**  
Dr. André Masson

Tim Frey misst die Dynamo-Spannung mit Phantasie und Hartnäckigkeit. Allein aus der zeitlichen Analyse der Spannungskurve werden dem Fahrer mehrere Grössen seines Strampelns aufbereitet, wie die Wegstrecke, die Geschwindigkeit, Beschleunigung, die Stufe der Gangschaltung, und via Luftdruck auch noch die Steigung, die Arbeit, die Reibung, die Leistung. Die viel engeren Pulse – verglichen mit käuflichen Geräten – zeigen Vorteile. Die Arbeit überzeugt durch Beharrlichkeit, die Ziele wurden selbst gesetzt, die Filterungen und Mittelungen sind das A und O im Kampf gegen die schwankenden Daten.

**Prädikat: hervorragend**

**Sonderpreis Schweizer Jugend forscht**  
**Summer School of Science**

## Velotacho am Nabendynamo – was lässt sich damit alles auswerten?

Im Rahmen dieser Arbeit entstand der Prototyp eines Velotachos, der Strom und Messdaten vom Nabendynamo bezieht. Dank seiner hohen Auflösung kann er nicht nur die üblichen Messgrössen ermitteln, sondern auch die kleinen Geschwindigkeitsschwankungen des Pedalens auswerten.

### Fragestellung

Viele Velos haben bereits einen Nabendynamo eingebaut, der Strom für den Scheinwerfer liefert. Da könnte sich doch auch der Velotacho am Nabendynamo betreiben lassen – kein weiteres Kabel, kein zusätzlicher Magnet im Rad und keine Batterie, die gewechselt werden muss, denn der Nabendynamo liefert nicht nur die nötige elektrische Energie, sondern auch Informationen über die Drehung des Rads. Der Wechselstrom des Nabendynamos kann in digitale Signale umgewandelt werden, typischerweise 26 Pulse pro Umdrehung. Das ist eine 26-mal höhere Auflösung als bei den üblichen Tachos. So hat sich die folgende Frage für meine Arbeit ergeben: Was lässt sich mit einem solchen Velotacho alles auswerten?

### Methodik

Bezüglich Verarbeitung der Messdaten bestand das Vorgehen darin, dass ich mit einer eigens aufgebauten Testschaltung die Daten längerer Fahrten auf eine SD-Karte aufzeichnete, um diese anschliessend am Computer auszuwerten und zu betrachten – letzteres war für das Verständnis der Möglichkeiten und der Probleme unerlässlich. Die «Auswertungs-Experimente» habe ich in Python programmiert und die Ergebnisse mittels Matplotlib dargestellt. Es galt zu untersuchen: Wie genau sind die Werte? Das Rauschen der Daten erforderte eine digitale Signalfilterung (Glättung). Dazu kamen die Herstellung der Hardware und die Portierung der Auswertungs-Algorithmen auf den Mikroprozessor. Die Entwicklung einer Schaltung umfasst viele Schritte: Auswahl der Komponenten, Zeichnen des Schemas, Festlegen des Platinen-Layouts, Auflöten der teils mikroskopisch kleinen Bauteile... Zuletzt muss der Prozessor programmiert werden, damit das Gerät getestet werden kann.

### Ergebnisse

Die hohe Abtastrate der Messung ermöglichte zahlreiche digitale «Signalverarbeitungsspielereien»:

- Ermittlung der Polzahl des Dynamos und damit eine «Kalibrierung» auf das Fabrikat,
- Erfassung der Frequenz der Geschwindigkeitsschwankungen, die sich durch den Rhythmus des Pedalens ergeben,

- aus dem Verhältnis von Pedal- zu Rad-Umdrehungsfrequenz ergibt sich das Übersetzungsverhältnis (aktueller Gang),
- dazu die «normalen» Messdaten wie Distanz, Geschwindigkeit und Beschleunigung,
- zusätzlich lässt sich dank dem Barometer die erklommene Höhe und beim Fahren die Steigung anzeigen.

Parallel dazu entstand der Prototyp der Hardware – konkret:

- eine in mehreren Iterationen verbesserte elektronische Schaltung samt leistungsfähigem Rechner, Anzeige und kapazitiven Bedientasten, die auf einer Platine sehr kompakt aufgebaut ist; die Materialkosten liegen nur bei ca. 20 Franken pro Stück,
- die Spannungsversorgung kann einen weiten Spannungsbereich von 4 bis 32 Volt effizient nutzen und ist gegen höhere Spannungen geschützt,
- die Software-Struktur unterstützt das störungsfreie «Miteinander» der Messung (in Mikrosekunden), Echtzeit-Datenverarbeitung, Anzeige und Benutzer-Interaktion.

### Diskussion

Der aktuelle Prototyp ermittelt, wie viele Pulse der Dynamo pro Umdrehung liefert, kann die Beschleunigung anzeigen und – je nach Fahrstil – erkennt er die Pedalfrequenz und den aktuellen Gang. Diese Ergebnisse sind überraschende Entdeckungen der Experimente. Ich hätte nicht erwartet, dass die Pedalfrequenz auch auf flachen Strecken zu ermitteln ist. Die Genauigkeit der Auswertungen leidet unter dem Rauschen der Messdaten, das bei holprigen Fahrten grösser wird und vermutlich mit der begrenzten Steifigkeit des Rads und des Rahmens zusammenhängt.

### Schlussfolgerungen

Am Ende entstand ein Prototyp eines Velotachos, der schon einiges mehr kann als ein normaler Tacho. Die Arbeit gewährte mir Einblicke in verschiedenste Gebiete – Elektronik, Physik und Informatik. Ein fertiges Produkt ist es noch lange nicht, aber es kann noch eines werden.

**Gymnasium Neufeld**  
Lehrer: Florian Zäh

**Würdigung durch den Experten**  
Prof. Dr. Walter Kaufmann

Herr Giezendanner entwickelt in seiner Arbeit das Projekt einer Schrägkabelbrücke an exponierter Lage über die Aare in Bern. Er meistert diese auch für erfahrene Bauingenieure herausfordernde Aufgabe überzeugend, indem er die Randbedingungen systematisch analysiert und geschickt auf die Fachliteratur zurückgreift, was ihm erlaubt, eine plausible Vorbemessung ohne Kenntnisse der Baustatik durchzuführen. Die von ihm erstellten Visualisierungen untermauern, dass das vorgeschlagene Projekt die hohen Anforderungen an ein Bauwerk an dieser Lage erfüllt. Auch sprachlich ist die Arbeit einwandfrei.

**Prädikat: hervorragend**

**Sonderpreis Odd Fellows Taiwan**  
**International Science Fair (TISF 2020)**



Reto Giezendanner, 2000 | Fraubrunnen, BE

## Projektierung einer Schrägkabelbrücke. Langsamverkehrsbrücke Länggasse-Breitenrain in Bern

Wie wird eine Schrägkabelbrücke projektiert? Wie könnte die geplante Langsamverkehrsbrücke zwischen der Länggasse und dem Breitenrain in Bern einst aussehen? Die Fragestellung dieser Arbeit bestand darin, eine Schrägkabelbrücke zu projektieren und deren Machbarkeit aufzuzeigen. Die Methodik, die sich als sinnvoll herausstellte, besteht in einem ersten Schritt aus der Analyse der Rahmenbedingungen. Daraufhin wurden iterativ die Schritte Entwurf, Berechnung der Einwirkungen und konstruktive Durchbildung so lange durchlaufen, bis ein befriedigendes Endresultat vorlag. Das Resultat der Arbeit ist das Projekt einer rund 350 Meter langen Schrägkabelbrücke, die die Aare in 60 Meter Höhe überquert. Die beiden je circa 70 Meter hohen Pylonen sind, wie der nur ein Meter hohe Träger, aus Stahlbeton gefertigt. Die Machbarkeit des Bauwerkes konnte nachgewiesen werden. Mit der Wahl der Schrägkabelbrücke als Brückenart ist ein markantes und innovatives Projekt garantiert, mit dem sich die Bevölkerung identifizieren kann. In der Schweiz wurden bis anhin nur wenige Schrägkabelbrücken realisiert, insbesondere als Langsamverkehrsbrücke dieser Grösse wäre dieses Bauwerk auch weltweit eine Besonderheit.

### Fragestellung

Die Stadt Bern plant eine Langsamverkehrsbrücke über die Aare als Verbindung der beiden Stadtteile Länggasse und Breitenrain. Sie soll eine Lücke im Velonetz der Stadt schliessen und bringt den Benutzern und Benutzerinnen einen massiven Zeit-, Sicherheits- und Komfortgewinn. In der Realität befindet sich das Projekt seit einigen Jahren in der Abklärungsphase und wird durch den politischen Diskurs verzögert. Dies wurde zum Anlass genommen, ein eigenes Projekt zu erstellen. Als Brückenart wurde hierfür eine Schrägkabelbrücke gewählt, die sich für dieses Bauprojekt eignet und eine innovative Umsetzung ermöglicht. Die Fragestellung bestand folglich darin, eine Schrägkabelbrücke zu projektieren und deren Machbarkeit aufzuzeigen.

### Methodik

Zu Beginn der Arbeit wurden die Rahmenbedingungen erfasst und ausgewertet. Darunter sind beispielsweise die Nutzungsanforderungen, die Topografie oder ästhetische Anforderungen zu verstehen. In der Folge ist die Projektierung eines solchen Bauwerkes ein iterativer Prozess, bei dem viele Male die drei Schritte Entwurf, Berechnung der Einwirkungen und konstruktive Durchbildung – das Prüfen, ob der Entwurf den Einwirkungen standhält – durchlaufen wird. Dieser Prozess wird fortgeführt, bis ein optimales Projekt vorliegt. Sämtliche Berechnungen in dieser Arbeit wurden «von Hand» durchgeführt, das heisst ohne Hilfe von Statiksoftware. Konstruktion und Visualisierung erfolgten in AutoCAD.

### Ergebnisse

Das Ergebnis der Arbeit ist das Projekt einer Schrägkabelbrücke. Sie ist 348 Meter lang, 6,5 Meter breit und 69 Meter hoch. Pylon und Träger sind in Stahlbeton gefertigt, als Kabelart für die 34 Kabel werden Parallellitzenkabel verwendet. Die beiden Pylonen sind in

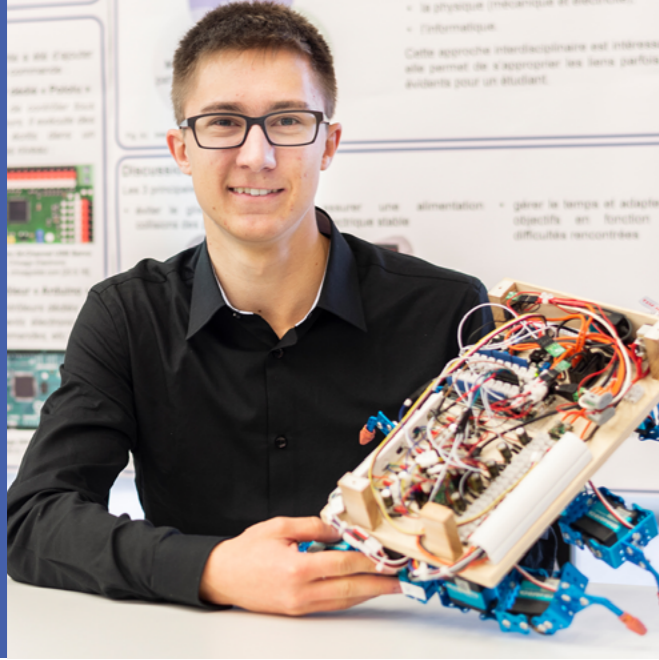
Y-Form realisiert, sind folglich am Boden und an der Spitze vereint und verzweigen zum Träger hin. Die Kostenschätzung für das Bauwerk ohne weiterführende Arbeiten wie Zufahrten oder Ähnliches beläuft sich auf 12,5 Millionen Franken ( $\pm 25\%$ ).

### Diskussion

Das gewählte Vorgehen ist zweckmässig und zielführend. Die Machbarkeit konnte gezeigt werden, und zwar mit tieferen Baukosten, als der Kostenvoranschlag der Bauherrin vorsieht. Nebst der erreichten Dominanz des Bauwerkes hat die Wahl der Schrägkabelbrücke als Brückenart weitere Vorteile: Da die beiden Pylone in den Seitenhängen zu stehen kommen und der Träger bis zu 60 Meter über dem Tal liegt, bleibt über der Aare in der Talsohle ein sehr grosser Bereich unverbaut. Verbesserungen am Projekt könnten durch kleine Anpassungen an der optischen Gestaltung des Tragwerkes, insbesondere an den Pylonen, erzielt werden. Die dabei entstehenden Geometrien würden in der Folge die Kosten leicht erhöhen und würden zudem komplexere Berechnungen erfordern.

### Schlussfolgerungen

Die Arbeit enthält die erfolgreiche Projektierung einer Schrägkabelbrücke, deren Machbarkeit gezeigt werden konnte – ein wichtiges Kriterium für eine allfällige Teilnahme an einem zukünftigen Projektwettbewerb. Die Dominanz und Charakterstärke der Brücke erlaubt es der Bevölkerung, sich mit dem Bauwerk zu identifizieren. Es ist durchaus möglich, dass in der Zukunft eine Brücke dieser Art und Form die Stadtteile Länggasse und Breitenrain in Bern verbinden wird.



Lukas Gisi, 1999 | Brienz/Brinzauls, GR

**Gymnase d'Yverdon**  
Enseignant: Cyrille Mathieu-Ton

**Appréciation de l'expert**  
Prof. Dr. Jean-Daniel Nicoud

Le candidat a construit et programmé un robot hexapode avec pour but de le faire bouger comme une fourmi. La construction est basée sur une carte Arduino qui pilote 6 servomoteurs. L'analyse de la marche d'un insecte est traitée superficiellement et un modèle de programmation simple en résulte. Une première version du programme a été retravaillée pour permettre différents types de marche. La librairie commerciale initialement utilisée a été remplacée par une programmation en C mieux structurée.

**Mention: bien**

## Construction et programmation d'un robot hexapode

Mon projet a consisté à créer et à construire un robot hexapode sachant bouger comme une fourmi. Chacune de ses six pattes est constituée de deux servomoteurs. Tous les servomoteurs sont reliés à un microcontrôleur Arduino dont la programmation est faite en langage C. Le positionnement des pattes et la programmation évitent les collisions entre chaque patte. Deux programmes ont été réalisés. Un premier, simple, qui contrôle les servomoteurs individuellement et un second permettant au robot d'exécuter, à la demande, plusieurs mouvements: avancer ou reculer en ligne droite ou selon une courbe, tourner sur place.

### Problématique

Les robots entrent peu à peu dans notre vie quotidienne. Mon but était de construire un robot et de le programmer moi-même. Comme je n'avais jamais construit de robot, j'ai également enrichi mes connaissances dans de nombreux domaines: mécanique, électronique et informatique. Le robot devait être capable d'avancer, reculer et tourner en imitant différents mouvements d'une fourmi. Il ne devait pas utiliser une rotation continue, comme celle des roues d'une voiture, et rester stable durant la démarche. Il a donc fallu résoudre un problème mécanique, avancer sans roue mais avec des pattes, et un problème informatique, automatiser et coordonner des mouvements non continus.

### Méthodologie

Après une évaluation des différents exemples de la nature avec deux et quatre pattes, le modèle de la fourmi a servi comme première idée pour la disposition de celles-ci, car six pattes permettent une stabilité naturelle. La construction d'une maquette en bois a permis de mettre en évidence qu'une patte nécessite au moins deux degrés de liberté: un pour la lever et un pour mettre en mouvement horizontal le futur robot. La coordination au niveau de la programmation doit éviter une interférence entre les pattes en mettant des limites aux rayons de déplacement des servomoteurs. Pour les premiers essais des différents modes de marche, les servomoteurs étaient directement commandés par le servocontrôleur Pololu qui recevait les ordres depuis un ordinateur. Le microcontrôleur Arduino a été ajouté afin de pouvoir embarquer les instructions permettant d'exécuter plusieurs modes de marche et, dans un développement futur, de communiquer avec d'autres capteurs. Le servocontrôleur Pololu pourrait être comparé au système nerveux commandant la marche qui exécute les commandes provenant du cerveau, dont le rôle est tenu par le microcontrôleur Arduino.

### Résultats

Pour garantir la plus grande stabilité possible durant la marche, la moitié des pattes restent en contact avec le sol. Les articulations ont été réalisées avec des servomoteurs. Ceux-ci sont capables

d'atteindre et de garder une position demandée sans devoir être calibrés. Le programme distingue les différents types de marche, organisés dans des structures switch-case, les mouvements individuels des pattes étant aussi organisés en switch-case. Pour la communication entre les servomoteurs et le microcontrôleur, la librairie Servo d'Arduino a été utilisée. Les servomoteurs sont contrôlés en modifiant leurs paramètres de rotation: angle, vitesse et accélération. Un des programmes contrôle chaque servomoteur à l'aide de la position d'un capteur. L'autre programme dirige les servomoteurs d'après les mouvements des différentes démarches.

### Discussion

La construction du robot hexapode a abouti. Le changement du servocontrôleur Pololu au microcontrôleur Arduino a permis la création de programmes plus complexes et la possibilité d'avoir plusieurs démarches gérées par un seul programme. Des éléments en gomme fixés à l'extrémité des pieds du robot permettent de transmettre plus efficacement la force des servomoteurs lors du mouvement d'avancement. Chaque programme contient des données pour corriger les petites différences entre les servomoteurs pour améliorer la précision. Cette correction améliore la stabilité et permet de réduire l'influence du centre de gravité.

### Conclusions

La programmation pourrait être adaptée pour permettre des mouvements sur des surfaces non planes. L'utilisation des autres matériaux et une imprimante 3D pourraient réduire le poids et la forme du robot, améliorant ainsi l'autonomie, la vitesse ou la flexibilité du robot. Avec l'ajout d'une télécommande, le robot pourrait être adapté pour des terrains peu praticables ou dans des zones dangereuses.

**Kantonsschule Beromünster**  
Lehrer: David Eichenberger

**Würdigung durch den Experten**  
Prof. Dr. Thomas Nelis

Der Kandidat hat sich mit dieser Arbeit, über das Polarlicht und seine Entstehung, an ein interessantes aber komplexes Thema gewagt. Er beleuchtet in seiner Arbeit, den natürlichen Kontext, seine Variabilität, und grundlegende physikalische Zusammenhänge. Weiter versucht er in einem notwendigerweise einfachen Versuchsaufbau, Teilaspekte des Polarlichts zu simulieren. Dabei wendet er Grundwissen der Elektrotechnik an, geht dann aber darüber hinaus und behandelt Themen wie Gasentladungen und Emissionsspektroskopie. Er setzt dann die experimentellen Beobachtungen in Beziehung zum Polarlicht.

**Prädikat: sehr gut**

**Sonderpreis Paul Scherrer Institut**  
Forschung auf dem Jungfrauojoch (3550 m<sub>ü</sub>m)

## Faszination Polarlichter – eine Analyse und Visualisierung ihrer Entstehung

Basierend auf dem Prinzip eines Planeterellas konstruierte ich als innovativen Kernpunkt meiner Wettbewerbsarbeit eine eigene Versuchsanordnung zur Simulation von Polarlichtern. Diese Apparatur ermöglichte mir die Durchführung einer Vielzahl von Messungen und unterschiedlichen Experimenten. Beispielsweise ermittelte ich mit einem digitalen Spektrometer das Emissionsspektrum der bei einem simulierten Polarlicht zum Leuchten angeregten Gasmoleküle oder bestimmte eine I-U-Kennlinie für die bei einer Polarlichtsimulation typische Gasentladung. Durch die Befüllung meiner Apparatur mit verschiedenen Gasen, die typischerweise in höheren Atmosphärenschichten vorhanden sind, gelang es mir, verschiedenfarbige Polarlichter zu simulieren. Nebst dem sehr umfangreichen experimentellen Teil meiner Arbeit befasste ich mich mit dem physikalischen Hintergrund der Entstehung eines Polarlichtes in der Natur. Dies führte mich zu einem Vergleich zwischen Modell und Realität, bei dem sich mein Modell als gute Näherung der Naturgeschehnisse erwies. Ein kurzer Blick auf die historische Erforschung und Deutung der Polarlichter sowie ein Interview mit einem Meteorologen und Polarlichtforscher rundeten meine Arbeit ab.

### Fragestellung

Polarlichter – ein grossartiges Naturschauspiel am Nachthimmel. Doch wie entsteht dieses faszinierende Lichtspiel? Mein Ziel ist es, den physikalischen Hintergrund der Polarlichter präzise unter die Lupe zu nehmen. Im Zentrum steht die genaue Analyse ihrer Entstehung sowie der Bau eines eigenen Modells zur Simulation von Polarlichtern. Zudem untersuche ich die Leuchtkraft diverser Gase und setze dies in Bezug mit dem Zustandekommen verschiedenfarbiger Polarlichter. Ein kurzer Blick auf den historischen Hintergrund vervollständigt meine Arbeit. Folgende zentrale Fragestellung leitet mich während meiner Arbeit: «Welche Aspekte des Phänomens Polarlicht lassen sich mit einer selbstgebauten Simulationsapparatur veranschaulichen und erforschen?»

### Methodik

Beim Bau meiner Versuchsanordnung konnte ich nur in geringem Masse auf bestehende Komponenten zurückgreifen. Somit stellte ich zum Beispiel die benötigte Vakuumpumpe mit dichten elektrischen Anschlüssen sowie die Hochspannungsquelle selbst her. Die zahlreichen damit verbundenen Hürden meisterte ich mit innovativen Lösungsstrategien. Zur Bearbeitung meiner Fragestellung zeichnete ich während einer Polarlichtsimulation mit einem digitalen Spektrometer und der Software SpectraSuite die Spektrallinien von Helium, Stickstoff und Sauerstoff auf. Die Abhängigkeit von Spannung und Stromstärke untersuchte ich, indem ich mit zwei Multimetern die Daten für eine I-U-Kennlinie eruierte und die Veränderung der Lichterscheinung bei einer Spannungssteigerung fotografisch festhielt. Anhand wissenschaftlicher Fachliteratur analysierte ich das Zustandekommen eines Polarlichtes in der Natur und im Modell sowie den historischen Kontext.



Simon Hofmann, 1999 | Reinach, AG

### Ergebnisse

Das Hauptergebnis meiner Arbeit ist ein vollumfänglich funktionierendes Modell zur Simulation von Polarlichtern, das sogar einen minimalen Druck von 3,9 Pascal erreicht. Es gelang mir, in Helium ein rosafarbenes, in Stickstoff ein magentafarbenes und in Sauerstoff ein weisses Polarlicht zu erzeugen. Steigert man die elektrische Spannung bei einer Simulation über die Zündspannung hinaus, so nimmt die Lichterscheinung an Intensität und Helligkeit zu. Ich konnte die Auswirkung des Magnetfeldes zeigen, indem ich veranschaulichte, wie die Elektronen von einer gradlinigen in eine kreisförmige Bahn umgelenkt werden.

### Diskussion

Der experimentelle Weg und die theoretische Analyse ermöglichen einen vertieften Einblick in die Entstehung eines Polarlichtes in der Natur und im Modell. Viele Aspekte des Phänomens Polarlicht können simuliert werden: unterschiedliche Farben, die Ablenkung der Elektronen im Magnetfeld, der Zusammenhang zwischen Teilchenenergie und Helligkeit sowie die Bedeutung eines geringen Druckes für die Ionisation eines Gases. Selbst ermittelte Werte decken sich weitgehend mit Daten aus der Fachliteratur. Leider lässt sich jedoch die Gasatmosphäre der Erde im Modell nicht realistisch nachbilden.

### Schlussfolgerungen

Meine Arbeit zeigt auf, dass Polarlichter in einer selbstgebauten Apparatur simulierbar sind. Darüber hinaus eignet sich mein Modell aber auch, um einzelne Teilaspekte eines Polarlichtes speziell hervorzuheben und umfangreiche Messungen zu Gasentladungen durchzuführen. Um grüne Polarlichter zu simulieren, wäre atomarer Sauerstoff nötig. Die Dynamik eines Polarlichtes zu simulieren, wäre ein weiteres spannendes Forschungsprojekt.



Samuel Huber, 1998 | Bünzen, AG  
Yanic Meier, 1999 | Wohlen, AG

**Kantonsschule Wohlen**  
Lehrer: Jan-Mark Iniotakis

**Würdigung durch den Experten**  
Marcel Balsiger

Wie können sich einzelne Atome zu einem Molekül verbinden? Dieser Frage, welche nicht nur für die Chemie von zentraler Bedeutung ist, gingen Samuel Huber und Yanic Meier anlässlich der Matura-Arbeit auf den Grund. Sie haben das Wasserstoffmolekül- ion betrachtet, also die Verbindung von zwei Protonen und einem Elektron. Dabei haben sie vielfältige mathematische Methoden sowohl analytischer als auch numerischer Art verwendet. Die erlernten Fähigkeiten - auch im Bezug auf das Schreiben von wissenschaftlichen Arbeiten - werden den Autoren auf dem weiteren Weg von grossem Nutzen sein.

**Prädikat: sehr gut**

## Quantenchemische Betrachtungen am Wasserstoffmolekülion

In dieser Arbeit wollen wir durch quantenmechanische Methoden untersuchen, wie kovalente chemische Bindungen überhaupt zustande kommen. Wir werden uns dazu die einfachste in der Natur vorkommende Form der kovalenten Bindung genauer ansehen: diejenige des Wasserstoffmolekülions. Da dieses lediglich aus zwei Protonen und einem Elektron besteht, lässt sich die Schrödingergleichung dieses Systems vergleichsweise einfach behandeln. Ihre Lösung gibt uns Auskunft über die Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte des Elektrons im Potenzial der Kerne sowie über die Gesamtenergie des Molekülions. Dies erlaubt es uns, Rückschlüsse auf die energetische Stabilität der Bindung im Wasserstoffmolekülion zu ziehen. Die mit der Born-Oppenheimer-Näherung vereinfachte Schrödingergleichung wird zunächst mittels des standardmässigen LCAO- Verfahrens behandelt, wobei wir die dabei auftretenden Rechnungen ausführlicher als in der einschlägigen Literatur durchführen. Da die LCAO-Methode auf eine Abschätzung des Grundzustandes beschränkt ist, bedienen wir uns in einem zweiten Schritt eines genaueren quasianalytischen Verfahrens, durch das wir den Grundzustand für verschiedene Magnetquantenzahlen berechnen können. Die Resultate beider Verfahren werden mittels Mathematica graphisch dargestellt und auf ihre physikalische bzw. chemische Bedeutung untersucht.

### Fragestellung

Wie lässt sich die chemische Bindung quantenmechanisch erklären? Das wohlbekanntes Phänomen der chemischen Bindung besitzt kein klassisches, makroskopisches Analogon. In unserer Arbeit stellten wir uns die Frage, wie sich die Methoden der Quantenmechanik verwenden lassen, um diese für die Chemie zentrale Erscheinung physikalisch erklären zu können.

### Methodik

Zunächst wurde die Schrödingergleichung des Problems mithilfe der Born-Oppenheimer-Näherung, die von stationären Kernen ausgeht, auf die sogenannte elektronische Schrödingergleichung reduziert. Es wurden zwei verschiedene Methoden zur Lösung der elektronischen Schrödingergleichung verwendet.

### Ergebnisse

Wir erhielten analytische Ausdrücke für die Wellenfunktion sowie für die Gesamtenergie des Molekülions. Mittels Mathematica liessen sich aus diesen Ausdrücken sowohl Kernabstands-Energie-Kurven als auch graphische Darstellungen der Molekülorbitale gewinnen.

### Diskussion

Die aus der LCAO-Methode gewonnenen Kernabstands-Energie-Kurven implizieren, dass der Energieverlauf in zweiatomigen Molekülen für grössere werdende Kernabstände prinzipiell zwei verschiedene Pfade einschlagen kann: Entweder bildet sich irgendwo ein Energieminimum oder die Kurve fällt einfach monoton ab und erreicht nie ein Minimum. Somit können nur Zustände wie derjenige, der durch den Energieverlauf des bindenden Zustands charakterisiert ist, für einen endlichen Kernabstand ein Energieminimum erreichen und somit eine stabile Bindung ausbilden. Dem antibindenden Zu-

stand lässt sich kein Energiewert zuweisen, da, wie bereits erwähnt, kein Energieminimum erreicht wird. Das Hauptresultat des quasianalytischen Zugangs waren die Kern- Energiekurven, die wir für beliebige Werte der Magnetquantenzahl erstellen können. Aus ihnen wird ersichtlich, dass auch die Symmetrie der Wellenfunktion eine wichtige Rolle für die Höhe des Energiewertes spielt und dass ungerade Paritäten einen höheren Energiewert nach sich ziehen, als dies gerade Paritäten bei gleicher Magnetquantenzahl tun.

Das quasianalytische Verfahren liefert um einiges genauere Resultate als die LCAO-Methode. Der frappante Unterschied, was die quantitative Genauigkeit zwischen den beiden Verfahren angeht, kann noch weiter illustriert werden: Die LCAO-Methode würde ungefähr hundert anstatt der verwendeten zwei Basisfunktionen benötigen, um ihre Genauigkeit auf diejenige des quasianalytischen Verfahrens zu steigern. Dies zeigt uns einerseits, dass die exaktere quasianalytische Methode nicht nur bessere Resultate liefert, sondern auch um einiges schneller und vielseitiger anzuwenden ist. Andererseits muss allerdings auch vermerkt werden, dass uns mit der LCAO-Methode eine zwar quantitativ eher ungenaue, aber qualitativ doch recht schlagkräftige Methode zur Verfügung steht, um den Grundzustand des Wasserstoffmolekülions genauer zu verstehen.

### Schlussfolgerungen

Die chemische Bindung lässt sich in ihrem einfachsten Fall, dem des Wasserstoffmolekülions, durch die Methoden der Quantenmechanik qualitativ beschreiben und quantitativ annähern. Dabei können Erkenntnisse bezüglich Bindungsstabilität und Gestalt des Moleküls gewonnen werden.

**Kantonsschule OW**  
Lehrer: Samuel Gamper

**Würdigung durch den Experten**  
Ronald Luijten

Speziell im Gebirgsfliegen muss ein Segelflugpilot immer schnell genug fliegen, um einen Strömungsabriss zu vermeiden. Gleichzeitig muss der Pilot Ausschau nach anderen Flugzeugen halten. Jan Keiser fragt, ob der Geschwindigkeitsmesser durch einen Seitenfaden ersetzt werden kann. Er hat Theorie und Praxis im Doppel- und Einsitzer verglichen. Der Seitenfaden kann den Geschwindigkeitsmesser nicht 100% ersetzen, erhöht aber die Sicherheit, wird aber heute kaum verwendet. Diese Arbeit trägt zur Flugsicherheit bei und das Ergebnis ist auch in einer Broschüre für Segelflugpiloten festgehalten.

**Prädikat: sehr gut**



Jan Keiser, 1999 | Sarnen, OW

## Visualisierung der Luftströmung beim Segelfliegen

Beim Segelflugsport wird weitgehend auf einen motorisierten Antrieb des Flugfahrts verzichtet. In Abhängigkeit der Neigung des Segelfliegers gegenüber der Luftströmung stellt sich somit automatisch eine Geschwindigkeitsänderung ein. Der Winkel zwischen der Luftströmung und der Längsachse des Segelfliegers wird als Anstellwinkel bezeichnet. Mithilfe eines sogenannten Seitenfadens, der seitlich auf der Segelflugzeughaub (Capot) befestigt wird, kann der Anstellwinkel visualisiert und somit messbar gemacht werden. Die Auslenkung des Seitenfadens entspricht dem jeweiligen Anstellwinkel. Durch diesen Seitenfaden hat der Pilot oder die Pilotin jederzeit Einsicht in die Lage des Flugzeuges gegenüber der Luftströmung. Prinzipiell funktioniert der Seitenfaden als optischer Geschwindigkeitsmesser. Die Arbeit untersuchte das Phänomen des Anstellwinkels beim Segelfliegen und gliederte sich dabei in verschiedene Teilbereiche. In einem ersten Schritt erfolgte ein Vergleich zwischen zwei Segelflugzeugtypen: einem Doppel- und Einsitzermodell. In einem definierten Geschwindigkeitsbereich wurde zu spezifischen Geschwindigkeiten der Anstellwinkel gemessen. In einem weiteren Bestandteil der Arbeit wurde der Fokus auf den Installierungsort des Seitenfadens auf der Segelflugzeughaub gerichtet, um den optimalen Anbringungsort ausfindig zu machen. Beim Windenstart, einer Startart beim Segelfliegen, wurde zu verschiedenen Phasen des Startvorganges der Anstellwinkel ermittelt.

### Fragestellung

Ziel meiner Arbeit war es, mittels einer Seitenfadenanalyse verschiedene Parameter im Zusammenhang mit dem Anstellwinkel zu untersuchen.

- Bei welchen Geschwindigkeiten gegenüber einer ruhigen Luftströmung nimmt der Segelflieger einen entsprechenden Anstellwinkel ein (Strömungsabriss, Fliegervergleich, Windenstart)?
- An welchen Installierungsorten auf der Segelflugzeughaub wird die Anströmung der Luft durch den Seitenfaden am besten visualisiert?
- Inwiefern kann der Seitenfaden den Fahrtmesser ersetzen?

### Methodik

Alle Versuchsflüge zu den verschiedenen Parametern wurden mittels einer Kamera innerhalb des Cockpits festgehalten und anschliessend mit dem Programm Logger Pro ausgewertet. Beim Fliegervergleich wurden die Segelflugzeugtypen Duo Discus (Doppelsitzer) und LS4 (Einsitzer) untersucht. Die Untersuchungen zum Installierungsort wurden ebenfalls mit dem Segelflugzeugtyp Duo Discus durchgeführt. Beim Windenstart erfolgten die Versuchsflüge mit einem anderen Segelflugzeugtypen (Twin Astir).

### Ergebnisse

Der Vergleich zwischen den beiden Segelflugzeugtypen hat ergeben, dass sich der Anstellwinkel im Bereich von 100 Stundenkilometern bis 160 Stundenkilometer ähnlich verhält. Der Einsitzer LS4 erreichte den kritischen bzw. maximalen Anstellwinkel mit 21 Grad bei rund 50 Stundenkilometern, der Doppelsitzer Duo Discus hingegen bei 65 Stundenkilometern mit 17 Grad. Der optimale Bereich zur Anbringung des Seitenfadens an der Segelflugzeughaub ergab sich

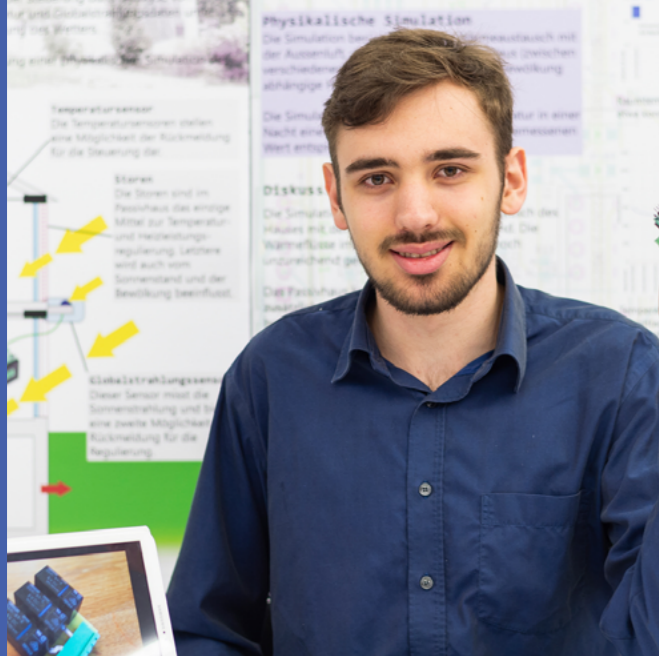
bis zu einer Höhe von 25 Zentimetern ab Capotrand. Beim Windenstart hatte das Segelflugzeug nach dem Abheben beim Übergang in den Steigflug einen Anstellwinkel von 7 Grad. Im eigentlichen Steigflug wurde ein Winkel von 2 Grad gemessen. Abschliessend, kurz vor dem Ausklinken der Seilwinde, war ein negativer Anstellwinkel von -2 Grad feststellbar.

### Diskussion

Beim Flugzeugtypenvergleich besteht der wesentliche Unterschied zwischen den geprüften Segelflugzeugen in der Grösse der beiden kritischen Anstellwinkel. Mit dem Einsitzer (LS4) wurde der grössere kritische Anstellwinkel bei rund 50 Stundenkilometern erreicht. Der Duo Discus konnte nicht bis in diesen Geschwindigkeitsbereich verlangsamt werden. Dies wird ebenfalls in der Theorie durch die Geschwindigkeitspolare bestätigt. Die Geometrie der Haube des Segelflugzeuges verändert die Auslenkung. Je höher der Seitenfaden angebracht wird, desto geringer ist die Auslenkung. Zudem wird der Anstellwinkel nicht korrekt angezeigt. Beim Windenstart ist unter anderem feststellbar, dass der Anstellwinkel in der Startphase vom Übergang in den Steigflug dreimal tiefer ist als der kritische Anstellwinkel (beim Twin Astir: 21°), bei dem ein Strömungsabriss erfolgen könnte.

### Schlussfolgerungen

Das Prinzip des Seitenfadens kann den Fahrtmesser beispielsweise im Thermikflug ersetzen, ist aber in der Genauigkeit dem Fahrtmesserinstrument unterlegen. Durch diese optische Geschwindigkeitsanzeige kann sich der Pilot oder die Pilotin aber besser der Luftraumüberwachung widmen und so wird eine Erhöhung der Flugsicherheit erreicht.



Lukas Lieb, 2000 | Biel-Benken, BL

**Gymnasium Oberwil**  
Lehrer: Nils Detlefsen

**Würdigung durch den Experten**  
Markus Rohner

Damit die Energiestrategie 2050 umgesetzt werden kann, muss im Bereich der Gebäude eine massive Effizienzsteigerung erreicht werden. Lukas Lieb hat korrekt erkannt, dass dabei die Beschattung eine entscheidende Rolle spielt. In seiner Arbeit hat er nicht nur ein umfassendes Storensteuerungs-System entwickelt, er kombiniert dieses auch mit einer Wetterprognose, um eine optimale Energieeffizienz bei gleichzeitig hohem Komfort zu erreichen. Ferner zeigt er beeindruckend auf, dass ein modernes Passivenergiehaus nach einem einzigen sonnigen Wintertag bis zu 7 Schlechtwettertage überbrücken kann.

**Prädikat: sehr gut**

**Sonderpreis Schweizer Jugend forscht**  
**Summer School of Science**

## Prädiktive Hausautomatisierung – Entwicklung einer intelligenten Storensteuerung

Das Ziel dieser Arbeit war, eine vorausschauende Storensteuerung zur Energieeinsparung zu entwickeln. Die Solarheizung wird in der Zukunft immer wichtiger und die Unabhängigkeit von Häusern vom Stromnetz und fossilen Energien ist entscheidend für die Nachhaltigkeit. Zuerst ging es um die Konzeption des Systems, die Entwicklung der Elektronik und die Programmierung der Steuerung. Das Projekt wird in meinem Elternhaus eingebaut. Das stellt hohe Anforderungen an die Verlässlichkeit und die Normenkonformität. Die Verlässlichkeit des Storensteuerungssystems konnte im schon vier Monate dauernden Testbetrieb gezeigt werden. Als zweites Ziel wurde versucht, durch die automatische Steuerung der Storen im Haus Energie zu sparen, indem zum Beispiel durch späteres Schliessen der Storen vor Schlechtwetterperioden das Haus auf eine höhere Temperatur aufgeheizt wird. Der erfolgversprechendste Ansatz ist, das Verhalten des Hauses physikalisch zu beschreiben und dann zu simulieren, wie es sich in den kommenden Wettersituationen verhält. Daraus kann dann die Steuerstrategie für die Storen abgeleitet werden.

### Fragestellung

Kann man mit einer Hausautomatisierung in einem Passivhaus Energie sparen und dabei den Komfort der Bewohner/-innen nicht ausser Acht lassen? In einem Passivhaus erfolgt die Heizung primär durch die Sonne und es ist darauf ausgelegt, ganzjährig möglichst keine zusätzliche Heizung zu benötigen. Die Temperatur im Haus hängt von der Aussentemperatur und von der genutzten Heizleistung der Sonne ab, wovon letztere von der Lage der Sonne, der Bewölkung und von der Stellung der Storen beeinflusst wird. Die Steuerung der Storen ist die einzige Möglichkeit, um die Raumtemperatur zu regulieren. Da die Sonne nicht beliebig auf Anfrage Energie liefert, ist eine vorausschauende Steuerung der gewählte Ansatz, um das Ziel zu erreichen. Konkret ging es um die Entwicklung und Programmierung eines kompletten Systems, ohne auf kommerziell erhältliche Komponenten zurückzugreifen.

### Methodik

Um eine hohe Verlässlichkeit zu garantieren, wurden zwei verschiedene Elektronikplatinen entwickelt und der Steuerungscomputer wurde objektorientiert und erweiterbar programmiert. Die Einheiten der ersten Platine wurden in jedem Zimmer montiert. Sie steuern die Storen über Relais, lesen Temperatursensoren aus und kommunizieren über CAN-Bus mit dem zentralen Computer. Um die Temperatur im Haus prädiktiv zu steuern, benötigt man Informationen über das Wetter. Diese Informationen entnimmt ein Computer dem Wetterbericht automatisch. In einem ersten Ansatz wurde dafür ein heuristisches Modell benutzt. Wenn im Winter eine Schlechtwetterperiode ansteht, wird die Heizleistung der Sonne länger genutzt. Dafür sind im Sommer die Storen generell geschlossen oder in der Beschattungsstellung.

### Ergebnisse

Alle Komponenten konnten erfolgreich getestet werden und das System funktioniert fehlerfrei.

Bei Sonnenschein kann das Haus auch im Winter auf 25 Grad Celsius aufgeheizt werden. Bei 5 Grad Celsius Aussentemperatur kühlt sich das Haus in der Nacht um etwa 0,6 Grad Celsius ab. Die Simulation ergibt, dass sich das Haus in drei Tagen bei 0 Grad Celsius Aussentemperatur und bei durchgehender Nacht von 23 Grad Celsius auf 19,7 Grad Celsius abkühlt. Somit kann ohne grössere Komforteinbuße fast eine Woche (5–7 Tage) ohne Sonnenschein überbrückt werden. Um die Steuerung zu optimieren, wurde ein exakteres physikalisches Modell entwickelt. Dadurch kann bestimmt werden, wie viel Sonnenenergie das Haus an einem Tag aufnehmen muss. Dies kann man mit Sensordaten verknüpfen, um eine exakte Steuerung zu ermöglichen. Im physikalischen Modell werden alle Energieflüsse im Haus, die Heizung durch die Sonne und der Energieaustausch mit der Aussenluft berücksichtigt.

### Diskussion

Es ist möglich, mit dem funktionierenden System Energie zu sparen. Allerdings bräuchte man, um die exakte Menge zu beziffern, eine Messdauer von mindestens einem Jahr. Das Passivhaus kann durch die gute Isolation und die grossen Südfenster auch im Winter vollständig durch Sonnenlicht geheizt werden, wenn keine längeren bewölkten Perioden auftreten. Im Winter ist es bei fehlender Bewölkung sogar nötig, die Storen zu schliessen, um eine Überhitzung zu verhindern.

### Schlussfolgerungen

Die Entwicklung eines eigenen Hausautomatisierungssystems ist zwar zeitaufwendig, aber es ist günstiger als auf dem Markt erhältliche Alternativen. Man profitiert von der freien Programmierung und Umsetzung. Das Energiesparpotenzial der Sonnenheizung in Häusern ist allgemein riesig, gerade wenn eine intelligente Storensteuerung zum Einsatz kommt.

**Gymnase français de Bienne**  
Enseignant: Mathieu Arousseau

**Appréciation de l'experte**  
Dr. Mercedes Paniccia

Dans ce travail, Chloé Mayoraz a appliqué la tomographie muonique à la mesure des dimensions d'un puits d'ascenseur. Elle a soigneusement préparé son projet en effectuant une recherche documentaire sur les rayons cosmiques et les méthodes de détection. Elle a fait preuve d'un esprit d'initiative remarquable en recherchant les moyens et le support technique d'un groupe de recherche universitaire pour réaliser sa démarche. Chloé a effectué un travail de recherche complet, de la phase de construction des détecteurs à l'analyse des données, parvenant à atteindre son objectif.

**Mention: très bien**

**Prix spécial Odd Fellows**  
**Taiwan International Science Fair (TISF 2020)**

## Tomographie muonique, utilisation des muons cosmiques en géologie

Mon travail a consisté en une analyse du flux de muons, traversant un conduit d'ascenseur descendant à un sous-sol. Les particules secondaires des rayons cosmiques sont très pénétrantes, et l'intensité de leur flux diminue de façon linéaire avec la quantité de matière, de densité constante qu'elles traversent. Une tomographie muonique reprend donc un principe similaire à celui de la radiographie: un flux plus important sera mesuré dans les zones où la densité est plus faible. L'expérience comprenait 4 sites de détection: un premier en surface et trois au sous-sol afin d'effectuer une triangulation de nos résultats et visualiser le conduit. Les détecteurs que nous avons utilisés sont des émulsions nucléaires. Elles se présentent sous forme de feuilles constituées de deux couches faites de gélatine et de sels d'argent, sensibles au passage des particules, séparées par une couche de plastique non sensible. J'ai effectué cette expérience à l'Université de Berne où j'ai pu participer à l'intégralité du processus.

### Problématique

Le but était de calculer le facteur d'atténuation du flux de muons entre le détecteur en surface et un détecteur du sous-sol. Nous voulions aussi observer une anomalie de densité traduite par un surplus de muons dans les graphiques de la distribution du nombre de muons selon l'angle d'incidence pour les détecteurs enterrés, due à la présence du conduit, et retrouver les dimensions de celui-ci.

### Méthodologie

Les émulsions sont fabriquées dans une chambre noire. On fixe une feuille de plastique sur une table chauffante puis on y verse un mélange gélatine/sels d'argent. On laisse sécher et on répète le procédé de l'autre côté du plastique. Les émulsions sont coupées aux dimensions 12.5cm x 9.5cm et mises dans des enveloppes bloquant la lumière. Chaque site de détection comprend un empilement de quatre émulsions afin de reconstruire la trace des particules. Elles sont séparées en deux paquets pour différencier les particules détectées durant le stockage de celles détectées durant la pose. Les émulsions sont réparties dans des presses sur les quatre sites de détection et y restent durant deux semaines. Elles sont ensuite extraites et développées. Une portion de 3cm x 3cm de chaque émulsion est scannée par un microscope et les trajectoires des particules sont reconstruites en mettant en coïncidence les émulsions. Afin d'analyser les données, nous avons utilisé le logiciel ROOT. Nous avons sélectionné nos données selon deux critères: le nombre d'émulsions traversées par la particule et le nombre de grains d'argent ionisés.

### Résultats

Nous avons remarqué que le détecteur en surface a reçu un grand nombre de muons provenant de toutes les directions. Le détecteur au sous-sol, non soumis à l'influence du conduit de l'ascenseur, a reçu peu de muons mais provenant de toutes les directions. Nous



Chloé Mayoraz, 2001 | Moutier, BE

observons bien un facteur d'atténuation entre ces deux flux. Grâce à une simulation, nous l'avions estimé à 15.03 +/- 1.32 et mesuré à 12.31 pour les angles d'incidences sur x et 12.97 pour les angles d'incidences sur y. Cette différence entre l'axe de x et y est due au fait que le conduit n'a pas une base carrée. Concernant le détecteur situé sous le conduit, nous avons observé un pic du nombre de muons au niveau de la verticale, dû à la présence du conduit. Nous avons, en analysant les graphiques de la distribution du nombre de muons selon la tangente de l'angle d'incidence pour chaque axe, et en approximant la hauteur du conduit à 30m, estimé les dimensions du conduit. La longueur calculée était de (4.47 +/- 1.24)m avec une erreur relative de 19.20% par rapport à la longueur mesurée: (3.75 +/- 0.10)m. Pour la largeur, nous avions calculé (5.94 +/- 1.47)m. L'erreur relative par rapport à la valeur mesurée: (4.35 +/- 0.10)m est de 36.55%.

### Discussion

Les résultats de l'expérience se trouvent dans un ordre de grandeur significatif, ce qui confirme la précision de la méthode. Nous aurions pu apporter un certain nombre d'améliorations à l'expérience: augmenter le temps de pose, scanner une plus grande surface des émulsions, ces mesures nous auraient permis de faire des coupures plus précises, et d'avoir un signal plus clair.

### Conclusions

Cette méthode est particulièrement pertinente car elle permet d'analyser de très gros volumes contrairement aux technologies traditionnelles (gravimétrie). L'application de la tomographie muonique a déjà fait ses preuves en volcanologie (La Soufrière) et en archéologie (Scan Pyramid). Elle pourrait être utilisée dans les montagnes jurassiennes/neuchâteloises afin de mieux comprendre certains réseaux de grottes.





Océane Patiny, 2000 | Denges, VD

**Gymnase de Provence**

Enseignants: Laurent Besson, Javier Iglesias

**Appréciation de l'expert**

Dr. Frank Bonnet

Ce travail est très original et complet car il comprend de la modélisation mathématique très pointue, du dimensionnement de motorisation, de la conception de circuits imprimés incluant les composants électroniques nécessaires afin de contrôler un système robotisé, de l'implémentation d'une interface de contrôle, de prototypage mécanique et d'analyses poussées des résultats obtenus. Océane a fait preuve de beaucoup de rigueur et d'approche scientifique dans ce travail et a su trouver des solutions ingénieuses.

**Mention: excellent****Prix spécial Aldo e Cele Daccò**

European Union Contest for Young Scientists (EUCYS 2019)

**Remote control cylinder**

This project consists in the development of a remote-controlled cylinder that uses servo motors to displace a mass in its center, which causes the cylinder to move. The final prototype that was built has a PMMA-based structure with a diameter of 32 cm. It is controlled using a C.H.I.P. Pro microcontroller and a dedicated board extension. The board includes two I2C slaves: a driver for four servo motors and a 6-axis IMU. Finally, the power supply is ensured by a pack of three AA batteries. All the programming was done using JavaScript. The cylinder can be controlled remotely; it can roll forwards and backwards as well as stop and keep itself balanced on a gentle slope. In addition, to make controlling the prototype easier, a website with buttons and sliders was coded. The movement characteristics of the cylinder were also studied. This kind of design opens the door for new types of vehicles with cylindrical or spherical wheels for the future of mobility.

**Introduction**

In the last twenty years, there has been active research in the field of spherical robots. The results, however, nearly always put forward an approach in which there is an internal drive mechanism, whose wheels lay on a rigid outer shell. With our project, we wanted to explore other possibilities to induce movement to a sphere. However, due to limited time and means, we had to focus on the 2D version: a cylinder. Thus, the goal was to design and build a remotely controlled cylinder that rolls when its center of mass is displaced, using a technology that could be adapted to a sphere. It was also important to achieve this goal independently from any institution and to allow all the results to be open-source, so that anyone interested in replicating the project could do so.

**Methods**

First, various approaches were investigated. It soon became clear that the most feasible solution was to use three servo motors placed on an equilateral triangle outside the cylinder and to connect them to a mass in the center with rigid bars. Once the approach was chosen, we had to find a mathematical formula that links the position of the mass in the center to the angles of the servo motors. Then, preliminary prototypes were built. We had access to a laser cutter to cut the base structure for the cylinder. This allowed us to run first tests with basic arduino programs, which showed that the chosen approach was working. This led to the development of a dedicated PCB extension, which would act as a shield on the microcontroller we chose: a C.H.I.P. Pro. The final phase was writing the code and debugging, which was done in JavaScript. The software that was developed is under MIT licence, whereas the hardware is under CERN OHL.

**Results**

The final prototype we built shows that the technology that we adopted works very well to make a cylinder roll. We managed to

create a cylinder able to roll backwards and forwards at different speeds (with a maximum speed of 1.03 m/s) as well as to stop and remain balanced on a gentle slope (max. 3°). However, the cylinder works best on hard and flat surfaces. The final prototype has an acrylic glass base structure, a diameter of 32 cm, and it weighs ~1380 g. The power supply consists of a pack of three AA batteries, which gives it a theoretical autonomy of ~9.8 hours in standby and ~3.7 hours rolling. The cylinder is controlled via a website and is therefore easy and intuitive to use.

**Discussion**

In general, the results are very satisfying because they prove the efficiency of the method that we invented. Also, there are several advantages to this approach compared with the one generally used in spherical robots, which involves placing a little car inside it. First of all, the mass that we move can be placed exactly in the center of the sphere, which allows it to roll freely, with virtually no energy use. Second, the whole sphere would only be made of one part, since all the components are connected to each other. Thus, the relative position of the outer shell is always known because it is not possible for the shell to slip under the wheels of the drive mechanism like in a standard approach.

**Conclusions**

We have theoretically and practically shown that it is possible to use three servo motors to displace a mass in the center of a cylinder and thus to generate motion. If the project was to be continued, it would be highly interesting to build a sphere based on the same principle.

**Rämibühl-Realgymnasium**

Lehrer: Pál Molnár

**Würdigung durch den Experten**

Dr. Andrin Caviezel

Die vorliegende Arbeit ist eine gelungene Kombination aus theoretischem Hintergrund und experimenteller Herangehensweise an eine aktuelle Fragestellung. Spezielle Würdigung gelten der Abstraktion auf ein umsetzbares Experiment, dessen Planung und systematische Umsetzung, welche in der erstmaligen Bestimmung der relevanten Reibungskoeffizienten für kleinskalige Sandlawinen mündet. Dadurch ergibt sich eine datenbasierte Diskussion eines aktuellen Lawinenmodells und eine kritische Auseinandersetzung mit allgegenwärtigen Skalierungsproblemen in der experimentellen Lawinenbetrachtung.

**Prädikat: sehr gut****Sonderpreis Paul Scherrer Institut**

Forschung auf dem Jungfrauoch (3550 mÜM)



Jonas Ruepp, 1999 | Forch, ZH

**Avalanche Dynamics: Calculating Sand Avalanche Runout Using the Voellmy-Salm Model**

This paper includes theoretical information on avalanche dynamics and modeling as well as a practical application of the Voellmy-Salm avalanche model. The goal is to show whether this model, which was originally created for modeling large-scale snow avalanches, can be applied to small-scale sand avalanches. This question is examined by comparing the runout distances of experimental sand flows to corresponding runout distances calculated by the Voellmy-Salm model. In the experiment, the sand slides down a self-built wooden chute. In order to calculate the runout distance, the values of the model's two friction parameters  $\mu$  and  $\xi$  need to be known. Since literature does not provide values applicable to this specific experiment, the values of  $\mu$  and  $\xi$  had to be found by calibrating the calculated runout distances to the experimental runout distances using trial-and-error. The resulting values are  $\mu = 0.29$  and  $\xi = 255 \text{ ms}^{-2}$ . With these values, the Voellmy-Salm model reproduces the experimental runout distances quite accurately. The mean percentage error lies below two percent. This small percentage error supports the conclusion that the Voellmy-Salm model is capable of calculating the expected runout distances of small-scale sand avalanches, provided that the appropriate friction coefficient values are used.

**Introduction**

Snow avalanches are natural hazards with enormous destructive power. Avalanche research is therefore crucial for the safety of the population and infrastructure in mountainous regions. Before the development of computer-based numerical models, the Voellmy-Salm model was used to calculate the expected runout distance (the maximum distance an avalanche advances) of hazardous avalanches. This paper takes a closer look at this fascinating model and aims to find out whether it can also be applied to small-scale sand avalanches. The research question reads as follows: *Can the runout distance of small-scale sand avalanches be calculated using the Voellmy-Salm model?*

**Methods**

To find an answer to this question, the runout distances of experimental sand avalanches are compared with those calculated by the Voellmy-Salm model. The experimental sand avalanches are produced in a self-built wooden chute with a length of four meters and a width of one meter. Its inclination is set at 35°, 40°, 45°, and 50°. For each angle, five sand avalanches are released. A GoPro camera and the application Vernier Video Physics are used to analyze the velocity profile of each avalanche. The runout distances are recorded in an Excel spreadsheet. The Voellmy-Salm model requires suitable values for the two friction parameters  $\mu$  and  $\xi$ . These values are very different from avalanche to avalanche. Literature provides a comprehensive list of values for the major avalanche types. However, no data is available for the small-scale sand avalanches produced in this experiment. Therefore, the friction parameter values are calibrated against the experimental runout distances using inverse analysis based on trial-and-error.

**Results**

The velocity analysis shows that for each inclination, the sand avalanches reach a constant velocity. This is required by the Voellmy-Salm model. The experimental runout distances are therefore suitable for calibrating the friction parameters. The values resulting from the calibration are  $\mu = 0.29$  and  $\xi = 255 \text{ ms}^{-2}$ . When using these values, the Voellmy-Salm model reproduces the experimental runout distances with a mean percentage error of less than two percent.

**Discussion**

This paper successfully demonstrates that the Voellmy-Salm model is capable of calculating the expected runout distances of small-scale sand avalanches with great accuracy. However, suitable values for the friction parameters  $\mu$  and  $\xi$  are required. It must be noted that these values are not valid for sand avalanches in general, but are solely applicable to this specific experiment. Nevertheless, they could serve as approximations for similar experiments with sand avalanches. In order to tell whether the Voellmy-Salm model is fully applicable to sand avalanches, the model's other outcomes – namely flow heights, deposition heights, and flow velocities – should also be considered.

**Conclusions**

We have theoretically and practically shown that it is possible to The findings underline the beauty of the Voellmy-Salm model, which is shown to also be suitable for other types of gravitational mass movements. With the calibrated friction parameters and the chute, one could now conduct more complex experiments, e.g. with sand and protective dams. Such experiments are essential for the improvement of constructional protective measures against avalanches, rockfalls, and landslides.



Romano Schuler, 1998 | Rothenthurm, SZ  
Roman Weiss, 1997 | Wangen, SZ

### BBZP Berufsmaturitätsschule Pfäffikon

Lehrer: Daniel Kälin

#### Würdigung durch den Experten

Prof. Heinz Domeisen

Bei der Wahl eines anspruchsvollen Themas für ein Projekt betritt man in vielen Bereichen Neuland. Dies gilt insbesondere dann, wenn eine manuelle Arbeit automatisiert werden soll. Romano Schuler und Roman Weiss trafen dabei mehrfach auf Probleme, die systematisch analysiert werden mussten, und es galt, Lösungen zu suchen und zu testen. Als Resultat ist ein Prototyp entstanden, der als Basis für eine Weiterentwicklung dienen kann. Mit diesem Projekt konnten sie viele Erfahrungen sammeln und sie haben gezeigt, dass mit Beharrlichkeit auch hochgesteckte Ziele erreicht werden können.

Prädikat: sehr gut

## ARELOA System - Herstellung eines automatischen Nachladesystems für das Magazin einer Polizeipistole

Im Arbeitsalltag eines Schiessinstructors der Polizei müssen täglich etliche Magazine geladen werden. Um dafür Zeit einzusparen, nahmen wir es uns zur Aufgabe, diesen Vorgang zu automatisieren. Unser Ziel war es, eine Einrichtung herzustellen, welche mit einer bereits existierenden, manuellen Nachladehilfe wirtschaftlich konkurrieren kann. Zu zweit erarbeiteten wir ein funktionierendes System, um die Patronen aus einer Halterung in das Magazin zu führen. Mit mechanischen und elektrischen Fertigungsmöglichkeiten gelang es uns, einen Prototyp zu produzieren, welcher diesen Vorgang automatisch ausführt. Das mechanisch-elektropneumatische System wird durch eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) gelenkt. Nach der Auswertung des Prototyps können wir diesen nun mit den gewonnenen Erkenntnissen weiterentwickeln. Der Vorgang von der Halterung bis ins Magazin kann noch nicht ganz mit der manuellen Nachladehilfe konkurrieren. Deshalb ist für uns der nächste Schritt, den gesamten Ablauf von der Verpackung bis ins Magazin zu automatisieren. Weiter entwickelten wir Einrichtungen, um mehrere Magazine automatisch nachzuladen. Somit sind wir bereit, unseren Prototyp den Ansprüchen von potentiellen Kunden anzupassen und unsere Möglichkeiten auf dem Markt zu eruieren.

### Fragestellung

Vor einer Schiesslektion der Polizei werden sehr viele Magazine mit Patronen vorbereitet. Wir stellten uns die Frage, ob man diesen Vorgang auch automatisieren kann, um die Vorbereitungszeit zu verkürzen. Unser Ziel bestand darin, diesen Vorgang durch eine autonome Maschine zu automatisieren. Weiterhin untersuchten wir, ob unser Produkt eine wirtschaftliche Nachfrage generieren kann.

### Methodik

Mit dem Kerngedanken, welche mechanische Funktion unser Produkt ausführen sollte, und den Gegebenheiten des Magazins, entwickelten wir unser Grundkonzept. Wir entschieden uns für ein elektropneumatisches System. Nach verschiedenen Skizzierungen und Berechnungen erstellten wir eine CAD-Zeichnung unserer Maschine (Computer Aided Design). Die benötigten mechanischen Teile stellten wir selbst her und verbauten sie mit den pneumatischen und elektrischen Komponenten. Anschliessend erfolgte die Programmierung der SPS. Bei der Ausarbeitung eines Mechanismus, der es ermöglicht Magazine auszutauschen und einzuspannen, untersuchten wir diverse Konzepte und ermittelten die jeweils beste Methode. Eine Vorrichtung, um Patronen aus einem ungeordneten Zustand in das Magazin zu befördern, untersuchten wir nur theoretisch.

### Ergebnisse

Mit dem ersten Prototyp gelang es uns, den Nachladevorgang des Magazins einer Glock 17 Pistole zu automatisieren. Durch fertigungstechnische Mängel treten ab und zu noch Fehlladungen auf. Nach den letzten Tests erreichten wir eine Fehlerquote von 5%. Unsere Maschine lädt die 17 Patronen in 17 Sekunden ins Magazin, was beinahe doppelt so schnell ist wie ein durchschnittlicher Schütze von Hand.

Da die Patronen aber von Hand sortiert werden müssen, ist der Prototyp zurzeit noch einem Menschen unterlegen. Damit unsere Maschine mit den herkömmlichen Vorgängen konkurrieren kann, haben wir in einem nächsten Schritt Möglichkeiten für das Austauschen der Magazine und die Aufbereitung der Patronen einander gegenübergestellt und ausgewertet. Mit der Realisation der eruierten Möglichkeiten wäre unsere Maschine der Marktreife einen grossen Schritt näher.

### Diskussion

Durch die erfolgreiche Realisierung des automatischen Nachladevorgangs für eine Glock 17 Pistole konnten wir unser ursprüngliches Ziel erreichen. Damit ist jedoch erst der Grundstein für ein funktionierendes System aus Patronenaufbereitung, Nachladevorgang und Magazinauswechslung gelegt. Nur mit der erfolgreichen Zusammenarbeit dieser drei Mechanismen kann ein marktreifes Produkt entstehen. Für einen zweiten Prototyp wollen wir noch eine genauere Ermittlung der Anforderungen von potenziellen Kunden vornehmen. Anschliessend können wir dann einen nächsten Prototyp mit den entsprechenden Eigenschaften auslegen und fertigen.

### Schlussfolgerungen

Abschliessend kann man sagen, dass eine Automatisierung des Nachladevorgangs für eine Glock 17 Pistole möglich ist. Auch eine Erweiterung, um den gesamten Weg von der Verpackung bis ins Magazin zu mechanisieren, ist nach eingehender Analyse möglich. Ob dieses Verfahren wirtschaftlich rentabel sein kann, müssen wir unter Einbezug der genauen Kundenanforderungen analysieren. Nur mit diesen Informationen können wir dann einen nächsten, marktorientierten Prototyp herstellen.

### Stiftsschule Einsiedeln

Lehrer: Klaus Zanker

#### Würdigung durch den Experten

Dr. Hans Kammer

Wird ein Ballon mit wenig Helium gefüllt, so erreicht er eine geringere Höhe (17 km), fliegt aber länger und meist viel weiter. Mit einem schrittweise verbesserten Mess- und Kommunikationssystem erreichten Alexander Stadelmanns Ballone bei 4 Testflügen Flugdistanzen von 3'058 km (Kasachstan). Dabei wurden Positions- (GPS-), Druck-, Temperatur-, Feuchte- und Strahlungsdaten mit einem Raspberry-Pi-basierten, beheizten(!) Messsystem direkt, bzw. Satellitengestützt gespeichert. Die Arbeit zeichnet sich durch hohe fachliche Kompetenz, Arbeitswille, Ausdauer und Frustrationstoleranz des Autors aus.

Prädikat: sehr gut

Sonderpreis Paul Scherrer Institut  
Forschung auf dem Jungfraujoch (3550 mÜM)

## Bau eines kommunizierenden Langstrecken-Wetterballons

Diese Arbeit befasst sich mit der Planung und Konstruktion eines neuartigen, kommunizierenden Langstrecken-Wetterballons, der in vier FLIGHTS getestet wurde. Die zugrunde gelegte Dichteaustauschtheorie ermöglicht die Stabilisierung des handelsüblichen Wetterballons mit einer Traglast bis zu 1,25 Kilogramm auf einer gewünschten Höhe ohne komplexe Ventil- und Pumpsysteme. Die Grundidee ist eine entsprechende Anpassung der eingefüllten Heliummenge. Bis die Latexhaut reisst, kann der Wetterballon so bis zu 27 Stunden auf einer Höhe von bis zu 32 Kilometern verweilen. Während diesen stark verlängerten Aufhalten kann ein für diesen Zweck entwickeltes, spezialisiertes Flugsystem in der Ballonsonde gewünschte Werte ausgiebig messen und diese mittels eingebauter Antenne dem Iridium Satellitennetz übermitteln.

### Fragestellung

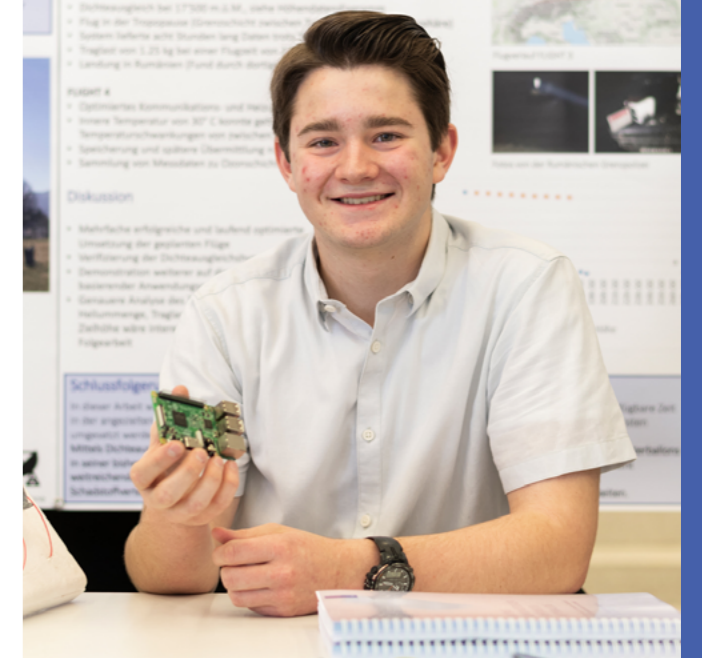
Trotz grossem Interesse blieb die Nutzung von Wetterballonen für die Wissenschaft bislang limitiert, vor allem wegen unzureichender Traglast u/o unverhältnismässigen Kosten. Herkömmliche Wetterballone sollen ohne grosse Modifikationen zu Langstrecken-Wetterballonen mit erhöhtem Nutzen umgewandelt werden. Kann man mit einfachen Anpassungen der Helium-Füllmenge einen handelsüblichen Wetterballon auf eine gewünschte Höhe bringen, dort die Verweildauer verlängern und so mit relativ geringen Kosten deutlich mehr Daten generieren?

### Methodik

Es wurden vier FLIGHTS gestartet. In einer Styroporsonde befand sich die Elektronik, geschützt vor den extremen Temperaturen (bis zu minus 90 °C). Zur Datensammlung wurde ein Flugsystem auf einem Raspberry Pi programmiert. Eine mitgeführte GPS-Antenne ermittelte laufend die genaue Höhe und Position des Wetterballons. Mit einem Satellitenmodem wurden die Messdaten dem Iridium Satellitennetz übermittelt. Auf diese Weise konnten die FLIGHTS in der Stratosphäre live verfolgt werden.

### Ergebnisse

FLIGHT 1 erreichte Geschwindigkeiten von bis zu 280 Stundenkilometer. Es wurde eine Flugreichweite von 3058 Kilometern erreicht, was für einen herkömmlichen Latex-Wetterballon absolut einzigartig ist. Funkkontaktverlust erfolgte über Kasachstan. Es wird vermutet, dass der Ballon in einem Gebiet ohne Satellitenempfang landete. FLIGHT 2 lieferte exakte Höhendaten. Er blieb stabil auf einer Höhe von 32 Kilometern und bestätigte somit die aufgestellte Dichteaustauschtheorie. FLIGHT 2 landete in Polen. FLIGHT 3 erreichte bei ca. 17,5 Kilometern Höhe seinen Dichteaustausch. In Europa liegt in dieser Höhe die Tropopause, die Grenzschicht zwischen Troposphäre und Stratosphäre. In der Tropopause herrschen kalte Temperaturen (bis zu minus 90 °C). Das System lieferte trotzdem prob-



Alexander Stadelmann, 2001 | Einsiedeln, SZ

lemlos acht Stunden lang Daten. FLIGHT 3 landete in Rumänien und wurde von der dortigen Grenzpolizei aufgefunden. FLIGHT 4 wurde mit einem stark verbesserten Kommunikations- und Heizungssystem ausgerüstet. Es wurde erfolgreich eine innere Temperatur von 30 °C gehalten, trotz starken externen Temperaturschwankungen (zwischen 30 und minus 40 °C). Zusätzlich wurden nicht versendete Nachrichten gespeichert und nachgeschickt. Diese Nachrichten beinhalteten Messdaten zur Ozonschicht und zu atmosphärischen Bedingungen und demonstrieren weitere mögliche Anwendungsmöglichkeiten dieser Arbeit. FLIGHT 4 wurde mit grosser Wahrscheinlichkeit mit Helium überfüllt und platzte bereits nach zwei Stunden. Der Ballon wurde in Chur gefunden.

### Diskussion

Das Konzept eines kommunizierenden Langstrecken-Wetterballons mit stark erhöhter Flugdauer auf gewünschter Höhe konnte mehrfach optimiert und erfolgreich umgesetzt werden. Die Hypothese eines Dichteaustauschs wurde verifiziert. Eine genauere Analyse des Zusammenhangs zwischen Heliummenge, Traglast und gewünschter Zielhöhe wäre ein interessantes Thema für eine Folgearbeit.

### Schlussfolgerungen

In dieser Arbeit wird aufgezeigt, dass mittels gezielter Modifikation der Heliummenge die für die Datensammlung verfügbare Zeit in der angezielten Höhe und Atmosphärenschicht deutlich gesteigert werden kann. Dies konnte mit relativ geringen Kosten umgesetzt werden. Mittels Dichteaustauschtheorie konnte ein bis anhin unerwünschter (und unerforschter) Effekt des Unterfüllens eines Wetterballons in seiner bisher unbekanntem Nützlichkeit aufgezeigt werden. Zusammen mit der hierfür entwickelten Technologie besteht weitreichendes Nutzungspotential in verschiedensten Anwendungsbereichen. Grossräumige Ozonschichtmessung, Schadstoffverteilungsmessung und Strahlungsmessung in der Stratosphäre sind nur einige von unzähligen Möglichkeiten.



Lukas Weber, 1998 | Staufen, AG

### Berufsbildung Roche Diagnostics International AG

Lehrer: Markus Kälin

### Würdigung durch den Experten

Prof. Dominique Kunz

Die Arbeit zeigt, dass man im Bürogebäude mit bestehenden Präsenzmeldern, Gebäudeautomation und Raumbuchungssystem durch sammeln von deren Daten, durchdachten Auswerteargorithmen und optimaler Datenrepräsentation einen grossen Mehrwert für Raumnutzer und Büroflächenanalysten erbringen kann. Herr Weber hat Lösungen für verschiedene Anwendungsfälle konzipiert und programmiert. Die n Nutzen hat er mit Daten von mehreren Monaten an konkreten Beispielen aufgezeigt. Die Komplexität und die Tiefe der Technologie, sowie die Softwareprojektdokumentation entspricht dem Niveau der Fachhochschulreife.

Prädikat: **hervorragend**

Sonderpreis Metrohm  
London International Youth Science Forum (LIYSF 2019)

## Nutzung von bestehender Infrastruktur zur Auswertung der Flächennutzung in Gebäuden

Da in der Firma die Anschaffung einer Sensorlösung für die Flächenauswertung zur Diskussion stand, kam seitens des Kandidaten die Frage auf, ob es nicht eine Möglichkeit gebe, die bereits bestehende Infrastruktur für diesen Zweck zu nutzen. Dies bezog sich anfangs vor allem auf die in allen Räumen vorhandenen Präsenzmelder, die das Licht im Raum ein- und ausschalten. Später stellte sich heraus, dass der Begriff «bestehende Infrastruktur» noch weit mehr umfassen könnte als nur Präsenzmelder. So wurden noch weitere Systeme untersucht, aus denen Daten gewonnen werden können. Zusätzlich wurde das Raumbuchungssystem in das Projekt einbezogen. Anhand konkreter Business Cases wurde im Anschluss eine Softwarelösung entwickelt und implementiert, die Daten aus verschiedenen Systemen gewinnen kann und Auswertungen zur Verfügung stellt, die der Benutzer oder die Benutzerin mit dynamischen Parametern beeinflussen kann. Die geschaffene Lösung liefert wertvolle Erkenntnisse zur Nutzung und Auslastung der Flächen, wodurch bei der Planung und Nutzung sowie für deren Vermietung ein beträchtlicher Mehrwert entsteht. Sie hilft, die verfügbaren Ressourcen besser zu nutzen (z.B. Reinigung), ohne dass dafür zusätzliche Kosten entstehen, da ausschliesslich auf die bestehende Infrastruktur zurückgegriffen wird.

### Fragestellung

Um dem Bedarf nach der Flächenauswertung gerecht zu werden, dabei aber teure Investitionen zu vermeiden, war der Treiber dieser Arbeit die Frage, ob und wie es möglich ist, aus der bestehenden Technik in einem Gebäude Daten über die Nutzung von Flächen und Räumen zu gewinnen und diese mit möglichst hohem Mehrwert für das Business auszuwerten.

### Methodik

In einer Machbarkeitsanalyse wurde in Versuchen generell geprüft, ob es Möglichkeiten gibt, Daten der bestehenden Präsenzmelder zu gewinnen. Als Versuchsgegenstand wurde das neueste Gebäude der Firma Roche in Rotkreuz herangezogen. Mittels eines einfachen Prototyps konnte dies schon bald nachgewiesen werden. Der Prototyp wurde anschliessend in Betrieb genommen, damit dieser für künftige Auswertungen bereits Daten sammeln kann. Im Anschluss wurden weitere Systeme (Wifi Accesspoints, Raumbuchungssystem) untersucht und evaluiert, die zusätzlich in Frage kommen könnten. Nur das Raumbuchungssystem erwies sich aktuell als zuverlässig. Anhand dieser Erkenntnisse wurden mittels konkreter Business Cases Anforderungen an Auswertungen formuliert. Im Anschluss wurde eine Softwarelösung definiert und implementiert. Sie wurde so entworfen, dass sie theoretisch sehr einfach um weitere Systeme erweitert werden könnte.

### Ergebnisse

Es stellte sich heraus, dass das Sammeln der Daten aus bestehenden Systemen möglich ist und dass in der Auswertung grosses Potenzial steckt. Mit der so entwickelten Software konnten in fünf Monaten bereits ca. 100 000 Messwerte im zweiten Obergeschoss (OG) des Baus 12 gesammelt werden und es werden auch weiterhin automatisiert Daten gesammelt. Mittels fünf implementierter Auswertungsmethoden kann ein Benutzer oder eine Benutzerin aus

den Daten verschiedene Erkenntnisse gewinnen. So ist es möglich, anhand einer Heatmap Benutzungsmuster zu erkennen, die Auslastung einzelner Räume oder eines ganzen Stockwerks im Zeitverlauf auszuwerten oder zu prüfen, wie gut die Räume gebucht und gleichzeitig auch benutzt werden. Durch diverse Parameter kann der Benutzer oder die Benutzerin die Auswertung selbst beeinflussen und so Zeitraum, einbezogene Systeme oder Räume einstellen und vergleichen. In einer Live-Ansicht können zudem die aktuellen Belegungen und Buchungen in Echtzeit eingesehen werden.

### Diskussion

Anfangs konzentrierte sich die Arbeit vor allem auf die Gewinnung von Präsenzmelderdaten. Später wurde das Feld mit Daten des Raumbuchungssystems erweitert. Auch eine ausgiebigere Auswertung war anfangs nicht angedacht. Während der Forschungen verstärkte sich das Bewusstsein für das Potenzial von Daten dieser Art zunehmend und es ergab deshalb Sinn, dieses auch vollständig aufzuzeigen und den Forschungsbereich deshalb noch etwas zu erweitern. Aktuell funktioniert die Lösung in Bezug auf Präsenzmelderdaten nur mit dem Gebäudeleitsystem von Siemens. Mit einem zusätzlichen Aufwand besteht die Möglichkeit, noch weitere Systeme anzubinden.

### Schlussfolgerungen

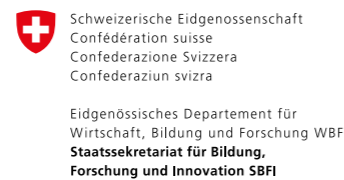
Die entwickelte Lösung kann in der Planung und Bewirtschaftung von Flächen bereits gewinnbringend eingesetzt werden. Hauptergebnis der vorliegenden Arbeit ist die Erkenntnis, dass der Wert bestehender Systeme bzw. deren Daten oft unterschätzt wird. Eine geschickte Integration von Daten aus bereits bestehenden Systemen birgt grosses Potenzial zur effizienten Schaffung von Mehrwerten, wie in diesem Beispiel im Bereich der Nutzung von Flächen und Räumen.



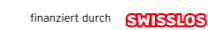
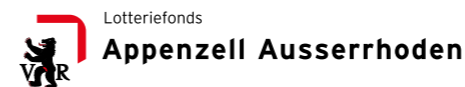
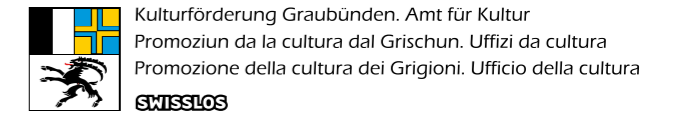
Hauptgönner Wettbewerb | Donateur principal du Concours |  
Donatore principale del Concorso

ERNST GÖHNER STIFTUNG

Träger | Soutiens | Sostenitori



Partner Wettbewerb | Partenaires du Concours | Partner del Concorso



## Stifter von Sonderpreisen

EDA, Eidgenössisches Departement für auswärtige Angelegenheiten  
ETH Zürich  
Fondazione Aldo e Cele Daccò  
Gamil Stiftung  
Jugend Innovativ Österreich  
Life Sciences Switzerland  
Metrohm Stiftung  
Odd Fellows (Helvetia Loge Nr 1)  
Paul Scherrer Institut und Jungfrauojoch  
SBFI, Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation  
Schweizerische Physikalische Gesellschaft & SCNAT  
Schweizerische Sprachwissenschaftliche Gesellschaft SSG/SSL  
Simply Science Stiftung  
Swatch Group  
Swiss Toilet Organisation  
Verein AquaViva  
Verein Deutscher Ingenieure Bodensee  
Weizmann Institut

## Gönner der Stiftung

Alumni Schweizer Jugend forscht  
BDO AG  
Boner Stiftung für Kunst und Kultur  
BRNW - Bildungsraum Nordwestschweiz  
Carl und Elise Elsener-Gut Stiftung  
Diverse Privatspender  
Dr. Fred Styger Stiftung  
Egon und Ingrid Hug Stiftung  
Georg Fischer AG  
ghe - Georg H. Endress Stiftung  
Givaudan  
Hans Huber Stiftung  
Hasler Stiftung  
Helvetia Patria Jeunesse  
Hilti  
Johann Jacob Rieter Stiftung  
Lagrev Stiftung  
Leister Stiftung  
Mercator Stiftung  
Omya (Schweiz) AG  
Otto Beisheim Stiftung  
Pfandbriefbank  
Regloplas AG  
RBC Investor Services  
RSB Stiftung - René und Susanne Braginsky Stiftung  
SATW  
Steinegg Stiftung  
SWF Stiftung für wissenschaftliche Forschung  
u-blox AG  
Veronika und Hugo Bohny Stiftung  
Wietlisbach Foundation

## Stiftungsrat

**Ralph Eichler** | Präsident des Stiftungsrates, ehem. Präsident der ETH Zürich  
**Nathalie Pichard** | Vice-présidente du Conseil de fondation, Conseillère politique culturelle & médiation scientifique, Université de Lausanne  
**Ivo Bischofberger** | Ständerat  
**Monica Duca Widmer** | Präsidentin der Università della Svizzera Italiana USI  
**Christoph Mäder** | Verwaltungsrat bei Lonza, EMS, Bâloise Holding AG  
**Francis Kuhlen** | Ehemals Managing Director IBM  
**Mathias Gempeler** | Global Head Science & Promotion Skin Care bei DSM Nutritional Products  
**Albin Reichlin** | Direktor FHO Fachhochschule Ostschweiz  
**Philippe Robert** | Directeur du Lycée Denis-de-Rougemont, Neuchâtel  
**Kristin Becker van Slooten** | ETH Rat (Delegierte der Hochschulversammlungen ETHZ und EPFL)

## Fachrat

**Ralph Eichler** | Präsident des Stiftungsrates  
**Kurt Baltensperger** | ETH-Rat  
**Marlies Belotti** | BASF (Schweiz) AG  
**Gerardo Ramos** | Syngenta  
**Christophe Giovannini** | Schweizerischer Nationalfonds SNF/FNS  
**Peggy Grüniger** | F. Hoffmann-La Roche  
**Therese Steffen Gerber** | Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI  
**Reto Kohli** | The Swatch Group AG  
**Marcel Kugler** | Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung EHB  
**Chantal Andenmatten** | Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren EDK  
**Heinz Müller** | Institut für geistiges Eigentum IGE  
**Thierry Strässle** | Forschungsanstalten des ETH-Bereichs  
**Martin Vollmer** | Clariant AG  
**Christoph Niggli** | UBS

## Wettbewerbskommission

**Dr. Mathias Gempeler**  
Vorsitz  
**Dr. Reto Spaar, Dr. Sabine Wirtz und Dr. Désirée König**  
Fachgruppenleiter / Fachgruppenleiterinnen Biologie|Umwelt  
**Dr. Michael Hobbins und Dr. Hugo Stocker**  
Fachgruppenleiter Chemie|Biochemie|Medizin  
**Beat Pfenniger und Jürg Huber**  
Fachgruppenleiter Gestaltung|Architektur|Künste  
**Dr. Josef Kunz, Dr. Fritz Franz Vogel und Dr. Crispin Girinshuti**  
Fachgruppenleiter Geschichte|Geographie|Wirtschaft|Gesellschaft  
**Dr. Evi Fountoulakis und Dr. Philipp Obrist**  
Fachgruppenleiterin / Fachgruppenleiter Literatur|Philosophie|Sprache  
**Peter Schweizer**  
Fachgruppenleiter Mathematik|Informatik  
**Markus Schmidiger, Prof. Dr. Marc Achermann, Francis Kuhlen und Michael Vorburger**  
Fachgruppenleiter Physik|Technik  
**Ferdinando Lehmann und Dr. Lia Sartori**  
Verantwortliche der italienischen Schweiz

## Geschäftsstelle

**Melanie Seiler** | Geschäftsführerin  
**Jérémie Aebischer** | Projektleiter Wettbewerb  
**Marianne Bègré** | Marketing & Kommunikation  
**Lucie Bovet** | Responsable Suisse romande  
**Karin Büchler** | Projektleiterin ISTF  
**Nina Frei** | Assistenz der Geschäftsleitung  
**Christoph Gerber** | Leiter Berufsbildung  
**Svetlana Hegar** | Projektassistenz  
**Ferdinando Lehmann** | Responsabile Svizzera italiana  
**Victor Varga** | Projektleiter Studienwochen  
**Lia Sartori** | Responsabile Svizzera italiana

## Nationaler Wettbewerb 2020 | Eine unvergessliche Reise!

### Anmelden

unter sjf.ch bis am 15.10.19

### Vorselektionsworkshop

Samstag, 18.01.20 – Bern

## Nationaler Wettbewerb 2020

23. – 25. April 2020 – Berner Fachhochschule in Biel

*Das Team von Schweizer Jugend forscht freut sich auf deine Anmeldung!*

## Concours national 2020 | Une aventure inoubliable!

### Inscription

Sur sjf.ch jusqu'au 15.10.19

### Workshop de présélection

Samedi 25.01.20 à Lausanne

## Concours national

Du 23 au 25 avril 2020 – Haute école spécialisée bernoise de Bienne

*L'équipe de Science et jeunesse se réjouit de ton inscription!*

## Concorso nazionale 2020 | Un'avventura indimenticabile!

### Iscrizione

Sul sito sjf.ch entro il 15.10.19

### Workshop di selezione preliminare

Sabato 11.01.20 a Lugano

## Concorso nazionale

Dal 23 al 25 aprile 2020 presso la Scuola universitaria professionale bernese di Bienne

*Il team di Scienza e gioventù aspetta con piacere la tua iscrizione!*



SCHWEIZER JUGEND FORSCHT  
SCIENCE ET JEUNESSE  
SCIENZA E GIOVENTÙ



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences



SCHWEIZER JUGEND FORSCHT  
LA SCIENCE APPELLE LES JEUNES  
SCIENZA E GIOVENTU  
SCERZA E GIOVENTEONA



SCHWEIZER JUGEND FORSCHT  
SCIENCE ET JEUNESSE  
SCIENZA E GIOVENTÙ

**KONTAKT GESCHÄFTSSTELLE**

Stiftung Schweizer Jugend forscht | Aarberggasse 40 | 3011 Bern  
info@sjf.ch | www.sjf.ch