HR S **Hochrhein-Seminar.de**
für Mathematik und Naturwissenschaften
Landesprogramm zur Förderung besonders befähigter Schülerinnen und Schüler

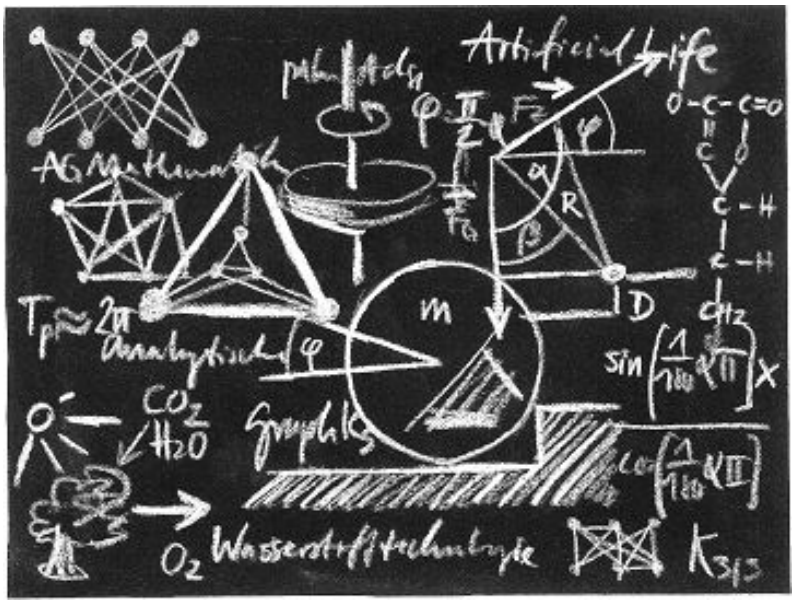
1997 - 2019

Jahresbericht
2018/2019

Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung 7 Schule und Bildung

Bericht der Seminarleitung

Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung 7 Schule und Bildung



Grafik von Matthias Sochor, Hochrhein-Gymnasium Waldshut

Redaktion:
Sarah Conrad, Hochrhein-Gymnasium Waldshut
Roland Goldau, Technisches Gymnasium Waldshut

unter Mitarbeit der
Leiterinnen und Leiter der Arbeitsgemeinschaften
sowie von Seminarschülerinnen und -schülern.

Herausgeber:
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung 7 Schule und Bildung

Druck:
Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung 7 Schule und Bildung

Inhalt

VORWORT 3
Dr. Manfred Römersperger, Vorsitzender des Kuratoriums des Hochrheinseminars 3

SEMINARBESCHREIBUNG 5
Kontaktdaten **5**
Leitung des Seminars 5
Kuratoriumsvorsitzender 5
Kontaktlehrer 6
Das Kuratorium **7**

DAS HOCHRHEIN-SEMINAR IM AKTUELLEN SCHULJAHR 8
Oberstufe **8**
Unter- und Mittelstufe **8**
Ziele **8**
Statistik **9**
Anmeldezahlen und Geschlechterverteilung 9
Arbeitsgemeinschaften und Schulen 11
AG-Anmeldungen nach Klassenstufen 12
Flexibilität 13
Mobilität 13
Vorträge 13
Kalender 14
Biologie: Gehirn und Geist – Neuronen bei der Arbeit
Dr. Heike Reinshaus - Klettgau-Gymnasium Tiengen 16
Biologie: „Biologie und Gesellschaft“
U. Faller, Scheffel-Gymnasium, Bad Säckingen 19
Biotechnologie: Restriktionsenzyme – spezifische molekulare Scheren zum Schneiden von DNA: Herstellung, Aufreinigung und Anwendung des Restriktionsenzyms EcoRV
Dr. Roland Studer – Justus-von-Liebig-Schule, Waldshut 27
Chemie: Chemische Prozesse in Natur und Mensch
Sarah Conrad – Hochrhein-Gymnasium Waldshut 33
Informatik: Einführung in die Programmierung mit C++ und Anwendungen, insbesondere in der Mathematik
Dipl.-Math. techn. Michael Verderber, - Technisches Gymnasium Waldshut 36
Mathematik: Angewandte Mathematik - Von der Quadratpflanze zum Apfelmännchen Harald Richter – Klettgau-Gymnasium Tiengen 41
Abschlussveranstaltung der Oberstufen AGs 44
Arbeitsgemeinschaften der Unter- und Mittelstufe **45**
Chemie: Wir erforschen unsere Welt
Tobias Pfeifer – Klettgau-Gymnasium Tiengen 45
Chemie: Chemische Experimente analysieren und optimieren
Claudia Dilger - Hochrhein-Gymnasium Waldshut 48
Mathematik/Informatik: Spaß am logischen Denken
Susanne Kintzi, Mariana Eichhorn – Hochrhein-Gymnasium Waldshut 53
Abschlussveranstaltung der Unter- und Mittelstufen AGs 57
Vortragsreihe der Oberstufe **58**

Mathematische Spielereien mit Seil und Würfel
Prof. Dr. Oliver Schnürer, Universität Konstanz, Fachbereich FB Mathematik und Statistik 58
Wie sieht ein Nanoroboter aus, der sich durch ein Organ bewegen kann?
Prof. Dr. Peer Fischer, Max Planck Institute for Intelligent Systems, Stuttgart 61
Micro, Nano, and Molecular Systems Group 61
Ultragenaue Zeitmessung – und was man daraus über unser Universum lernen kann
Prof. Dr. Stefan Willitsch, Departement Chemie, Universität Basel 67
The social life of zebra finches
Dr. Adriana Maldonado Chaparro, Max-Planck-Institut für Ornithologie, Department of Collective Behaviour, Radolfzell 72
Alternative Antriebssysteme
Prof. Dr. Frank Allmendinger, Hochschulcampus Tuttlingen, Hochschule Furtwangen 77
Moderne Technologien aus dem Bereich Wasser
Prof. Dr.-Ing. Susanne Mall-Gleißle, Studiendekanin Umwelt- und Energieverfahrenstechnik, Hochschule Offenburg 84
Vortragsreihe der Unter- und Mittelstufe **88**
Wissenschaft und Fiktion - Der robotische Augenarzt
Dr. Franziska Ullrich, ETH Zürich, Multi Scale Robotics Lab 88
Die geheime Ordnung in der totalen Unordnung
Dr. Hans Walser, Universität Basel und ETH Zürich 92
Die Physik des Fahrrades
Prof. Dr. D. Giel, Hochschule Offenburg, Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik 95
Was haben ein Apfel und ein Butterkeks gemeinsam 97
Dr. Ulrich Schilling, Hochschule für Technik der FHNW, IMN - Institut für Mathematik und Naturwissenschaften/ Mathematikzentrum 97
Exkursionen **102**
Studienfahrt der Oberstufe 102
Stadtführung Berlin Historische Mitte 103
TU-Berlin: Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft 105
Bundesministerium für Forschung und Bildung 107
Kabarett: Die Wühlmäuse 108
Knorr-Bremse-AG 109
Werksbesichtigung: BMW- Motorradproduktion 111
Besichtigung des Bundeskanzleramts 113
Berliner Wasserbetriebe - Klärwerk Ruhleben 114
Kriminaltheater Die zwölf Geschworenen 117
TU Berlin- Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Fraunhoferinstitut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik 118
Treffen mit Felix Schreiner, MdB 119
Exkursion der Unter- und Mittelstufe 121

Vorwort

Dr. Manfred Römersperger, Vorsitzender des Kuratoriums des Hochrheinseminars

„Wissenschaft ist nicht alles, aber Wissenschaft ist wunderschön."
Julius Robert Oppenheimer (1904 - 1967)

Seit 21 Jahren gibt es das Hochrhein-Seminar für Mathematik und Naturwissenschaften. Die Gründung war eine der Ideen, die Herr Bohn als damals neuer Schulleiter in Waldshut aus seiner Freiburger Zeit mit an den Hochrhein brachte und damit die hiesige Schullandschaft in nachhaltiger Weise bereicherte. Gleiches gilt übrigens auch für das damalige Einrichten des G8-Zuges, der es den Schülerinnen und Schülern des Hochrhein-Gymnasiums ermöglichte, zwischen zwei Geschwindigkeiten für den Weg zum Abitur zu wählen. Damals nicht unumstritten würde diese Wahlmöglichkeit in der heutigen Zeit unter umgekehrten Vorzeichen am allgemeinbildenden Gymnasium sicherlich vielfach begrüßt werden.

Das Hochrhein-Seminar leistet einen Beitrag zur Bildungsgerechtigkeit: Wie die Anmeldezahlen zeigen, lassen sich Mädchen wie Jungen durch die Angebote gleichermaßen für die Naturwissenschaften begeistern. Das Hochrhein-Seminar bietet eine in der Region herausragende Möglichkeit, im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaften die leistungsstärkeren Schülerinnen und Schüler in ihrer Entwicklung zu fördern. Auch kommen die Schülerinnen und Schüler des Landkreises so in den Genuss wissenschaftlicher Vorträge von externen Fachleuten und erhalten bei den Studienfahrten mit Besichtigungen wissenschaftlicher Einrichtungen sowie von Industrieunternehmen manchen wegweisenden Impuls für die spätere Berufslaufbahn.
Vor allem aber steht bei den Arbeitsgemeinschaften im Sinne des obigen Zitates die Freude am Entdecken im Vordergrund, und zwar in zweierlei Hinsicht: Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler lernen die Schönheit der Mathematik und der Naturwissenschaften kennen, sie begeistern sich für Forschungsergebnisse und sie lernen Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens kennen. Neben den Erkenntnissen der äußeren Welt entdecken die Schülerinnen und Schüler hierbei aber auch ihre eigenen Möglichkeiten und das, was in ihnen selbst schlummert.
Um diese Begeisterung zu wecken braucht es Lehrkräfte, denen es immer wieder in hervorragender Weise gelingt, durch aufwendige Vorarbeit anspruchsvolle Themen so aufzubereiten, dass sich die Schülerinnen und Schüler nach Ende des Pflichtunterrichtes mit Neugier und Freude darauf einlassen.

All denen, die durch die finanzielle und ideelle Unterstützung dieses Angebot ermöglichen und sich der Idee des Hochrhein-Seminars verpflichtet fühlen, möchte ich an dieser Stelle hierfür danken.

Unter dem Dach des Hochrhein-Seminars sind die beteiligten Gymnasien dankbarerweise bereit, die für die Arbeitsgemeinschaften erforderlichen personellen Ressourcen bereit zu stellen. Dies ist keine Selbstverständlichkeit in Zeiten der Lehrerknappheit in den naturwissenschaftlichen Fächern und bietet gleichwohl einen Mehrwert für die Schülerinnen und Schüler, die auch daran interessiert sind, an Arbeitsgemeinschaften

anderer Schulen teilzunehmen.

Ein positiver Nebenaspekt dieses Angebotes ist damit auch, dass das Hochrhein-Seminar eine der wenigen Verknüpfungspunkte zwischen den allgemeinbildenden und den beruflichen Gymnasien vor Ort darstellt, was sowohl für die Kontakte unter den Jugendlichen als auch für die Schulkontakte gewinnbringend ist.
Im Hintergrund all dessen sorgt die Leitung des Seminars für die Zusammenstellung des abwechslungsreichen Rahmenprogramms und für die organisatorische Arbeit rund um die Arbeitsgemeinschaften. Nicht zuletzt ist der Leitung auch dieses Jahrbuch mit seiner lebendigen Darstellung vom Geschehen des vergangenen Jahres zu verdanken.
Nun wünsche ich den Leserinnen und Lesern interessante Einblicke in das umfangreiche Angebot des Hochrhein-Seminars und die faszinierenden Inhalte der Arbeitsgemeinschaften.

Dr. Manfred Römersperger, Oberstudiendirektor
Schulleiter des Klettgau-Gymnasiums
Vorsitzender des Kuratoriums

Seminarbeschreibung

Seit Beginn des Schuljahrs 1984/85 wird an den weiterführenden Schulen in Baden-Württemberg das "Programm zur Förderung besonders befähigter Schülerinnen und Schüler" durchgeführt. Im Rahmen dieses Programms hat die Abteilung "Schule und Bildung" des Regierungspräsidiums Freiburg zum Schuljahr 1997/98 für die Gymnasien des Landkreises Waldshut das "Hochrhein-Seminar für Mathematik und Naturwissenschaften" eingerichtet.

Aufgabe des Seminars ist die Förderung besonders befähigter Schülerinnen und Schüler in Mathematik und Naturwissenschaften. Jeder Teilnehmer entscheidet sich für eine der angebotenen Arbeitsgemeinschaften mit besonderem Anspruchsniveau aus den Bereichen Mathematik, Physik, Technik, Chemie, Biologie oder Informatik. Gemeinsames Band für alle Seminarteilnehmer ist eine Veranstaltungsreihe mit Vorträgen. Dieses Angebot wird durch Studienfahrten, Exkursionen und Wochenendseminare ergänzt und abgerundet.

Die **Teilnehmer des Seminars** kommen von allen allgemeinbildenden und beruflichen Gymnasien des Landkreises Waldshut. Besonders befähigten Schülerinnen und Schülern anderer Schularten steht das Seminar offen.

Träger des Hochrhein-Seminars sind das Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, die Stadt Waldshut-Tiengen und der Landkreis Waldshut. Unterstützt wird das Seminar von der Sparkasse Hochrhein und von der Universität Konstanz.

Ein **Kuratorium** begleitet die Arbeit des Seminars beratend.
Dort sind vertreten: das Kultusministerium, das Regierungspräsidium Freiburg, die Stadt Waldshut-Tiengen, der Landkreis Waldshut, die Universität Konstanz, die Sparkasse Hochrhein, das Staatliche Schulamt Lörrach sowie die beteiligten Gymnasien.

Kontaktdaten

Leitung des Seminars

Roland Goldau	Technisches Gymnasium Waldshut Friedrichstr. 22 79761 Waldshut-Tiengen	E-Mail: goldau@hochrhein-seminar.de
Sarah Conrad	Hochrhein-Gymnasium Waldshut, Waldtorstr. 8, 79761 Waldshut	E-Mail: conrad@hochrhein-seminar.de

Kuratoriumsvorsitzender

OStD Dr. Manfred Römersperger

Klettgau-Gymnasium Sudetenstr. 1, 79761 Tiengen	E-Mail: schulleitung@kgt.de

Kontaktlehrer

Sarah Conrad (Sek II)	**Hochrhein-Gymnasium Waldshut,** Waldtorstr. 8, 79761 Waldshut Tel. 07751-833-271, E-Mail: conrad@hochrhein-seminar.de
Ulf Faller (Sek I, II)	**Scheffel-Gymnasium** Untere Flüh 4, 79713 Bad Säckingen Tel.: 07761/9298-30, E-Mail: Faller@scheffelgym.de
Roland Goldau	**Technisches Gymnasium Waldshut** Friedrichstr. 22, 79761 Waldshut Tel:07751 884 400, E-Mail: goldau@hochrhein-seminar.de
Tamara Hallmann	**Klettgau-Gymnasium** Sudetenstr. 1, 79761 Tiengen Tel.: 07741/833-531, E-Mail: hallmann@hochrhein-seminar.de
Susanne Kintzi (Sek I)	**Hochrhein-Gymnasium Waldshut** Waldtorstr. 8, 79761 Waldshut Tel. 07751/833-271, E-Mail: kintzi@hochrhein-seminar.de
Dr. Roland Studer	**Justus-von-Liebig Schule Waldshut** Von-Kilian-Straße 5, 79761 Waldshut Tel.: 07751884 100, E-Mail: studer@hochrhein-seminar.de

Das Kuratorium

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Referat 36 - Allgemein bildende Gymnasien	Studiendirektor Dr. Thomas Hölz
Regierungspräsidium Freiburg	Schulpräsident Rudolf Bosch
Abteilung Schule und Bildung	Leitender Regierungsschuldirektor Thomas Steiner
Stadt Waldshut-Tiengen	Oberbürgermeister Dr. Philipp Frank
Landkreis Waldshut	Landrat Dr. Martin Kistler
Fakultät für Physik der Universität Konstanz	Professor Dr. Johannes Boneberg
Sparkasse Hochrhein	Peter Kaiser
Allgemeinbildende Gymnasien	Oberstudiendirektor Bernd Rieckmann
	Oberstudiendirektorin Mechthild Rövekamp-Zurhove
Berufliche Gymnasien	Oberstudiendirektor Frank Decker
Staatliches Schulamt Lörrach	Leitender Schulamtsdirektor Dr. Hans-Joachim Friedemann
Leitung des Hochrhein-Seminars	Oberstudienrat Roland Goldau
	Studienrätin Sarah Conrad
Vorsitzender	Oberstudiendirektor Dr. Manfred Römersperger
Kassiererin	Studienrätin Sarah Conrad
Kassenprüfer	Oberstudiendirektor Bernd Rieckmann
	Oberstudiendirektorin Mechthild Rövekamp-Zurhove

Das Hochrhein-Seminar im aktuellen Schuljahr

Oberstufe

In den Bereichen Mathematik, Biologie, Chemie, Physik und Informatik konnten in diesem Jahr sechs Arbeitsgemeinschaften für die Oberstufe angeboten und durchgeführt werden.

Unter- und Mittelstufe

Im aktuellen Schuljahr konnten drei Arbeitsgemeinschaften in den Bereichen Mathematik und Chemie angeboten und durchgeführt werden.

Die Arbeitsgemeinschaften für die Unter- und Mittelstufe bestehen seit Februar 2012. Seit 2016 werden ausschließlich gymnasiale Arbeitsgemeinschaften durchgeführt.

Ziele

Ziel des Angebots ist es, den hochmotivierten Schülerinnen und Schülern der weiterführenden Schulen ein ergänzendes Angebot im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich anzubieten, das die Kinder und Jugendlichen an das wissenschaftliche Arbeiten heranführt und die Freude an Mathematik und den Naturwissenschaften fördert.

Schwerpunkte sind dabei:

- Forschen außerhalb des Schulalltags mit Gleichgesinnten
- Freie wissenschaftliche Forschungsarbeiten für interessierte Schüler
- Flexible Leistungssteigerung
- Problemlösendes Denken im Team
- Selbstständiges Arbeiten
- Stärkung sozialer und kommunikativer Kompetenzen
- Enge Kooperation mit Experten der Hochschulen und Forschungsinstituten der Industrie
- Zielgruppenspezifische Projekte, um der Heterogenität der Kinder gerecht zu werden.

Im Begleitprogramm wird angeboten:

- eine Vortragsreihe über aktuelle naturwissenschaftliche Forschung mit Vorträgen, zu denen auswärtige Referenten eingeladen wurden
- für die Unter- und Mittelstufe eine Exkursion
- für die Oberstufe eine fünftägige Studienfahrt nach Berlin.

Wir danken allen, die in diesem Jahr zum Gelingen des Hochrhein-Seminars beigetragen haben. Insbesondere danken wir:

- den Mitgliedern des Kuratoriums für die Unterstützung unserer Arbeit
- Herrn Prof. Dr. Boneberg für die Vermittlung von Referenten
- den Leitern der Arbeitsgemeinschaften für ihren engagierten Einsatz
- den Referenten unserer Vortragsreihe für die Einblicke in die aktuelle Forschung und die Flexibilität, um Vortragsabsagen zu kompensieren

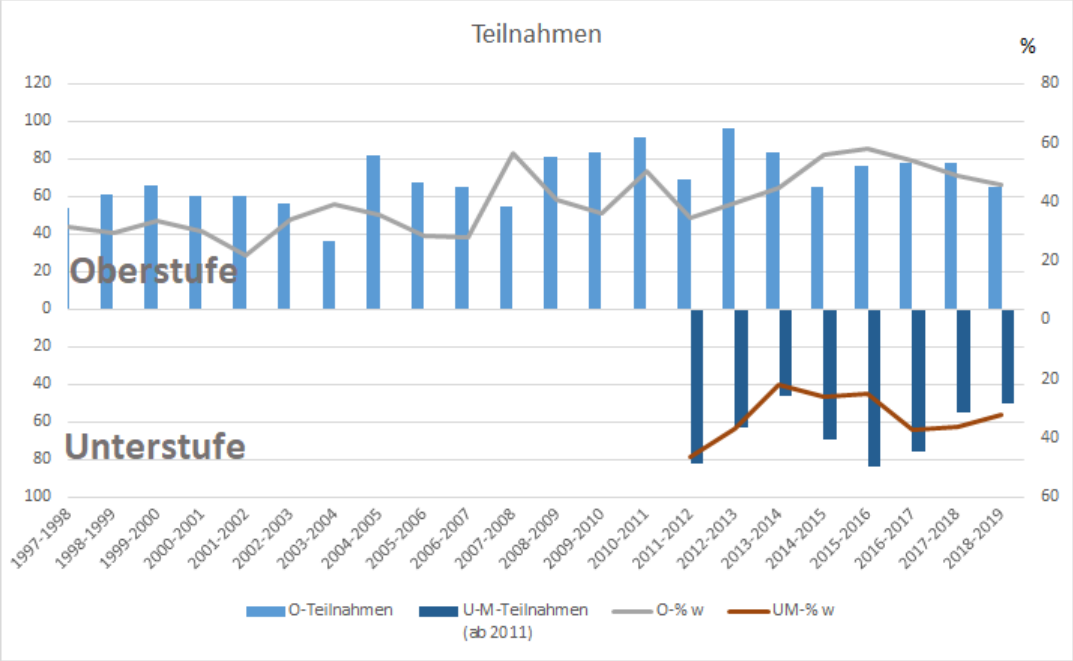
- den Schulleitungen der beteiligten Gymnasien sowie den Kontaktlehrern an den Schulen für ihre Kooperation und Hilfe
- den Firmen und Forschungseinrichtungen, die wir bei Exkursionen und der Studienfahrt besichtigen konnten
- dem Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, dem Landkreis Waldshut, der Stadt Waldshut-Tiengen und der Sparkasse Hochrhein für die großzügige finanzielle Unterstützung
- dem Regierungspräsidium Freiburg für den Druck dieses Jahrbuchs.

Statistik

Anmeldezahlen und Geschlechterverteilung

Die Anmeldezahlen in der **Oberstufe** fielen um 10 Teilnahmen geringer als im Vorjahr aus (78->65). Die Ursache könnte darin liegen, dass die Absage einer AG nur zum Teil durch Belegungen in alternativen AGs abgefangen werden konnte. 3 SchülerInnen haben sich für mehr als eine AG angemeldet. Bei einer weiteren AG konnten die hohen Anmeldezahlen durch eine "Gleitzeitregelung" bedient werden.

Der Anteil der Schülerinnen ist im Vergleich zum Vorjahr wiederum leicht zurückgegangen (49%-46%).



In der **Unterstufe** sind die Anmeldezahlen wiederum etwas geringer ausgefallen. (55->51). Eine SchülerIn hat sich für mehr als eine AG angemeldet. Der Anteil der Schülerinnen ist leicht zurückgegangen (36%->32%).
Sonderfall in diesem Jahr: Aufgrund der hohen Anmeldezahl zu einer spezifischen AG mussten die Teilnehmer leider ausgelost werden. Deshalb konnten 15 Anmeldungen nicht berücksichtigt werden.

In den nachfolgenden Auswertungen wird diese verminderte Anmeldezahl (36) verwendet. Resultierend sind die dort ausgewiesenen verminderten Summen pro AG, Schule und Ort nicht mehr mit denen aus den Vorjahren vergleichbar.

Insgesamt verzeichnete das Hochrhein-Seminar mit 116 Teilnahmeanmeldungen (133->116) einen Rückgang mit einem ebenfalls etwas rückläufigen Anteil weiblicher Teilnehmerinnen (44%->40%).
Ein leichter Rückgang der Anmeldezahlen in der Unterstufe sowie eine ressourcenbedingte Streichung einer geplanten Oberstufen AG (Physik+) bilden im Wesentlichen die Ursachen hierfür.

Arbeitsgemeinschaften und Schulen

Oberstufe: Sechs Arbeitsgemeinschaften

in der Regel für Teilnehmer ab Klasse 10 (Gymn.)

AG-Bezeichnung	ausführende Schule	Schulort
Biologie: Biologie und Gesellschaft (U. Faller)	Scheffel-Gymnasium	Bad Säckingen
Biologie: Gehirn und Geist – Neuronen bei der Arbeit (Dr. H. Reinshaus)	Klettgau-Gymnasium	Tiengen
Biotechnologie: Restriktionsenzyme – spezifische molekulare Scheren zum Schneiden von DNA: Herstellung, Aufreinigung und Anwendung des Restriktionsenzyms EcoRV (Dr. R. Studer)	Justus-von-Liebig-Schule	Waldshut
Chemie: Chemische Prozesse in Natur und Mensch (S. Conrad)	Hochrhein-Gymnasium	Waldshut
Informatik: Einführung in die Programmierung mit C++ und Anwendungen, insbesondere in der Mathematik (M. Verderber)	Technisches Gymnasium	Waldshut
Mathematik: Angewandte Mathematik (H. Richter)	Klettgau-Gymnasium	Tiengen

Unter- und Mittelstufe: Drei Arbeitsgemeinschaften

AG-Bezeichnung	ausführende Schule	Schulort
Chemie: Chemische Experimente analysieren und optimieren (C. Dilger)	Hochrhein-Gymnasium	Waldshut
Chemie: Wir erforschen unsere Welt (T. Pfeifer)	Klettgau-Gymnasium	Tiengen
Mathematik/Informatik: Spaß am logischen Denken (S. Kintzi, M. Eichhorn)	Hochrhein-Gymnasium	Waldshut

entsendende Schulen:

Schule	Bad Säckingen	Tiengen	Waldshut	Gesamtergebnis
Hauswirtschaftliche Schulen	1			1
Hochrhein-Gymnasium			37	37
Justus-von-Liebig-Schule			14	14
Klettgau-Gymnasium		22		22
Scheffel-Gymnasium	15			15
Technisches-Gymnasium			12	12
Gesamtergebnis	**16**	**22**	**63**	**101**

AG-Anmeldungen nach Klassenstufen

AG	_5	_6	_7	_8	_9	10	11	12	13	Ges
O				**2**		**9**	**23**	**22**	**9**	**65**
Biologie: Biologie und Gesellschaft						6	6	4		16
Biologie: Gehirn und Geist - Neuronen bei der Arbeit							3	6	1	10
Biotechnologie: Restriktionsenzyme							2	5	1	8
Chemie: Chemische Prozesse in Natur und Mensch							2	2		4
Informatik: Einführung in die Programmierung mit C++				1		3	8	4	6	22
Mathematik: Angewandte Mathematik				1			2	1	1	5
UM	**16**	**10**	**8**	**1**	**1**					**36**
Chemie (Tiengen): Wir erforschen unsere Welt	6	6								12
Chemie (Waldshut):										
Chemische Experimente analysieren und optimieren	1	3	1	1	1					7
Mathematik / Informatik: Spaß am logischen Denken	9	1	7							17
Ges	**16**	**10**	**8**	**3**	**1**	**9**	**23**	**22**	**9**	**101**

Alle Arbeitsgemeinschaften umfassen Teilnehmer aus mehr als zwei Klassenstufen und stellt somit in besonderer Weise ein klassenstufenunabhängiges Förderangebot im Sinne des Hochrhein-Seminars dar.

Anmerkung: Die Klassenstufen 10-12 aus den G8-Gymnasien werden - wie die Klassenstufen 11-13 der beruflichen Gymnasien - der Oberstufe zugerechnet.

Die geringen Teilnehmerzahlen aus den Klassen 8 und 9 sind mit den letzten Jahren vergleichbar. Dieser Effekt wird der entwicklungsbedingten Latenz der Pubertät zugeschrieben.

Die Anmeldungen in diesem Schuljahr wurden wieder über die Onlineplattform des Hochrhein-Seminars (www.hochrhein-seminar.de) ermöglicht. Der größte Teil der Schülerinnen und Schüler machte von dieser Anmeldemöglichkeit Gebrauch.

Flexibilität

In der Unterstufe fanden in diesem Jahr keine AG-Teilnahmen außerhalb der Stammschule statt (17/18: 18%) der. Die fehlende Akzeptanz von AGs außerhalb der Stammschulen steht im Gegensatz zu den Ergebnissen der letzten Jahren.
In der Oberstufe wurden 41% (17/18: 47%) der AG-Teilnahmen außerhalb der Stammschule wahrgenommen und liegt damit auf Vorjahresniveau.

Mobilität

In der Unterstufe besuchten die Teilnehmer ausschließlich AGs, die ihrer Stammschule und Ort stattfanden (17/18: 14%).

In der Oberstufe besuchten 21% (17/18: 33%) der Teilnehmer eine AG, die nicht im selben Ort ihrer Stammschule stattfand. Die Mobilität ist in der Unterstufe also deutlich zurückgegangen.

Die Ursachen für den Rückgang an Flexibilität und Mobilität konnten nicht ermittelt werden. Diese können im AG-Angebot selbst, in deren Bewerbung, starker Lehrerbindung oder auch in der Verkehrsanbindung bzw. -situation (z.B. Sanierung der Kolpingbrücke) liegen.

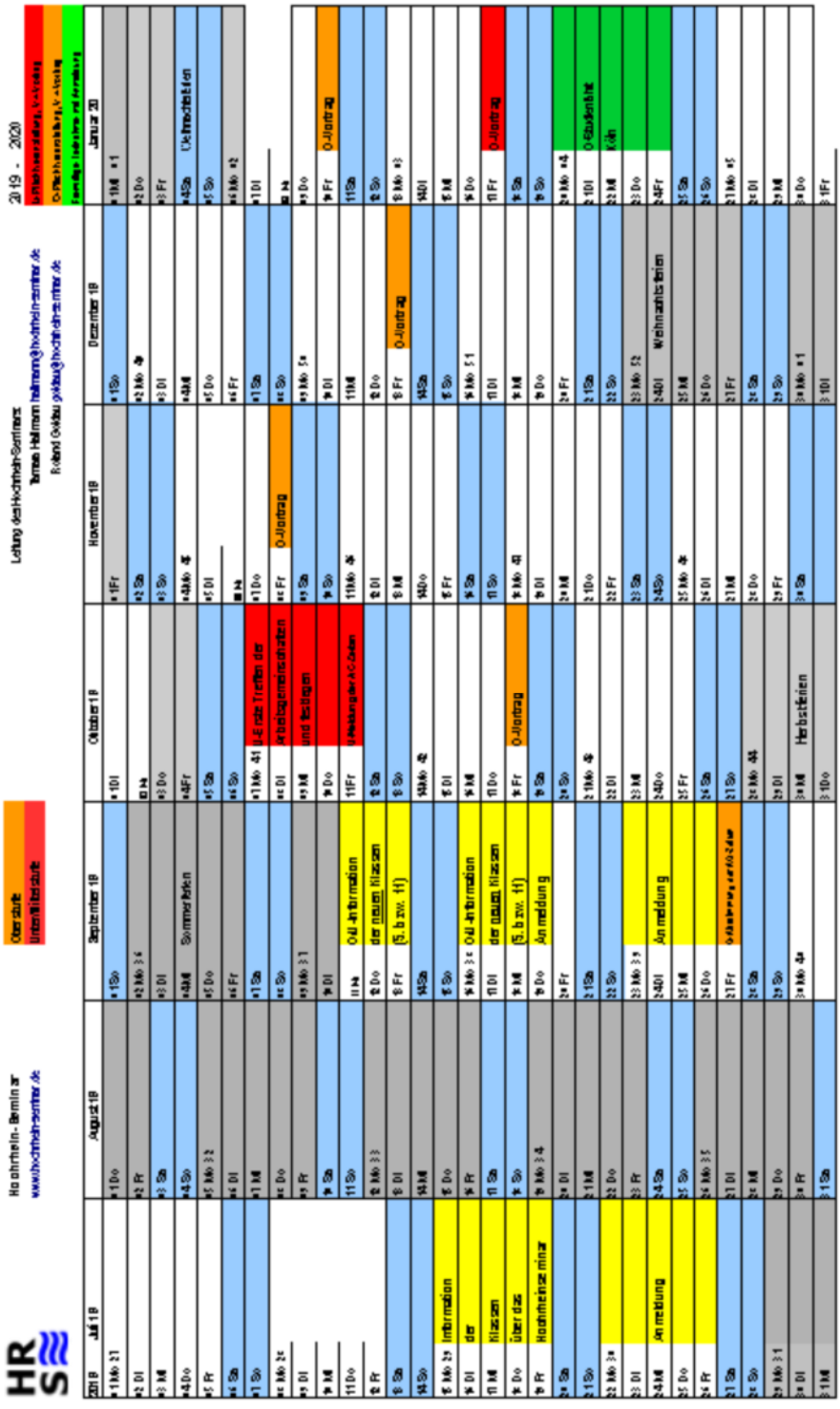
Vorträge

In der Oberstufe konnten sechs Vorträge mit externen Referenten angeboten werden. Im Mittel nahmen dieses Jahr 52% (17/18:55%) der Oberstufenschülerinnen und -schüler die Vortragsangebote wahr. Während die Teilnahmen im ersten Halbjahr bei ca. 63% lagen, gingen die Vortragsteilnahmen im zweiten Halbjahr deutlich zurück.

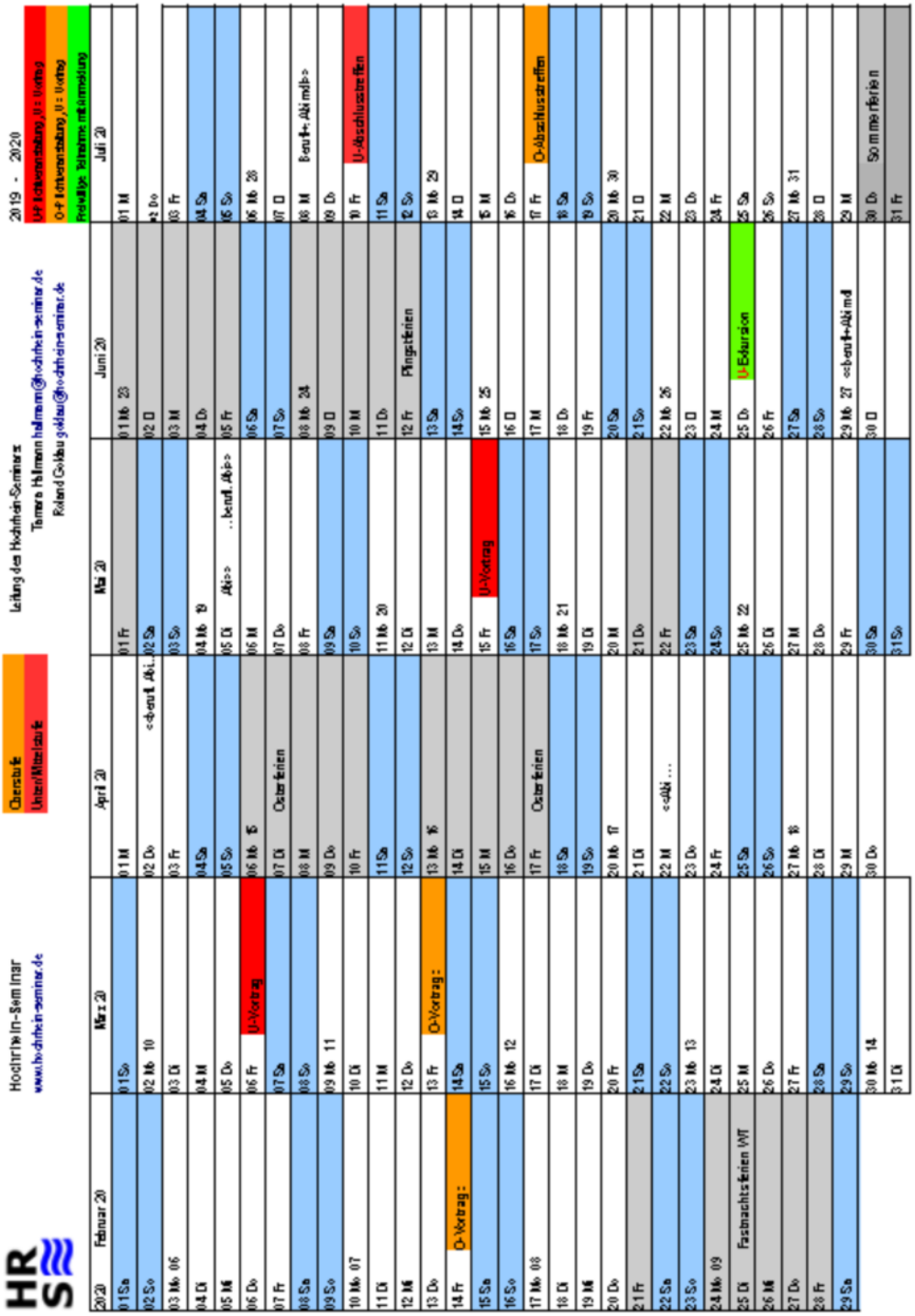
In der Unter- und Mittelstufe konnten vier Vorträge angeboten werden, die ebenfalls immer sehr gut besucht waren. Die Anwesenheiten werden hier nicht protokolliert.

Datenschutz
Die Datenerhebung und Speicherung orientieren sich am gesetzlich geregelten schulischen Bedarf und Bestand. Daher waren nur sehr wenige zusätzliche Daten, insbesondere Einwilligungen (im Umfeld von AG-Anmeldungen und Exkursionsteilnahmen), erforderlich. Diese wurden umgehend gelöscht bzw. vernichtet. Die Löschung der Teilnehmerdaten erfolgt spätestens mit Veröffentlichung des Jahrbuchs im November nach dem Schuljahresende.

Kalender


Hochrhein-Seminar
www.hochrhein-seminar.de
Oberstufe
Unterstützstufe
Leitung des Hochrhein-Seminars:
Teresa Hellmann hellmann@hochrhein-seminar.de
Roland Gwiazdowski gwiazdowski@hochrhein-seminar.de
2019 - 2020
Juli 18
August 18
September 18
Oktober 18
November 18
Dezember 18
Januar 20
Information
der
Klassen
über das
Hochrheinseminar
Anmeldung
Sommerferien
Ü-Erste Treffen der
Arbeitsgemeinschaften
und festlegen
O-Vortrag
Weihnachtsferien
Ü-Studentenhit
Köln
Herbstferien

Hochrhein-Seminar.de
für Mathematik und Naturwissenschaften
Landesprogramm zur Förderung besonders befähigter Schülerinnen und Schüler



Biologie: Gehirn und Geist – Neuronen bei der Arbeit

Dr. Heike Reinshaus - Klettgau-Gymnasium Tiengen

Thematik und Ziele:

Ziel war es, mit den Schülerinnen und Schülern die Anwendung der Erkenntnisse aus der Arbeitsgemeinschaft des letzten Schuljahres „“Die (un)ergründlichen Welten unseres Gehirns“ aufzugreifen. Die Erkenntnisse über Anatomie und Funktionen der einzelnen Gehirnbereiche sollen miteinander verknüpft werden.

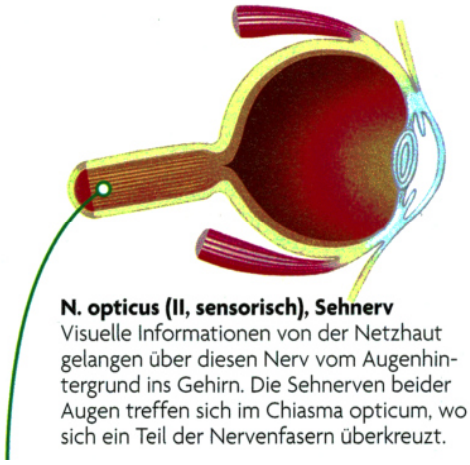
Teilnehmer:

Das Teilnehmerfeld setzte sich aus einigen Schülern und Schülerinnen aus der AG des letzten Schuljahres zusammen und es konnten außerdem noch fünf weitere Neueinsteiger gewonnen werden. Die Zusammenarbeit der neun AG-Teilnehmer/innen war konstruktiv und gut organisiert.

Inhalte:

Um die anatomischen Grundlagen des Gehirn zu wiederholen wurden Ratten seziert und das Gehirn herauspräpariert. Dabei wurde selbstständig nach einer vorgeschriebenen Präparationsanleitung gearbeitet.

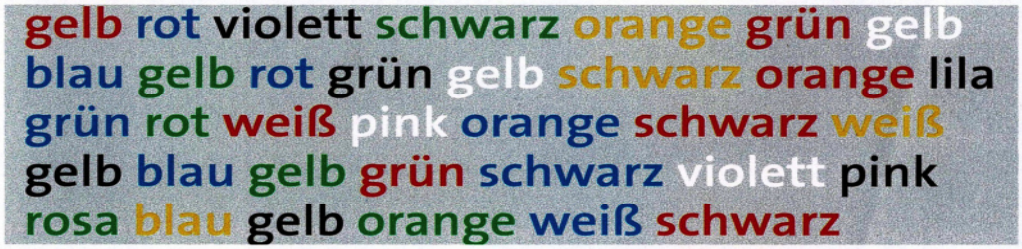
Der erste neue Schwerpunkt lag auf der Arbeit mit den zwölf paarigen Hirnnerven, da diese sensorische Informationen von Augen und Ohren in das Gehirn übermitteln oder auch motorische Informationen vom Gehirn an Mund- und Lippenbewegungen übertragen. Dadurch konnten z.B. Zusammenhänge zwischen neuronaler Übertragung und Mimik erkannt werden.



N. opticus (II, sensorisch), Sehnerv
Visuelle Informationen von der Netzhaut gelangen über diesen Nerv vom Augenhintergrund ins Gehirn. Die Sehnerven beider Augen treffen sich im Chiasma opticum, wo sich ein Teil der Nervenfasern überkreuzt.

Quelle: Das Gehirn; Rita Carter; Dorling Kindersley Verlag GmbH; München 2010

Im zweiten Schwerpunkt der Arbeit unserer Arbeitsgemeinschaft beschäftigten wir uns ausführlich mit den Sinneswahrnehmungen des Menschen, so dass die Problematik unseres Bewusstseins in den Mittelpunkt rückte.



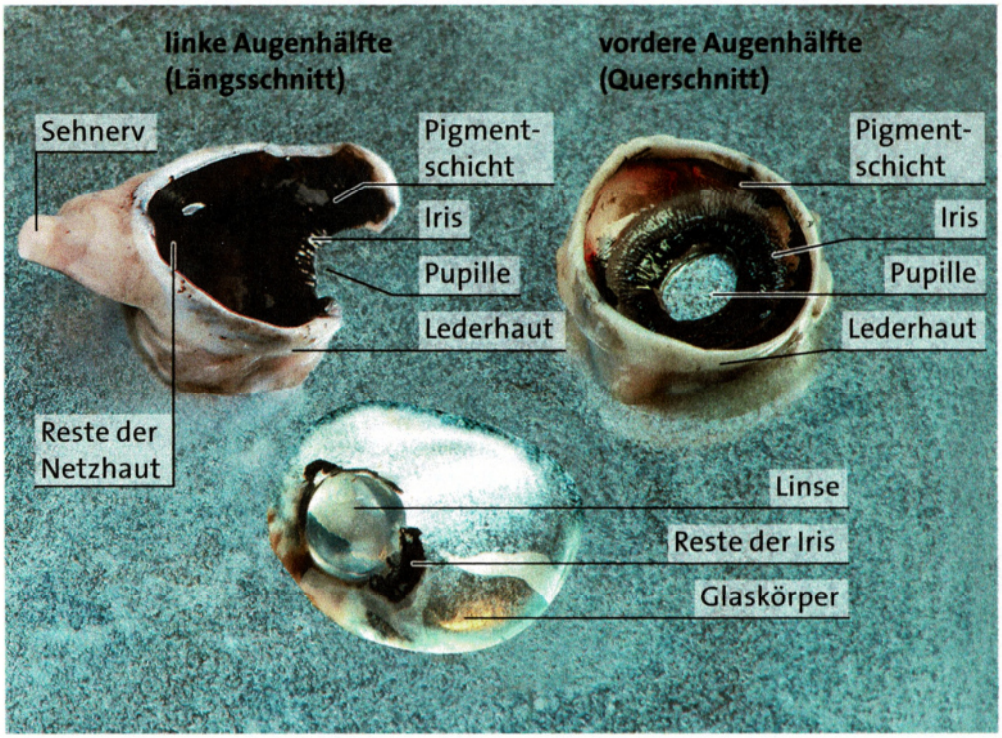
Durchführung:

Die Farben der Wörter werden von einer Person sehr schnell nacheinander aufgesagt. Eine zweite Person dokumentiert die Anzahl der Fehler. In einem zweiten Durchlauf werden die Aufgaben getauscht.

Quelle: Biospäre 9/10 Baden Württemberg; Cornelsen Verlag GmbH; Berlin 2018

Es wurden z.B. kleine Experimente zu bewusster und unbewusster Wahrnehmung gemacht.

Anschließend richteten wir den Fokus auf die optische Wahrnehmung und erarbeiteten die anatomischen Grundlagen durch eine Präparation eines Schweineauges.



03 Bestandteile des Schweineauges

Besondere Interesse war in Bezug auf die Thematik „optische Täuschungen“ zu erkennen. So entstand die Idee diese Thematik so aufzuarbeiten, dass die Schüler und Schülerinnen den Tag der offenen Tür am Klettgau-Gymnasium Tiengen für die Fachschaft Biologie gestalteten. Es wurden Materialien und Erklärungen für verschiedene Stationen erarbeitet und die Schüler und Schülerinnen begeisterten an diesem Tag Kinder und Eltern mit den präsentierten Themen über Phänomene des Sehens. In der Arbeitsgemeinschaftsarbeit wurde die optische Wahrnehmung dann mit den neuronalen Vorgängen der Sehbahn abgeschlossen.

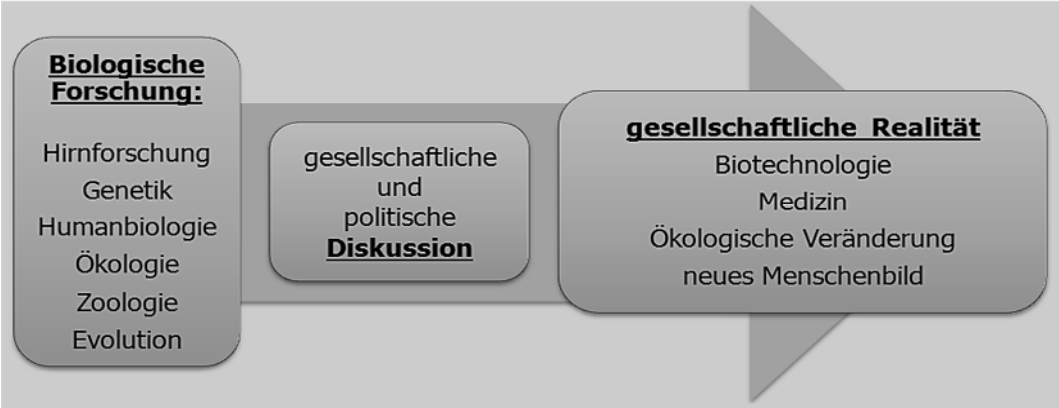
Quelle: Biospäre 9/10 Baden Württemberg; Cornelsen Verlag GmbH; Berlin 2018

Der letzte Teil unsere Arbeit zielte auf die Thematik der Intelligenz. Es wurden die aktuellen Vorstellungen der Neurologie und Psychologie dazu gesammelt und der „Wonderlice Intelligenztest durchgeführt.

Dr. Heike Reinshaus

Biologie: „Biologie und Gesellschaft“

U. Faller, Scheffel-Gymnasium, Bad Säckingen



Forschungsergebnisse der Biologie und Medizin haben weitreichende, vielfach diskutierte Auswirkungen auf die Gestaltung unserer Gesellschaft. Manche neue Techniken und Möglichkeiten betreffen individuelle Entscheidungen, andere gesetzliche Regelungen um die im politischen Diskurs gestritten werde muss. Immer wieder geht es darum, „Pro- und Kontraargumente“ zu finden, diese auf ihre Stichhaltigkeit zu untersuchen und ihre Relevanz im Entscheidungsprozess zu gewichten. Es will gelernt sein, in einen offenen und kontroversen Dialog zu treten auch und gerade bei Fragen, die die moderne Biologie und Medizin aufwerfen. Im regulären Oberstufen-Biologieunterricht werden viele dieser Themen angestoßen. Doch meist fehlt die Zeit, sie ausführlich zu bedenken, um so zu ausgewogenen Stellungnahmen zu kommen. Hier setzte auch dieses Jahr der Kurs "Biologie und Gesellschaft" an.

Am diesjährigen sechsten Kurs „Biologie und Gesellschaft“ haben 15 Schülerinnen und 5 Schüler teilgenommen. Geleitet vom Interesse der TeilnehmerInnen und durch aktuelle Beiträge in den Wissenschaftsnachrichten und Medien, vor allem der Kultursendern 3sat und Arte, haben wir uns mit folgenden Fragen und Themenkreisen eingehender auseinandergesetzt.

Über viele Stunden befassten wir uns mit Möglichkeiten der medikamentösen (z. B. Ritalin) und technischen (Brain-Interface) Verbesserung der Hirnleistung. Dem gegenüber stehen mentale

Methoden wie Konzentrations- und Meditationstechniken, die ebenfalls seit Jahrzehnten beforscht werden. Im Anschluss daran haben wir uns mit der Frage beschäftigt, inwieweit Intelligenz genetisch festgelegt ist oder im Laufe des Lebens erworben wird. Ausgangspunkt war eine Dokumentation mit dem Titel „Dumm geboren – nichts dazugelernt“. Besonders beschäftigten uns Konsequenzen, die sich aus der Forschung in diesem Zusammenhang für eine gute Schule der Zukunft ziehen lassen.

Beim zweiten Themenbogen ging es um das Lebensende: Mit vielen verschiedenen Ansätzen wird daran geforscht, ob und wie sich die Lebenserwartung der Menschen deutlich erhöhen lässt. Wenn man bedenkt, dass es Säugetiere gibt, die mehrere hundert Jahre alt werden können, ist dies keine aussichtslose Forschungsrichtung. – Doch ist dies überhaupt erstrebenswert? Welche Konsequenzen hätte es, wenn Anfang des 20. Jahrhundert Geborene ggf. bis ins 22. Jahrhundert leben und das bei bester Gesundheit? Gibt es ein Recht darauf, immer älter zu werden? In diesem Zusammenhang haben wir einen philosophischen Exkurs gewagt und uns mit dem „Bieri-Trilemma“ der Philosophie des Geistes auseinandergesetzt. Im letzten Abschnitt beschäftigten wir uns mit dem Lebensbeginn. Auch mit einigen hochaktuellen Fragen: So hat sich zeitgleich der Bundestag mit der Frage auseinandergesetzt, ob der Bluttest auf Trisomien während der Schwangerschaft Kassenleistung werden soll, hat er doch vielfach die Beendung der Schwangerschaft bei positivem Befund zur Folge. Von den Teilnehmern wurde gewünscht, dass wir uns intensiver mit einem gesellschaftlichen Reizthema beschäftigen: „Abtreibung – Mord oder Frauenrecht“. Als in den 1960ern Geborener wähnte ich das Thema für geklärt, was aber mitnichten der Fall ist. Der Blick auf die erste Lebensspanne wurde dann noch mit zwei weiteren Themen gerundet: „Frühchen-Medizin – Leben erhalten um jeden Preis?“ Und ein Blick auf eine Besonderheit der menschlichen frühkindlichen Entwicklung, dem „extrauterinen Frühjahr“ und die Konsequenzen für unseren Umgang mit den unter Dreijährigen mit der Frage, ob dieser Aspekt im Biologieunterricht verpflichtend vorkommen sollte.
Zwei der behandelten Themen seien beispielhaft ausführlicher beschrieben:

Hirndoping: Lichtblick für unsere Leistungsgesellschaft oder nicht zu akzeptieren?
Medikamentöses „Dopen“ des Gehirns vor allem mit Ritalin ist weiter verbreitet, als viele wissen, auch unter Schülern und Studierenden. Unsere Runde zeigte sich von Beginn an skeptisch: Nach einigen informierenden Einspielern gab knapp die Hälfte an, auf keinen Fall dopen zu wollen, für die meisten anderen kommt Hirndoping nur in Lebenslagen in Frage, in denen sie besonders gefordert sind. Daraus ergab sich die Leitfrage nach der Akzeptanz des Hirndopings in unserer Gesellschaft gepaart mit entsprechender Forschung über die verfügbaren Neuroenhancer: Soll Forschung in diesem Sektor intensiv gefördert

werden? Ist es wünschenswert, dass es „normal“ und damit auch „bezahlbar“ wird, für Arbeit und Freizeit mit Pillen unser Hirn auf Leistung zu bringen? Oder sollen wir das Hirndopen genauso ächten, wie Dopen im Sport. Und, nicht zuletzt: Wie sieht es mit Alternativen aus?

Das medikamentöse Hirndoping wirkt meist über das „dopaninerge System“, das wir uns zunächst näher angeschaut hatten. In einigen Einspielern wurden vier pointierte Situationen herausgestellt, in denen Hirndoping in Frage kommen kann: Für Chirurgen bei überlangen Intensivoperationen, wenn „gute Laune“ Pflicht ist (Trauzeuge sein nach eigenem Ehekrach), im Prüfungsstress oder als medikamentöse Alternative zu intensiver Nachhilfe.
Aus den Einspielern haben wir Argumente herauskristallisiert, über die wir diskutiert und zuletzt Stellung bezogen haben. Hier die Ergebnisse:

Die Ziffern stehen für:

Ich stimme voll und ganz zu = 4 ..... Ich stimme im Wesentlichen zu = 3.

Ich stimme eher nicht zu = 2 ..... Ich stimme ganz und gar nicht zu = 1.

4 ..... 2,5 1

1	Um keine Vorurteile gegenüber den „Pillen fürs Gehirn“ zu schüren sollte man den Ausdruck „Neuroenhancement“ dem Ausdruck „Hirndoping“ vorziehen	**1,7**
2	Es sollte unbedingt eine gesellschaftliche Diskussion zum Thema Akzeptanz von Neuroenhancer geführt werden	**3,44**

Der Ausdruck „Neuroenhancement“ verschleiert die Tatsache, dass es sich um ein handfestes Doping handelt (Euphemismus). Die Diskussion sollte statt über das Hirndoping darüber geführt werden, ob wir die hohen Leistungserwartungen an die Einzelnen in dieser Weise befürworten, bzw. über mögliche Alternativen zu einer „Leistungsgesellschaft“.

4	Selbst wenn die Leistungsfähigkeit des Hirns gesteigert werden kann, ist es nicht auszuschließen, dass unter der Wirkung von Neuroenhancer gefällte Entscheidungen letztlich nicht die klügeren und tragfähigeren Entscheidungen sind. Da sich das Leben aber im Wesentlichen ohne gedopten Gehirn abspielt, sollten Neuroenhancer im Berufszusammenhang nicht eingesetzt werden.	**2,8**

Vorsicht vor „Kaffee-Entscheidungen“, die an den Möglichkeiten vorbeigehen – in nicht selten zu beobachtendes Phänomen!

7	Beispiel Chirurgie: Der Einsatz von Neuroenhancer sollte nur in Ausnahmefällen erlaubt sein. Die Entscheidung darüber sollte der betroffene Arzt selber fällen.	**3,6**
8	Beispiel Chirurgie: Der Einsatz von Neuroenhancer sollte für Ärzte vorgeschrieben werden, die langandauernde und komplizierte Operationen durchführen oder regelmäßig belastende berufliche Einsätze absolvieren, bei denen das Wohl der Patienten von der Leistungsfähigkeit des Arztes abhängt.	**2,56**

Die Gefahr besteht, dass für bestimmte Berufsgruppen die Einnahme von Neuroenhancern in Extremsituationen vorgeschrieben wird (beim Militär ist dies schon heute so). Dem sollte

man vorbeugen. Allerdings ist gerade in der Medizin das Wohl des Patienten mit in die Entscheidung einzubeziehen.

9	Schlechte Laune ist in vielen Lebenssituationen für die Mitmenschen eine Zumutung. Deshalb sollten wir eher Missstimmungen ächten, als die Einnahme von Stimmungs-Aufhellern.	**1,06**
10	Missstimmungen haben ihre Berechtigung und sollten im gesellschaftlichen Miteinander toleriert werden. Ein „Gute Laune Gesellschaft“ durch Pillen ist keine akzeptable Zukunftsvision.	**3,49**

Man muss bei diesem Thema unterscheiden zwischen einem „normalen“ Stimmungsspektrum und krankheitsbedingt depressiven Menschen. Diesen medikamentös zu helfen sollte selbstverständlich möglich sein.

Gerade in beruflichen Situationen sollte ein professioneller Umgang mit Emotionen erlernt werden, der nicht durch „Pillen“ erkauft ist. Der leichte Griff zur Glückspille würde diesen Lernvorgang unterbinden.

11	Hirndoping während Prüfungsvorbereitungen ist Betrug und sollte, wie beim Sport, verboten werden. Denn es geht in Prüfungen darum, die tatsächlichen Leistungen der Prüflinge und nicht eine künstlich gesteigerte abzufragen und zu bestätigen. Gedopt verschafft sich der Prüfling Vorteile für Bewerbungen, die seinem Leistungsvermögen nicht entsprechen und die er in Beruf oder Ausbildung ohne Enhancer nicht durchhalten kann. Entsprechende Dopingkontrollen sollten für die Einhaltung dieser Strategien sorgen.	**3,11**
12	Schlaumacher-Pillen vertuschen das wahre Leistungsvermögen „schlechter“ SchülerInnen. Deshalb sollte eher darüber nachgedacht werden, eine den Fähigkeiten des Betroffenen angemessene Ausbildung zu wählen, als durch Neuroenhancer kurzfristige Hilfe auf Kosten langfristiger Überforderung zu gewähren.	**3,22**
13	Sollten SchülerInnen in einzelnen Fächern ein Leistungsdefizit haben, sollte ihnen durch Einnahme von Neuroenhancer geholfen werden. Alles andere quält diese Menschen und ist daher nicht akzeptabel.	**1,12**

Die Teilnehmer waren sich einig, dass ein Verbot von Neuroenhancern in Prüfungssituationen abschrecken würde. Wenn mit Stichproben Exempel statuiert werden, könnte man dopingfreie Prüfungen durchsetzen. Das wäre auch denen gegenüber gerechter, die auf Hirndoping verzichten.

Das Problem liegt nicht unbedingt bei den Schülern, sondern womöglich im Bildungssystem, das alle über den gleichen „Leistungskamm“ schert. Die Pille lenkt von diesem Problem ab und ist damit kontraproduktiv. Dass die Pille gegenüber Nachhilfen relativ billig ist, birgt das Problem, dass sie anstelle geeigneter Fördermaßnahmen zum Einsatz kommt.
Auch Kaffee bzw. Koffein zählt zu den Neuroenhancern. So diskutierten wir darüber, ob und für wen die „Alltags-Hirn-Droge“ Kaffee für Schülerinnen und Schüler verboten gehört.

Das Statement einer Teilgruppe zu diesem Thema lautete:
„Man sollte ein Verbot für die Unter- und Mittelstufe einführen. Kinder, die Energiegetränke kaufen, sind meist unaufgeklärt über deren Wirkung und Folgen. Viele kaufen diese Getränke nicht wegen der „wach haltenden Wirkung", sondern wegen dem Gruppenzwang, um gut bei den Freunden anzukommen und sich erwachsen zu fühlen. – Die Oberstufe bzw. die Lehrer sind über die Wirkung und Folgen aufgeklärt und nehmen die koffeinhaltigen Getränke bewusst ein. Trotzdem finden wir, sollte die Einnahme nicht durch extra Kaffeemaschinen für SchülerInnen gefördert werden."

Abschließend zu diesem Thema haben wir uns mit Meditation als mentale Technik beschäftigt und die Frage gestellt, ob man Meditationstechniken als mentales Training in der Schule vermitteln sollte. Überraschend war, dass für die meisten das Thema Meditation weder religiös besetzt war, noch als kulturfremde fernöstliche Betätigung angesehen wurde, sondern zu seriösen mentalen Techniken zählt. Zwei Jahrzehnte Meditationsforschung im Rahmen der Neurobiologie scheinen das Meinungsbild diesbezüglich schon beeinflusst zu haben. Mit Vorbehalten vor allem bezüglich der Lehrerfortbildung in diesem Kontext wurde diese Frage grundsätzlich bejaht.

Abtreibung: Mord oder Recht der Frau?
Hat eine ungewollt Schwangere das Recht, die Schwangerschaft mit ärztlicher Hilfe zu beenden? Als ethisches Dilemma gehen in dieser Frage die Ansichten sehr weit auseinander. Denn zwei Rechte stoßen aufeinander: Das Selbstbestimmungsrecht der Frau und das Lebensrecht der Leibesfrucht. Einerseits müssen Menschen in einer Entscheidungssituation jeweils ihre eigene Antwort finden. Unser Rechtsstaat allerdings steht für alle verbindlich auf dem Boden unseres Grundgesetztes, das die Würde jedes Menschen für unantastbar erklärt. Aber: Ab welchem Zeitpunkt seiner Embryonal- und Fetalentwicklung ist der Mensch ein Mensch mit „unantastbarer Menschenwürde" im Sinne des Grundgesetzes? Ab wann also muss Abreibung in gleicher Weise verboten sein, wie eine Kindstötung vor dem Grundgesetz kein Bestand hat. Um hier abwägen zu können, haben wir uns zunächst intensiver mit der Entwicklung des Menschen vor der Geburt beschäftigt. Hier eine tabellarische Zusammenfassung:

~24 Stunden	**Befruchtung**: Komplexer Vorgang, Samenzelle → Ei (nun: Zygote), dann Abschluss der ersten Reifeteilung, dann zweite Reifeteilung → Polkörper entstehen, beide Kernmembrane lösen sich auf und ordnen sich in Äquatorialebene, erste Teilung der Zygote, zwei Tochterzellen mit
bis etwa 6. Tag	Blastocyste entsteht: Außen Trophoblast = ernährende Hülle, nach innen Embryoblast = hieraus entsteht der Embryo
5.-14. Tag	**Einnistung**: Trophoblast mit Embryoblast nistet sich in Gebärmutter ein. Aus Trophoblast und mütterlichem Uterusgewebe bildet sich mit der Zeit der Mutterkuchen
bis ~ 20. Tag	Bildung der Keimscheibe mit Ektoderm (später Haut und Nerven), Entoderm (später Verdauungsorgane) und Mesoderm (Muskeln, Herz-Kreislauf) zwischen Amnionbläschen und Dottersack
in vierter Woche	**Einfaltung des Embryo** → Embryonalkörper wird erkennbar, Nabelschnur und Fruchtwasserbläschen gliedert sich, Mutterkuchen erkennbar
sechste Woche	Wirbelsäule, Neuralrohr angelegt, Herztätigkeit beginnt
9. Woche	ab jetzt **Fetus**: Alle Organe angelegt
Ende 12. Woche	„Fristenlösung". Bis hier ist **Schwangerschaftsabbruch** straffrei möglich nach medizinischer, eugenischer oder sozialer bzw. ethischer oder kriminologischer Indikation
12. Woche	Geschlecht erkennbar
17. Woche	erste **Kindsbewegungen**
20 Woche nach Befruchtung	frühestes Frühchen, das überlebt hat (280g schwer, 2006). Überleben eigentlich erst nach der 21. Woche (23. Schwangerschaftswoche)
21.-24. Woche	**Kind reagiert auf äußere Reize**
25. Woche	Kind wiegt 500g: (Ab hier wird Fehlgeburt als gestorbener Mensch behandelt)
25.-28. Woche	Öffnen der Augenlieder
Ende 32. Woche	**Alle Organe vollständig entwickelt** (bis auf Lunge), ~1900g
vor 35. Woche (37. Schwangerschaftswoche)	Geburt wird als Frühgeburt behandelt
38. Woche (40. Schwangerschaftswoche)	durchschnittlicher **Geburtstermin**
10-14 Monate	Ein-Wort-Sätze, kann über Abwesende sprechen
1,5 Jahre	Kind besteht den „**Spiegeltest**"
2,5 Jahre	Gebrauch des Wortes „**Ich**"
11/13 bis 20 Jahre	Pubertät, auch Reifen des **präfrontalen Cortex** → Herausbilden individueller Persönlichkeit
18	**Volljährigkeit**, juristisch als Erwachsener behandelt
21	Abschluss des letzten Wachstumsschubes, bis 1972 Volljährigkeit!

Fett markiert sind in der Tabelle besondere Einschnitte im Laufe der Entwicklung. Der christliche und auch kirchliche Mainstream sieht mit dem Zeitpunkt der Befruchtung den Beginn der menschlichen Persönlichkeit. Dies ist einer der Gründe, warum jeder Schwangerschaftsabbruch grundsätzlich illegal ist, wenn er auch entsprechend der Fristenlösung bis Ende der 12. Woche straffrei bleibt.

Ein nächster wichtiger Schritt ist die Einnistung des werdenden Menschen in die Gebärmutter etwa am 6. Tag. Juristisch beginnt hiermit die Schwangerschaft – schon um zu vermeiden,

dass die Spirale als Verhütungsmittel verboten werden müsste, da sie unter anderem die Einnistung verhindert. Interessanterweise schätzt die medizinische Forschung[1], dass etwa jede zweite befruchtete Eizelle nicht zur Einnistung kommt. Theologisch müsste dies heißen, dass jeder zweite von Gott geschaffene Mensch in seinem Leben nur einige Zellteilungen „erlebt", was zumindest eine sehr merkwürdige Vorstellung ist.

Ein nächster Einschnitt in der Embryonalentwicklung stellt die Einfaltung dar, während der sich die drei Keimblätter differenzieren. Vorher werden ganz wesentlich die Hüllorgane wie die Fruchtblase gebildet. Kurze Zeit später sind alle Organe angelegt. Dies ist ein wichtiger Einschnitt, so spricht man von hier ab von einem Fetus. In diesem Zusammenhang beginnt auch das Herz zu schlagen: Ein sehr emotionaler Augenblick, wenn der Herzschlag im Ultraschall für die werdenden Eltern erstmals sichtbar wird.
Es folgen Kindsbewegungen, Reaktionen auf äußere Reize die auch von Lernvorgängen begleitet sind (Sprachenlernen). Schon bald ist das Entwicklungsstadium erreicht, ab dem ein Überleben im Rahmen der „Früchenmedizin" möglich ist – ein Thema, das uns im Anschluss beschäftigt hat.

Ab welchem Zeitpunkt soll nun der rechtliche Schutz des werdenden Menschen im Sinne des Grundgesetzes greifen? Die Positionen bei unseren Diskussionen lagen erwartungsgemäß deutlich auseinander. Es gab Äußerungen dahingehend, schon das Einsetzen des Herzschlages und das Anlegen des Neuralrohes als Zäsur zu sehen, womit schon ab der sechsten Woche der unbedingte Schutz des Fetus einsetzten würde. Die Erkennbarkeit des Geschlechtes in der 12. Woche wurde ebenfalls diskutiert, da wir uns sehr weitgehend über das Geschlecht definieren; oder die ersten Kindsbewegungen. Die deutliche Mehrheit sah den Termin, der durch die Fristenlösung vorgegeben ist, als guten Kompromiss.

Betrachtet man die Situation der werdenden noch unentschlossenen Mutter, so wurde ein Dilemma deutlich: Je früher man den Zeitpunkt des bedingungslosen Schutzes ansetzt, desto mehr bringt man die Schwangere zeitlich in Bedrängnis sich auf die neue Situation einzulassen. Wird man gezwungen, sehr schnell über eine mögliche Abtreibung zu entscheiden, ohne Zeit zu haben seine Lebenssituation neu zu bedenken und mit betroffenen Menschen im Umfeld zu sprechen, so kann es gerade daher dazu kommen, eine Abtreibung durchzuführen, was man später bereut oder mit mehr Zeit zu vermeiden gewesen wäre. Auch im Hinblick auf den Schutz des Kindes kann so es daher ratsam sein, diesen Termin nicht zu früh anzusetzen.

[1] Information des Universitätsklinikums Bonn, https://www.kinderwunsch-uk-bonn.de/wiederholte-fehlgeburten/haeufigkeit-von-fehlgeburten/ 05 2019

Fakt ist, dass jede Form der Abtreibung illegal ist. Dadurch fühlt sich die durchaus breitenwirksame religiös motivierte „Lebensschützer-Bewegung“ legitimiert, ihre Ansichten nicht nur im Rahmen von Kundgebungen zu verbalisieren – was ihr gutes demokratisches Recht ist – sondern sowohl Ärzte, die Abtreibungen durchführen, als auch betroffene Frauen sehr direkt in Bedrängnis zu bringen.[2] Dies bleibt nicht ohne Folgen: Die Zahl der Arztpraxen, die Abtreibungen durchführen, sank bundesweit von 2.000 (2003) auf 1200 (2018)! In diesem Kontext geriet im Frühjahr diesen Jahres der §219a (StGB) in die politische Diskussion, der Werbung für Schwangerschaftsabbrüche verbietet. – Was Arztpraxen unterstellt, mit dieser Leistung zu „werben“. Statt wie gefordert den Paragrafen zu streichen wurde er um einen Zusatz ergänzt, wonach ärztliche Einrichtungen auf diese Leistung hinweisen dürfen.
In unserer Diskussion waren wir uns einig, dass Abtreibung nicht eine nachgeschaltete Verhütungsmethode sein kann und realiter wohl auch selten ist. Es ist zu unterstellen, dass die wenigsten Frauen leichtfertig abtreiben.

Des Weiteren waren wir uns grundsätzlich einig, eine Abtreibung (bis zur 12. Schwangerschafts-woche) legalisieren zu wollen. Trotzdem formulierten einige, dass eine Beratungspflicht ein wichtiges Mittel sein kann, der Betroffenen in der sicherlich meist schweren Entscheidung mit Perspektiven und Erfahrungen zur Seite zu stehen. Vielleicht sollte man überlegen, ob Beratungsstellen in kirchlicher Trägerschaft sein sollten, die sich hier eindeutig gegen eine Abtreibung positionieren.

Oft hört man das Argument: Wenn die biografischen Vorzeichen für eine Kindheit und Jugend des werdenden Kindes sehr schlecht sind, ist es auch für das Kind besser, nicht geboren zu werden. Nach längerer Diskussion waren sich die Meisten einig, dass es einem Außenstehenden nicht zukommt, die Entscheidung der Betroffenen für oder gegen eine Abtreibung ethisch zu beurteilen oder verurteilen. Zu individuell können die biografischen Situationen sein die hier eine Rolle spielen.

Interessant war die Wendung, welche Rolle der werdende Vater spielen sollte oder darf. Nicht unmöglich ist die Situation, dass eine Schwangere abtreiben möchte, der Vater aber – z.B. aus religiösen Motiven – die Abtreibung nicht billigt und sich bereit erklärt, nach der Geburt für die Erziehung aufzukommen – notfalls als Alleinerziehender. In dieser Frage schieden sich die Geister: Wer mit einem Mann intim wird und ein Kind riskiert, hat zur Möglichkeit einer Kindschaft ja gesagt und sollte so dazu stehen, dass auch der werdende Vater ein Mitspracherecht hat. Andere beriefen sich darauf, dass die Hauptbürde der Schwangerschaft bei der Mutter liegt und dieser damit ein hauptsächliches Mitspracherecht eingeräumt werden sollte. Dies wäre ja auch im umgekehrten Fall so, wenn der Vater eine Abtreibung wünschen würde, die Schwangere dies aber nicht akzeptiert.

Gute und kontroverse Gespräche zu führen ist keine Selbstverständlichkeit. Wer die Kultur solcher Gespräche pflegt, wird sich zumeist bereichert fühlen. So ging es mir als Kursleiter nach unseren Gesprächsrunden. Dankbar blicke ich auf unseren diesjährigen Austausch zurück!

[2] Siehe Politmagazin Kontraste: https://www.youtube.com/watch?v=Ebvbv5y4UWg 04 2019

Biotechnologie: Restriktionsenzyme – spezifische molekulare Scheren zum Schneiden von DNA: Herstellung, Aufreinigung und Anwendung des Restriktionsenzyms EcoRV

Dr. Roland Studer – Justus-von-Liebig-Schule, Waldshut

Restriktionsenzyme erkennen und schneiden DNA an einer ganz bestimmten Stelle. Sie werden von Bakterien zur Abwehr von bakterienspezifischen Viren, den sogenannten Bakteriophagen, produziert. Die Restriktionsenzyme zerschneiden die DNA der Bakteriophagen und machen sie dadurch unschädlich. Damit die DNA der Bakterien nicht durch ihre eigenen Restriktionsenzyme zerschnitten werden kann, wird die Bakterien-DNA durch ein Enzym, einer sogenannten Methylase, so verändert, dass das entsprechende Restriktionsenzym die DNA nicht mehr schneiden kann. Aufgrund der hohen Spezifität mit der Restriktionsenzyme DNA schneiden, wurden sie zu wichtigen Werkzeugen der Gentechnik: DNA-Fragmente können dadurch gezielt aus einem Genom eines Organismus herausgeschnitten und mit Hilfe von weiteren Enzymen und Techniken in ein Genom eines anderen Organismus eingeschleust werden. Auf diese Weise konnten zum Beispiel Bakterien gentechnisch so verändert werden, dass sie menschliches Insulin produzieren. Darüber hinaus werden Restriktionsenzyme auf vielfältige Art und Weise in der Molekularbiologie verwendet: So zum Beispiel zum Nachweis einer genetisch bedingten Erkrankung oder zur Unterscheidung von Individuen durch den genetischen Fingerabdruck.

Neun SchülerInnen aus den Klassen 11, 12 und 13 der Gewerblichen Schule und der Justus-von-Liebig-Schule in Waldshut isolierten eines dieser Enzyme, das *EcoRV*-Restriktionsenzym, aus einem Bakterienstamm, reinigten es und überprüften dessen Aktivität.

Zur Vermehrung des „EcoRV-Bakterienstammes“ lernten die SchülerInnen zunächst grundlegende mikrobiologische Arbeitstechniken kennen: Herstellung von Agarnährböden und Nährflüssigkeiten, die durch Autoklavieren hitzesterilisiert wurden, das sterile Arbeiten unter einer Sterilwerkbank und das Beimpfen bzw. die Anzucht von Bakterien auf Agarnährböden bzw. Nährflüssigkeiten. Geeignete Agarnährböden wurden zunächst mit dem „EcoRV-Bakterienstamm“ zur Gewinnung von einzelnen Bakterienkolonien (siehe Abbildung 1a) beimpft, die dann in einer entsprechenden Nährflüssigkeit vermehrt

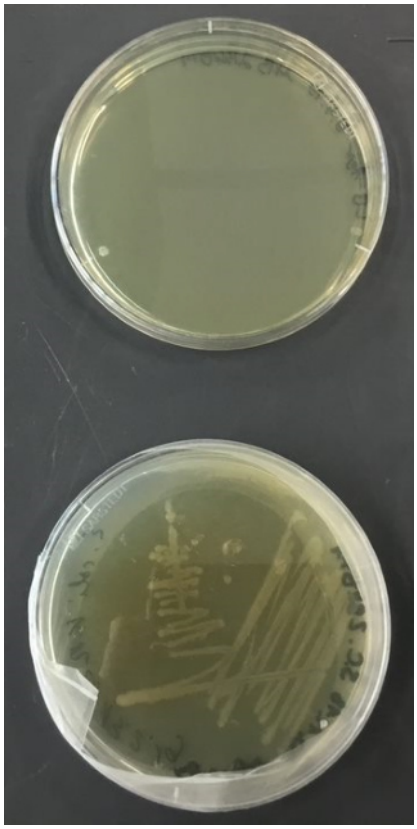


Abb. 1a:
Agarnährboden vor (oben) und nach (unten) Beimpfung mit dem „EcoRV-Bakterienstamm“

wurden (siehe Abbildung 1b). Die Anzucht des „EcoRV-Bakterienstammes“ erfolgte immer unter Zugabe der Antibiotika Ampicillin und Chloramphenicol, die zuvor den Agarnährböden bzw. Nährflüssigkeiten zugegeben wurden. Die beiden Antibiotika dienen dazu, dass der „EcoRV-Bakterienstamm“ die Plasmide mit den genetischen Informationen für das *EcoRV*-Restriktionsenzym und für die *EcoRV*-Methlyase behalten. Ein Plasmid ist eine zirkuläre DNA, das neben der genomischen DNA des Bakteriums zusätzliche genetische Informationen enthält. In unserem Fall befinden sich auf dem einen Plasmid-Typ die genetischen Informationen für die Ampicillin-Resistenz und für das *EcoRV*-Restriktionsenzym und auf dem anderen Plasmid-Typ die genetischen Informationen für die Chloramphenicol-Resistenz und für die *EcoRV*-Methlyase. Dadurch ist gewährleistet, dass nur solche „EcoRV-Bakterien“ auf einem Nährboden bzw. in einer Nährflüssigkeit überleben und sich vermehren können, die beide Plasmide mit den entsprechenden genetischen Informationen tragen. Andere Bakterien, die diese Plasmide nicht in sich tragen sterben unter der Ampicillin/Chloramphenicol-Selektion.

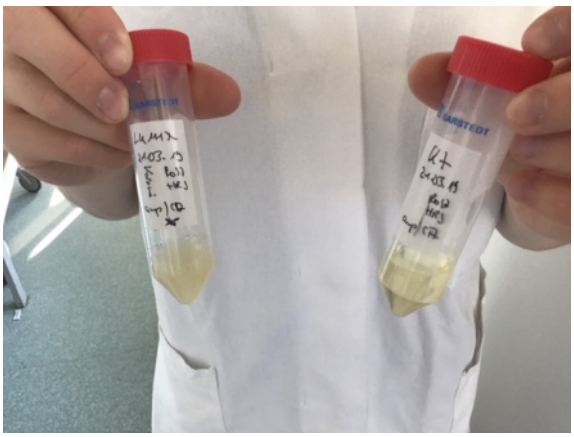


Abb 1b: Nährflüssigkeit vor (rechts, keine Trübung) und nach (links, Trübung) Beimpfung mit dem „EcoRV-Bakterienstamm“

Nach über Nacht-Wachstum des „EcoRV-Bakterienstammes“ in einer Nährflüssigkeit in einem Schüttelinkubator bei 37 °C, wurde mit einem Teil dieser Bakterien eine frische Nährflüssigkeit steril beimpft und für weitere Stunden die Bakterien bei 37 °C im Schüttelinkubator vermehrt. Mit Hilfe eines Fotometers wurde die optische Dichte der Bakterienkultur überprüft. Die optische Dichte ist ein Maß, wie stark die Bakterienkultur das eingestrahlte Licht einer bestimmten Wellenlänge absorbiert. Je mehr Bakterienzellen in der Nährflüssigkeit vorhanden sind, desto intensiver die Trübung (siehe Abbildung 1b) der Nährflüssigkeit und umso höher die Lichtabsorption. Nach Erreichen einer bestimmten optischen Dichte, wird durch Zugabe einer bestimmten Substanz zu der „EcoRV-Bakterien“-Suspension, die Expression des *EcoRV*-Restriktionsenzym-Gens angeschaltet, wodurch dessen Protein, das *EcoRV*-Restriktionsenzym, von den Bakterien durch weitere Inkubation im Schüttelinkubator bei 37 °C, gebildet wird. Vor dem Anschalten der Expression des *EcoRV*-Restriktionsenzym-Gens und am Ende der Expression wurde jeweils eine kleine Probe der Bakterienkultur entnommen, die Bakterien durch Zentrifugation von der Flüssigkeit getrennt, das Bakterienpellet gewaschen, in einem Puffer aufgenommen und bei -20 °C gelagert. Mit der restlichen Bakterienkultur wurde gleichermaßen verfahren und das Bakterienpellet bis zur Aufreinigung des *EcoRV*-Restriktionsenzymes bei -20 °C aufbewahrt.
Durch die Aufnahme der Bakterienpellet-Proben in einem Puffer, die vor und nach Anschalten der Expression des *EcoRV*-Restriktionsenzym-Gens aus der Bakterienkultur gewonnen wurden, und anschließendem Erhitzen auf 95 °C, wurden die bakteriellen Proteine freigesetzt. Zur Überprüfung, ob nach Anschalten der Expression des *EcoRV*-Restriktionsenzym-Gens unter den bakteriellen Proteinen das *EcoRV*-Restriktionsenzym vorhanden ist, wurde

ein Teil des Überstandes der vorbereiteten Proben nach Zentrifugation auf ein SDS-Polyacrylamidgel aufgetragen, um die Proteine, die zuvor durch das SDS (**S**odium**d**odecyl**s**ulfat) einheitlich entsprechend ihrer molekularen Masse negativ geladen wurden, in einem elektrischen Feld aufzutrennen. Diese Methode, bei der negativ geladene Proteine entsprechend ihrer molaren Masse durch Elektrophorese in einem Polyacrylamidgel im elektrischen Feld aufgetrennt werden, nennt man SDS-PAGE (**S**odium**d**odecyl**s**ulfat-**P**oly**a**crylamid**g**el-**e**lektrophorese). Dabei werden Proteine mit größerer molekularer Masse langsamer durch die Poren des Polyacrylamidgels transportiert als Proteine mit kleinerer molekularer Masse. Nach diesem Prinzip werden Proteine unterschiedlicher molekularer Masse voneinander getrennt. Abbildung 2 zeigt das Ergebnis der SDS-PAGE, nachdem die aufgetrennten bakteriellen Proteine durch einen Farbstoff angefärbt wurden und nun als einzelne Banden sichtbar werden.

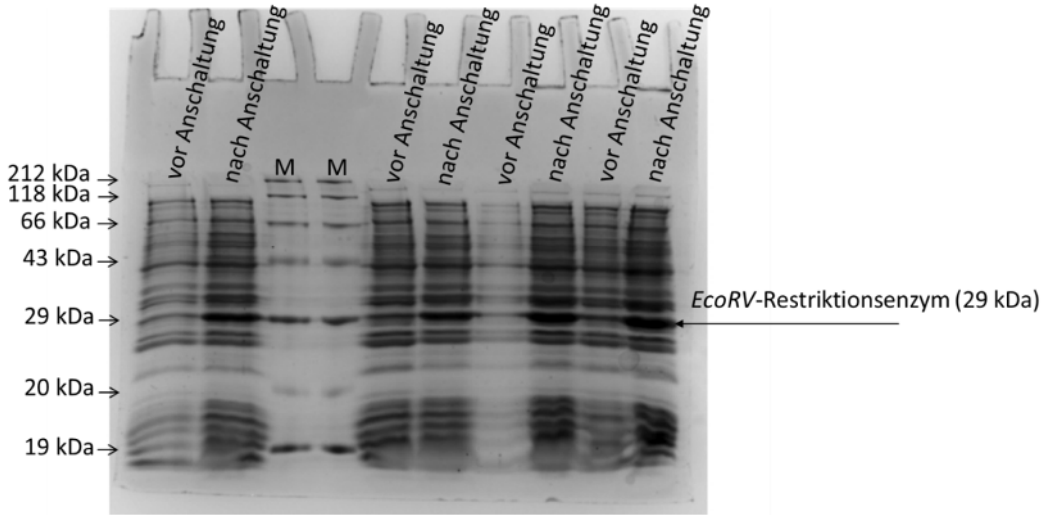


Abb. 2:

Auftrennung bakterieller Proteine durch SDS-PAGE, die vor und nach Anschaltung der Expression des *EcoRV*-Restriktionsenzym-Gens gewonnen wurden.

M: Proteinmarker mit Proteinen bekannter molekularer Masse, die am linken Rand für die jeweiligen Proteinbanden in kDa (**K**ilo**da**lton) angegeben sind.

Die zusätzliche Proteinbande bei 29 kDa in Abbildung 2 nach Anschalten der Expression des *EcoRV*-Restriktionsenzym-Gens zeigt, dass das *EcoRV*-Restriktionsenzym erfolgreich durch die Bakterien gebildet wurde. Die Proteinmarkerbanden dienen dabei zur Einschätzung der molaren Masse des *EcoRV*-Restriktionsenzyms.

Da nun nachgewiesen wurde, dass genügend *EcoRV*-Restriktionsenzym durch die Bakterien gebildet wurde, konnte jetzt das bei -20 °C aufbewahrte Bakterienpellet aufgearbeitet werden. Hierfür wurden Zellmembran und Zellwand der Bakterien durch Ultraschallbehandlung (siehe Abbildung 3b) mit einem Ultraschallgerät (siehe Abbildung 3a) zerstört, so dass sämt-

liche Zellinhaltsstoffe wie zum Beispiel die Proteine und damit auch das *EcoRV*-Restriktionsenzym freigesetzt wurden.

Abb. 3a:
Ultraschallgerät

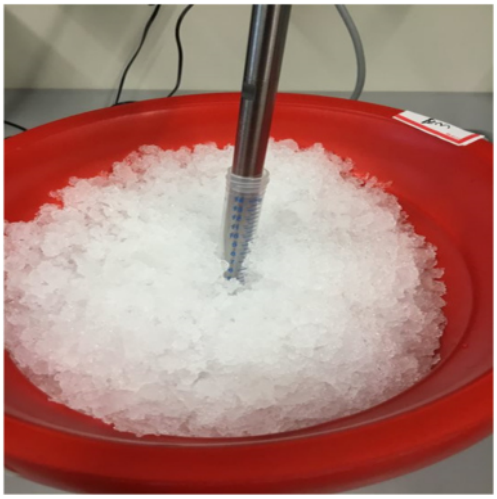


Abb. 3b:
Ultraschallbehandlung der in einem Aufschlusspuffer aufgenommenen Bakterienpellets auf Eis

In einem nächsten Schritt wurde das *EcoRV*-Restriktionsenzym von allen anderen bakteriellen Proteinen durch eine Affinitätschromatographie gereinigt. Bei dieser hier verwendeten Art von Affinitätschromatographie bindet das *EcoRV*-Restriktionsenzym spezifisch an eine zugesetzte Substanz. Alle anderen Proteine, die nicht oder weniger gut an der Substanz binden, werden durch mehrmaliges Waschen mit Hilfe eines Waschpuffers entfernt, indem die Substanz mit den gebundenen Proteinen durch Zentrifugation vom flüssigen Überstand getrennt wurde. Zum Schluss wird das *EcoRV*-Restriktionsenzym durch Zugabe eines sogenannten Elutionspuffers von der Substanz abgelöst und so ziemlich rein, von den anderen bakteriellen Proteinen getrennt, als sogenanntes Eluat gewonnen.

Der Erfolg der Aufreinigung des *EcoRV*-Restriktionsenzyms wurde mit Hilfe einer SDS-PAGE überprüft. Hierfür wurde nach jedem Schritt der Affinitätschromatographie eine Probe des jeweiligen flüssigen Überstandes entnommen und später auf ein SDS-Polyacrylamidgel aufgetragen. Abbildung 4 zeigt das Ergebnis der SDS-PAGE.

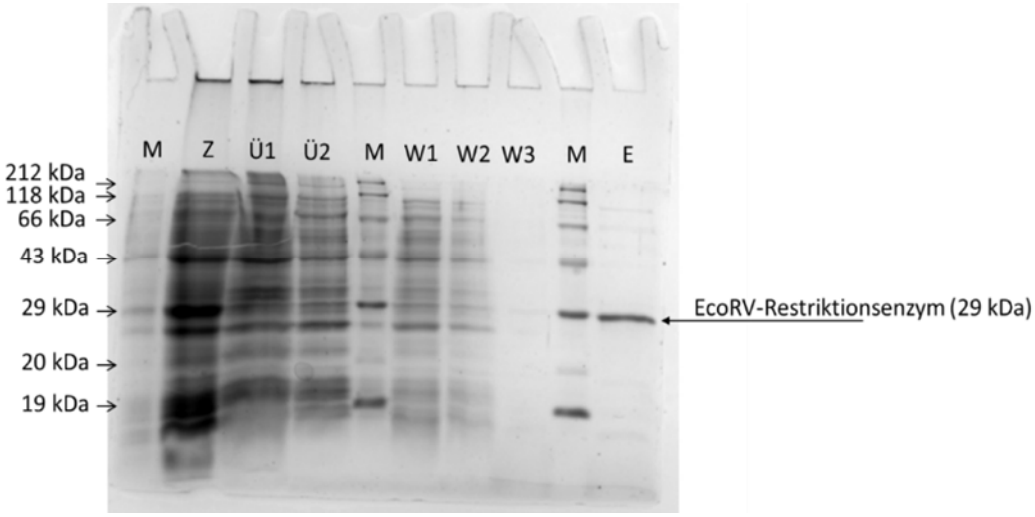


Abb. 4: Auftrennung bakterieller Proteine durch SDS-PAGE, die aus den einzelnen Schritten der Affinitätschromatographie gewonnen wurden.

M:	Proteinmarker mit Proteinen bekannter molekularer Masse, die am linken Rand für die jeweiligen Proteinbanden in kDa (**K**ilo**da**lton) angegeben sind.
Z:	Flüssiger Überstand nach Zentrifugation der durch Ultraschallbehandlung zerstörten Bakterien.
Ü1, Ü2:	Flüssiger Überstand nach Mischen mit der Chromatographie-Substanz.
W1, W2, W3:	Flüssiger Überstand nach Zugabe von Waschpuffer.
E:	Flüssiger Überstand nach Zugabe von Elutionspuffer (Eluat).

Der Vergleich der Banden der Proteinspuren „Z“ mit „Ü1“ bzw. „Ü2“ zeigt, dass die bei Proteinspur „Z“ vorhandene prominente Proteinbande bei 29 kDa in „Ü1“ bzw. „Ü2“ nahezu verschwunden ist. Dies bedeutet, dass das Protein mit der molaren Masse von 29 kDa, das dem *EcoRV*-Restriktionsenzym entspricht, nahezu vollständig an die Chromatographie-Substanz gebunden hat. Nach mehrmaligem Waschen der Chromatographie-Substanz mit dem Waschpuffer werden unspezifisch gebunden Proteine von der Chromatographie-Substanz abgelöst, die sich als Proteinbanden in den Proteinspuren „W1“, „W2“ und „W3“ zeigen. Schließlich wird durch Zugabe eines Elutionspuffers das *EcoRV*-Restriktionsenzym nahezu frei von Proteinverunreinigungen von der Chromatographie-Substanz gelöst, wie die prominente Proteinbande bei 29 kD in Proteinspur „E“ zeigt. Der *EcoRV*-Restriktionsenzym-Lösung wurde als Gefrierschutz Glycerin zugegeben und dann bei -20 °C gelagert.

Die Aktivität des präparierten *EcoRV*-Restriktionsenzyms wurde im Vergleich zu einem gekauften *EcoRV*-Restriktionsenzym nachgewiesen, indem eine bestimmte DNA (λ-DNA) in spezifische Fragmente geschnitten wurde. Diese negativ geladenen DNA-Fragmente wurden dann mit Hilfe eines Agarosegels entsprechend ihrer Längen im elektrischen Feld aufgetrennt und mit einem Farbstoff, der an die DNA bindet, im UV-Licht als DNA-Banden sichtbar gemacht. Diese Methode zur Auftrennung von DNA-Fragmenten nennt man Agarosegelelektrophorese, wobei längere DNA-Fragmente langsamer durch die Poren des Agarosegels transportiert werden als kürzere DNA-Fragmente. Abbildung 5 zeigt das Ergebnis der Agarosegelelektrophorese.

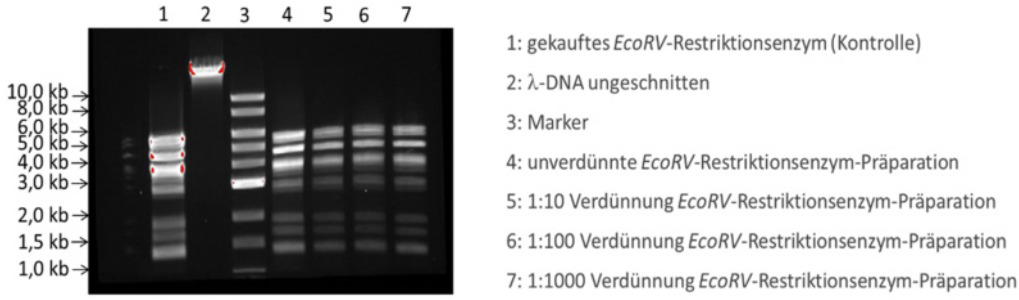


Abb. 5: Auftrennung der durch *EcoRV*-Restriktionsenzym-Verdau entstandenen λ-DNA -Fragmente im Vergleich zu ungeschnittener λ-DNA.

Marker (3): DNA-Marker mit DNA-Fragmenten bekannter Länge, die am linken Rand für die jeweiligen DNA-Banden in kb (**K**ilo**b**asen) angegeben sind.

Der Vergleich der DNA-Spuren 1, 4, 5, 6 und 7 mit der DNA-Spur 2 zeigt, dass alle *EcoRV*-Restriktionsenzym-Ansätze die λ-DNA vollständig geschnitten haben und damit alle zu erwartenden DNA-Fragmente vorhanden sind. DNA-Spur 2 zeigt die λ-DNA in intakter, ungeschnittener Form, d.h. wie erwartet ist auch nur eine Bande im hochmolekularen Bereich vorhanden. Der Vergleich der DNA-Spuren 1 mit 4, 5, 6 und 7 zeigt aufgrund des gleichen DNA-Fragmentmusters, dass das von den SchülerInnen präparierte *EcoRV*-Restriktionsenzym genauso gut und vollständig λ-DNA schneidet, wie ein gekauftes *EcoRV*-Restriktionsenzym und dies auch noch bei einer Verdünnung von 1:1000. Die SchülerInnen haben damit bewiesen, dass das gesamte Präparationsverfahren hinreichend schonend und die Konzentration und die Reinheit der *EcoRV*-Restriktionsenzym-Präparation so hoch ist, dass die Aktivität des Enzyms auch bei einer 1:1000-Verdünnung nicht eingeschränkt ist.

Während des Projektes konnte ich feststellen, dass den SchülerInnen vor allem das praktische Arbeiten in der Gruppe Spaß bereitet hat. Die meisten SchülerInnen waren sehr interessiert, motiviert und unterstützten sich gegenseitig, wenn Probleme auftauchten. Ohne Notendruck in entspannter Atmosphäre, weitgehend eigenverantwortlich arbeiten zu können, haben alle TeilnehmerInnen dieses Projekts sehr geschätzt, auch wenn immer wieder zusätzliche Stunden notwendig waren, um die laufenden Experimente zu vollenden und andere wiederum vorzubereiten.

Dr. Roland Studer

Chemie: Chemische Prozesse in Natur und Mensch

Sarah Conrad – Hochrhein-Gymnasium Waldshut

Allgemeines

Auch im Schuljahr 2018/2019 fand am Hochrhein-Gymnasium wieder eine Chemie-AG für Oberstufenschülerinnen und -schülern statt, die Interesse am wissenschaftlichen Forschen und Arbeiten haben. Dazu versammelte sich jeden Freitagnachmittag eine kleine, sehr motivierte Gruppe aus insgesamt fünf Schülerinnen und Schülern des Hochrhein-Gymnasiums. In diesem Schuljahr sollte die Betrachtungsweise der Inhalte und das Forschen an chemischen Fragestellungen projektorientiert stattfinden. So hat jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer zu seinem Interessensfeld eine Fragestellung gefunden, sodass die Motivation zusätzlich gesteigert werden konnte.

Die Inhalte der AG bezogen sich größtenteils auf chemische Prozesse in der Natur und Prozesse, die ausgehend von pflanzlichen Stoffen durchgeführt werden können. Zu chemischen Prozessen im und am Menschen ist den Teilnehmerinnen und Teilnehmern keine geeignete Erforschungsmethode eingefallen.

Themen

Nachdem die notwendigen Sicherheitsregeln und das Verhalten im Gefahrenfall geklärt waren, sammelten die Schülerinnen und Schüler zunächst ihre Interessensgebiete, konnten somit passende Arbeitsgruppen bilden und beginnen ihre Forschungsfragen zu konkretisieren. Dabei lernten sie gleich verschiedene Arbeitsweisen des naturwissenschaftlichen Arbeitens kennen.

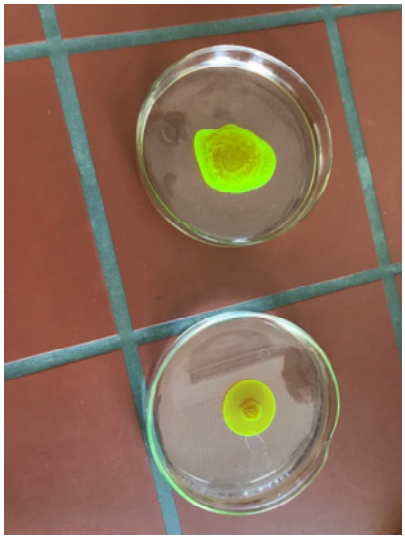
Eine Projektgruppe spezialisierte sich auf die Herstellung von Biosdiesel aus Algen. Unter Zuhilfenahme vieler wissenschaftlicher Paper wurde dazu zunächst ein Ablaufplan formuliert bevor die bestmögliche Apparatur bzw. das bestmögliche Ausgangsmaterial gewählt wurde. Da die AG im Rahmen des Hochrhein-Seminars in den Räumlichkeiten einer Schule stattgefunden hat, mussten selbstverständlich alle geltenden Sicherheitsbestimmungen in der Schule eingehalten werden. Jeder einzelne Teilversuch musste somit von der Gruppe einer Gefährdungsbeurteilung unterzogen werden. Um diese adäquat durchführen zu können, mussten alle chemischen Schritte der einzelnen Mechanismen durchdrungen werden und mögliche Nebenprodukte mit einbezogen werden.
Als bestmögliche Alge wurde die *chlorella vulgaris* identifiziert. Leider erschien es sehr schwierig diese Alge als ausgewachsene Pflanze zu erwerben, sodass ein Schritt vorher begonnen werden musste und ein Zuchtansatz gewählt wurde. Auch die Frage nach der Art und Weise der Züchtung dieser Alge wurde wissenschaftlich hinterfragt. Um die benötigten Bedingungen über einige Wochen zu erhalten, musste eine weitere Apparatur entwickelt werden.

Aus der gewachsenen Alge sollte mit Hilfe einer Extraktionsapparatur das Pflanzenöl gewonnen werden. Bei diesem Versuch wurde ein Alkan ein Lösungsmittel gewählt, welches im Anschluss aus dem Gemisch entfernt werden musste.
Leider bestand diese Forschungsgruppe ausschließlich aus angehenden Abiturientinnen und

Abiturienten, sodass ab einem gewissen Zeitpunkt die Motivation gesunken war und die Arbeit nicht zu Ende gebracht wurde. Trotzdem haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer neben den konkreten Inhalten und Wissen über naturwissenschaftliches Arbeiten mitgenommen.

Eine weitere Gruppe beschäftigte sich mit der leuchtenden Blume. Ziel war es dabei eine Pflanze mit Zusätzen über das Wasser, die Umgebungsluft oder auch direkt gespritzt so zu verändern, dass sie fluoreszierende Eigenschaften aufweist.

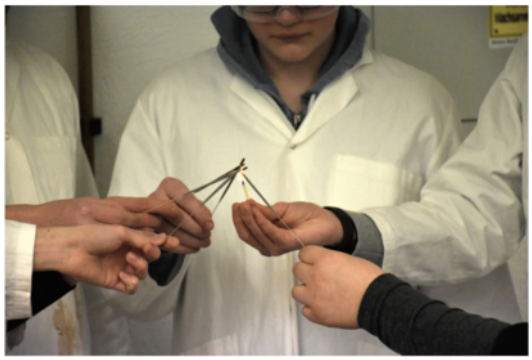
Ähnlich wie auch bei der oben beschriebenen Gruppe wurde hier ebenfalls viel Literatur gesichtet und versucht bestmögliche Bedingungen für die Experimente herauszulesen. Schnell wurde klar, dass zur Überprüfung ggf. auftretenden Farbveränderungen in der Blüte eine weiße Blume von Vorteil wäre, es wurde eine Margerite gewählt. Auch der fluoreszierende Stoff musste gewisse Eigenschaften mitbringen, sodass die Versuche überhaupt Aussicht auf Erfolg haben. So musste es sich dabei um einen wasserlöslichen Stoff handeln, damit überhaupt eine Lösungsmöglichkeit in der Pflanze besteht, und es darf natürlich kein giftiger Stoff sein, damit dieser in der Schule eingesetzt werden kann.



Die Wahl der Gruppe viel auf Uranin. Bei diesem Versuch wurden Natriumhydroxid und Fluorescein in Wasser gelöst und anschließend vorsichtig eingeengt, da sich Uranin bei 300 °C zersetzt. Mit diesem Uranin wurden verschiedene Versuchsreihen gestartet. Dazu zählte der Versuch Uranin in Wasser zu lösen und mit dem Gemisch die Pflanze zu gießen und auch die Pflanze in regelmäßigen Abständen mit einem solchen Gemisch direkt unterhalb der Blüte zu spritzen.

Die Versuchsfortschritte wurden jeweils in regelmäßigen Abständen unter UV-Licht überprüft.

Tag der offenen Tür



Die Projektgruppen beschäftigten sich gerade zu Beginn lange mit Literatur- und Vorbereitungsarbeiten, sodass der anstehende Tag der offenen Tür am Hochrhein-Gymnasium eine gern gesehene Unterbrechung darstellte. Die AG-Teilnehmerinnen und Teilnehmer bereiteten anschauliche Show-Experimente vor, erprobten sie in der AG, stellten eine geeignete Reihenfolge auf und präsentierten diese während einer Chemie-Show an dem besagten Abend mehrfach vor einem großen und sehr zufriedenem Publikum. Das Interesse an der Chemie konnte wunderbar an die zukünftigen Fünftklässler und ihre Eltern übermittelt werden. Sie erhielten alle viele positive Rückmeldungen, wodurch auch ihr Selbstbewusstsein gestärkt wurde.

Informatik: Einführung in die Programmierung mit C++ und Anwendungen, insbesondere in der Mathematik

Dipl.-Math. techn. Michael Verderber, - Technisches Gymnasium Waldshut

Erste Schritte

Die Schüler experimentierten zunächst mit C++ und den verschiedenen Datentypen, besonders den verschiedenen Arten von Ganz- und Gleitkommazahlen. Hier ein einfaches Programm für die Addition zweier vorzeichenbehafteter ganzer Zahlen:

```
#include <iostream>
int main()
{    int x;
     int y;
     int ergebnis;
     std::cout << "Erste Zahl eingeben: " << std::endl;
     std::cin >> x;
     std::cout << "Zweite Zahl eingeben: " << std::endl;
     std::cin >> y;
     ergebnis = x + y;
     std::cout << "Ergebnis: " << ergebnis << std::endl;
     return 0;
}
```

Dieses Programm konnte zu einem einfachen Taschenrechner ausgebaut werden, bei dem noch ein Zeichen für die Verknüpfung (+, –, *, /) eingegeben werden konnte. Dafür wurden bereits Verzweigungsbefehle (if-else) gebraucht.

Ein Ausflug in die Zahlentheorie

Schleifen sind Anweisungen, mit denen man bestimmte Befehle beliebig oft wiederholen kann. Dazu wird bei jedem Schleifendurchlauf eine Bedingung geprüft, die angibt, ob die Schleife weiter durchlaufen werden soll.

Eine Anwendungsmöglichkeit besteht darin, die Teiler einer Zahl zu bestimmen, indem man einfach durch alle in Frage kommenden Zahlen teilt und untersucht, ob die Division aufgeht. C++ stellt erfreulicherweise als „fünfte Grundrechenart“ den Divisionsrest bei der Teilung ganzer Zahlen bereit. Das Symbol hierfür ist das Prozentzeichen. Zum Beispiel liefert 23 % 7 den Wert 2, weil 23 : 7 = 3 Rest 2 ist. Wenn der Rest 0 herauskommt, geht die Division auf, und ein Teiler ist gefunden.

Das folgende Programmbeispiel für vorzeichenlose ganze Zahlen gibt die Teiler der eingegebenen Zahl *p* in einer Reihe hintereinander aus:

```
#include <iostream>
int main()
{   unsigned int p;
    std::cout << "Zahl eingeben: " << std::flush;
    std::cin >> p;
    std::cout << "Die Teiler der Zahl " << p
              << " sind: " << std::flush;
    for (unsigned int i = 1; i <= p; ++i)
    {   if (p % i == 0)
        {    std::cout << " " << i << std::flush;
        }
    }
    return 0;
}
```

Dieses einfache Programm lässt sich natürlich noch verbessern. Für die Suche nach Primzahlen, also natürlichen Zahlen, die lediglich die Eins und sich selbst als Teiler besitzen, konnte dieses Programm weiter abgewandelt werden.

Alternativ konnte man das seit der Antike bekannte „Sieb des Eratosthenes“ verwenden. Hierzu wurde beispielsweise eine Liste der Zahlen von 1 bis 1000 angelegt, und dann wurden alle Vielfachen der Zahlen 2, 3, 5, 7 und so weiter gestrichen (die 4 und die 6 sind hier bereits mitsamt Vielfachen gestrichen worden, brauchen also nicht erneut untersucht zu werden). Die verbleibenden Zahlen sind die Primzahlen unter 1000. Dieses Verfahren brauchte bereits kombinierte Datentypen wie Felder und so weiter.

Die Teilerbestimmung ließ sich auch verwenden, um „vollkommene Zahlen“ (Zahlen, die gleich der Summe ihrer kleineren Teiler sind) oder „befreundete Zahlen“ (Zahlen, die gegenseitig die Summe ihrer kleineren Teiler bilden) zu suchen.

Das Ziegenproblem als Kür

Für die Interessierten gab es zu den Weihnachtsferien als ein „Extrablatt“ das Übungsblatt zum so genannten Ziegenproblem, bei dem man mit Zufallszahlen und statistischen Fragen experimentieren konnte. Das Ziegenproblem behandelt die Frage, ob scheinbar belanglose Zusatzinformationen tatsächlich die Wahrscheinlichkeiten verändern können.
Man stelle sich eine Unterhaltungssendung im Fernsehen vor, bei welcher ein Kandidat eine von drei Türen auswählen soll. Hinter einer der Türen befindet sich der Hauptgewinn, hinter den anderen befinden sich Ziegen als Nieten. Nehmen wir nun an, der Kandidat entscheide sich für eine bestimmte Tür. Dann fragt der Moderator: „Sind Sie sich wirklich sicher? Ich zeige Ihnen etwas.“ und öffnet eine der beiden anderen Türen, und siehe da, es befindet sich eine meckernde Ziege dahinter! Und jetzt fragt der Moderator: „Wollen Sie sich nicht vielleicht doch anders entscheiden?“ Was sollen Sie tun?
Die nahe liegende Lösung ist, dass die Entscheidung egal ist, weil die beiden verbleibenden Türen gleich wahrscheinlich den Hauptgewinn verbergen. Unter bestimmten Annahmen hingegen, deren wichtigste diejenige ist, dass der Moderator genau weiß, wo der Hauptgewinn liegt, und immer eine Tür mit einer Ziege öffnet, erweist es sich als vorteilhaft, zu wechseln, weil man dann die Gewinnwahrscheinlichkeit auf zwei Drittel erhöhen kann. Tat-

sächlich bestätigt sich diese Ergebnis in den Simulationen, wenn man die Annahmen hineinsteckt.

Mit Brüchen zur objektorientierten Programmierung

Die objektorientierte Programmierung erlaubt es, eigene, neue Datentypen zu definieren, die bestimmte Eigenschaften und Fähigkeiten mitbringen. Solche Datentypen sind ein Gesamtpaket – Klasse genannt – aus Daten, die man üblicherweise geheimhält, damit sie nicht in unvorhersehbarer Weise verändert werden können, und Unterprogrammen, welche sich um das Ändern und Abfragen der Daten kümmern und die Arbeit damit erlauben.
Im Kurs ging es um einen Datentyp für Brüche ganzer Zahlen, welcher die Regeln der Bruchrechnung beherrschen und stets gekürzte und eindeutig dargestellte Brüche liefern sollte. Dieser Bruch-Datentyp wird zunächst so definiert, dass jeder einzelne Bruch eine Variable für den Zähler und eine für den Nenner hat; diese Variablen sind von außen nicht sichtbar (privat):

```
class Bruch
{   private:
        int z; // Zähler
        int n; // Nenner
    …
};
```

Als nächstes fügt man der Klasse eine Reihe nützlicher Unterprogramme hinzu, um Brüche in gekürzter Form erstellen zu können; sie sind in der Regel öffentlich und damit verwendbar. Hier ein kleiner, vereinfachter Auszug:

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>
class Bruch
{   … // Zähler und Nenner wie gehabt.
    public:
        // Größten gemeinsamen Teiler bestimmen:
        static unsigned int ggT(int a, int b)
        {   unsigned int m = std::abs(a);
            unsigned int n = std::abs(b);
            unsigned int rest;
            if ( n == 0 )
            {    return m;
            }
            else
            {   do
                {   rest = m%n;
                    m = n;
                    n = rest;
                } while (rest != 0);
                return m;
            }
        }
        void kuerzen()
        {   unsigned int teiler = ggT(z, n);
            z /= static_cast<int>(teiler);
            n /= static_cast<int>(teiler);
            return;
        }
        void normalisieren()
        {   …
            kuerzen();
            …
            return;
        }
        …
        // Konstruktor, erzeugt einen Bruch:
        Bruch(int zaehler, int nenner)
        : z(zaehler), n(nenner)
        {   normalisieren();
            return;
        }
        …
        // Addition zweier Brüche:
        Bruch operator +(Bruch arg) const
        {    return Bruch(z*arg.n + arg.z*n, n*arg.n);
        }
        …
}
```

Der größte gemeinsame Teiler zweier ganzer Zahlen wird mit dem Euklidischen Algorithmus bestimmt, welcher seit der Antike bekannt ist. Der größte gemeinsame Teiler des Zählers und des Nenners wird zum Kürzen eines Bruches verwendet. Das Normalisieren sorgt überdies dafür, dass der Nenner positiv wird und das Vorzeichen des Bruches am Zähler ablesbar ist. Ein normalisierter Bruch hat eine eindeutige Darstellung, was Vergleiche erleichtert.

Der hier dargestellte „Konstruktor“ erlaubt es, einen normalisierten Bruch aus zwei Zahlen

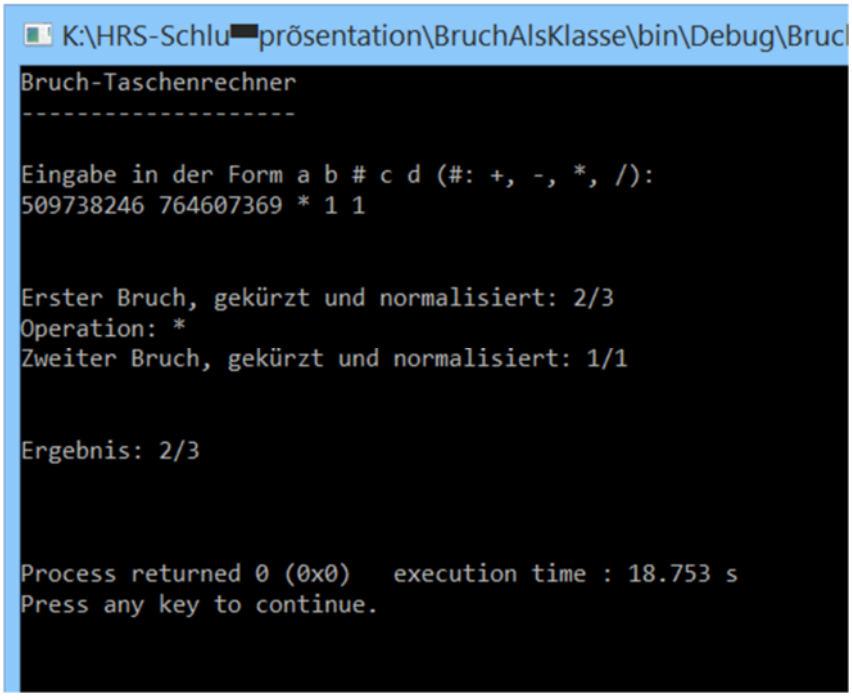
für den Zähler beziehungsweise Nenner zu erzeugen.
Als Besonderheit der Programmiersprache C++ kann man die Verknüpfungssymbole +, –, *, / und etliche mehr auch auf Brüche anwenden; hier wird eine Möglichkeit gezeigt, das Pluszeichen für die Addition zweier Brüche zu definieren.
Gehen wir noch einmal zurück zu unserem ersten Programm! Was müssen wir nun ändern, damit wir mit Brüchen anstelle von ganzen Zahlen rechnen können? Ganz einfach:

1. Wir kopieren unsere Bruch-Klasse vor das dortige Hauptprogramm main().
2. Wir ersetzen im Hauptprogramm main() überall das Schlüsselwort int durch Bruch.

Und ganz entsprechend lässt sich unser Gleitkommazahlen–Taschenrechnerprogramm in einen Bruch-Taschenrechner verwandeln.

Abschluss

Für die Schlusspräsentation griffen die Schüler das Ziegenproblem wieder auf und stellten in einem kurzen Schauspiel die bereits beschriebene Fernsehunterhaltungssendung nach, wobei die Türen ebenfalls durch Schauspieler dargestellt wurden. Dem Moderator wurde eine von einem Menschen gespielte KI zur Seite gestellt, welche die mathematischen Hintergründe erläutern sollte. Leider verwendete die KI nur ungekürzte Brüche in ihren Erläuterungen. Als der Moderator sie zum Kürzen aufforderte, war die KI dem nicht gewachsen, stürzte ab und gab nur noch sinnlose C++-Befehle von sich. Somit musste zum Bruch-Taschenrechner gegriffen werden.



Dennoch schaffte es der Kandidat, sich den Hauptgewinn zu sichern, der sich allerdings als ein ganz primitives C++-Programm erwies, auch zur Enttäuschung des Publikums. Denn dieses unter dem Namen „Hallo Welt“ bekannte Programm für Anfänger gibt nur einen Grußtext aus und tut sonst gar nichts.

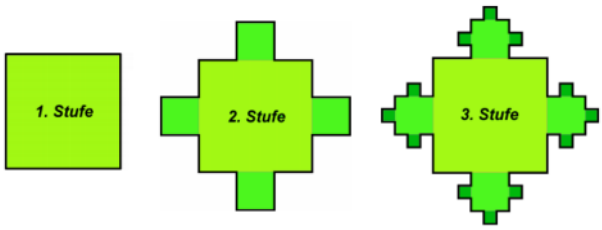
Mathematik: Angewandte Mathematik -

Von der Quadratpflanze zum Apfelmännchen

Harald Richter – Klettgau-Gymnasium Tiengen

Jean-Jacques Rousseau schrieb einmal: “Die Mathematik ist eine Art Spielzeug, welches die Natur uns zuwarf zum Troste und zur Unterhaltung in der Finsternis.“ Die finsteren Zeiten Rousseau`s haben wir hinter uns gelassen und auch die Mathematik hat in den letzten Jahrhunderten viel dazu beigetragen, das Dunkel der Unkenntnis zu erhellen. Aber kann Mathematik ein Spielzeug sein?

Zu Beginn des Schuljahres wandten wir uns einer Aufgabe aus dem Landeswettbewerb „Das Problem des Monats“ zu. Die Quadratpflanze wächst und wächst stufenweise.



Spielend leicht gelang es, für die ersten Stufen, den Umfang und den Flächeninhalt zu berechnen. Wie sieht es aber nach der 4.,5.,6.,…… oder sogar der n-ten Stufe aus? Statt Zahlen wurden Variablen benutzt. Die Entwicklung von Umfang und Flächeninhalt wurde als Folge dargestellt. Jetzt konnte untersucht werden, ob es Schranken oder Grenzwerte gibt. Die Teilnehmer erkannten recht schnell, dass der Umfang der Pflanze mit fortlaufendem Wachstum unendlich groß wird, der Flächeninhalt aber einem Grenzwert zustrebt.

Mit Hilfe der Begriffe: „Unendlichkeit“, „Schranke“ und „Grenzwert“ wurden dann weitere Folgen und Reihen untersucht. Wir untersuchten zum Beispiel die Entwicklung der harmonischen Reihe für wachsende Zahlen n.

$$\sum_{k=1}^{n} \frac{1}{k} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \cdots + \frac{1}{n}$$

Man vermutet erstmal, dass die Reihe beschränkt ist, da die Summanden immer kleiner werden. Aber schon Jakob Bernoulli zeigte 1689 mit Hilfe einer geschickten Zusammenfassung der Summanden, dass diese Reihe keinen Grenzwert haben kann, also ins Unendliche wächst.

Im Folgenden bot es sich an, auf verschiedene Beweisverfahren einzugehen. Direkte und indirekte Beweise und auch das Verfahren der vollständigen Induktion standen im Mittelpunkt.

Bei diesen Betrachtungen stießen wir auf das Paradoxon des Zenon von Elea. Er formulierte folgende Aussage:

„Achilles der große Krieger läuft mit einer Schildkröte um die Wette. Da Achilles etwa zehnmal schneller läuft als die Schildkröte bekommt sie einen Vorsprung von 100 m. Zenon behauptet, dass Achilles die Schildkröte nie einholt, weil er der Schildkröte im Wettkampf sehr nah kommt, sie aber nie er-

reicht. Immer wenn Achilles Stück vorankommt, ist die Schildkröte schon ein kleines Stück weiter. Wenn Achilles den Startpunkt der Schildkröte erreicht hat, ist diese bei 111 m und so weiter. Zenon schlussfolgerte daraus, dass Achilles der Schildkröte beliebig nahe kommt, sie aber nie vollständig erreicht. Ein winziges Stück bleibt sie immer vor ihm.“

Wir alle können uns vorstellen, dass Achilles die Schildkröte einholt. Aber wo ist der Widerspruch in der Aussage des Zenon?

Und dann gab es noch die Geschichte vom Wanderer und der Amsel:
Ein Spaziergänger will von Punkt A zum 5 km weit entfernten Punkt B gehen. Auf seinem Wanderhut sitzt eine Amsel, bereit, ebenfalls nach B zu fliegen. Der Spaziergänger geht mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit von 5 km/h, während die Amsel mit der zehnfachen Geschwindigkeit fliegt. In dem Moment, da der Fußgänger zu seiner Wanderung nach B aufbricht, erhebt sich auch die Amsel von seinem Hut. Wenn die Amsel bei B angekommen ist, dreht sie sofort um und fliegt zum Wanderer zurück.
Ist die Amsel beim Wanderer, der inzwischen seinerseits ein Stück Weg zurückgelegt hat, angekommen, dreht sie sofort wieder um, fliegt nach B, dreht dort um, fliegt bis zum - inzwischen noch näher gekommenen - Spaziergänger usw. usf. - bis schließlich auch der Wanderer bei B angekommen ist.
Die Frage lautete nun: Wieviel Kilometer hat die zwischen dem festen Punkt B und dem ständig sich verändernden Punkt F (gleich Fußgänger) hin– und herpendelnde Amsel zurückgelegt?
Wir haben da verschiedene Lösungsansätze gefunden.
Irgendwann tauchten Fragen auf wie diese: „Warum ist π eine irrationale Zahl?“ oder „Woher kommt eigentlich die Eulersche Zahl e?“ Auch hier schauten wir uns verschiedene Grenzwertbetrachtungen und die Kettenbruchentwicklungen an.

e = 2,71828 18284 59045 23536 02874 71352 66249 77572 47093 69995 …

$$e = 2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{2}{3 + \cfrac{3}{4 + \cfrac{4}{5 + \cfrac{5}{6 + \cfrac{6}{7 + \cfrac{7}{8 + \cdots}}}}}}}}$$

Steckt da nicht eine wundersam anmutende Ordnung drin?

Um Ordnungsprinzipien ging es auch bei der Betrachtung mathematischer Modelle in der Physik. Aus den Newtonschen Axiomen leiteten wir Bewegungsgleichungen her, berechneten Gravitationsfelder und Potentiale. Aus der speziellen Relativitätstheorie wählten wir als Schwerpunkte: Zeitdilatation, Längenkontraktion und Relativität der Masse.
Über die Frage nach der Lösbarkeit quadratischer, kubischer Gleichungen und Gleichungen

„Jedes Polynom $f(z)$ vom Grad n $(n \geq 1)$ hat in $\mathbb{C}$ genau n Nullstellen, wobei mehrfache Nullstellen entsprechend oft zu zählen sind.

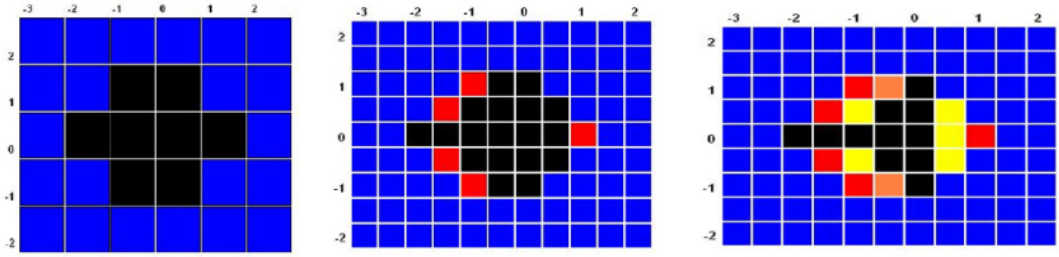
Sind $z_1, z_2, \ldots, z_n$ die Nullstellen von $f(z)$, so lässt sich $f(z)$ in $\mathbb{C}$ folgendermaßen zerlegen:

$$f(z) = a_n z^n + a_{n-1} z^{n-1} + \ldots + a_0 = a_n \cdot (z - z_1) \cdot (z - z_2) \cdot \ldots \cdot (z - z_n)$$“

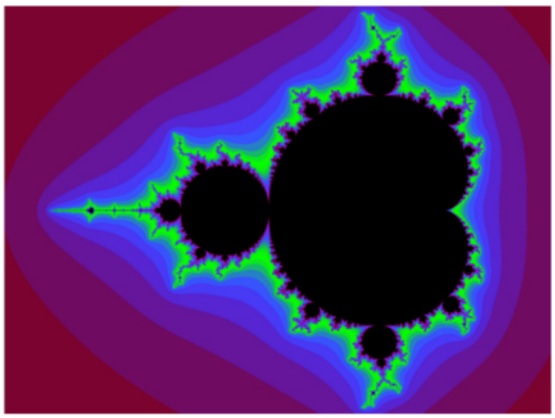
höheren Grades, gelangten wir zum Fundamentalsatz der Algebra.

Im Bereich der komplexen Zahlen lassen sich tatsächlich immer Lösungen finden. Diesen Zahlbereich haben wir anschließend genauer betrachtet. Die Zahlengerade wurde zur Ebene erweitert und Rechenbeispiele bildeten den nächsten Schwerpunkt.

Gegen Ende des Schuljahres gelangten wir so zur Mandelbrotmenge.
„Die Mandelbrotmenge ist die Menge aller komplexen Zahlen c, für welche die rekursiv definierte Folge $z_{n+1} = z_n^2 + c$ und dem Anfangsglied $z_0 = 0$ beschränkt bleibt."
Wir suchten einige Beispiele aus, berechneten Folgeglieder und stellten die Ergebnisse in der Zahlenebene dar. Nach jedem Rechenschritt fielen einige Punkte aus der Menge heraus. Die unterschiedliche Färbung und eine Verfeinerung des Koordinatensytems führte zu folgenden Bildern:



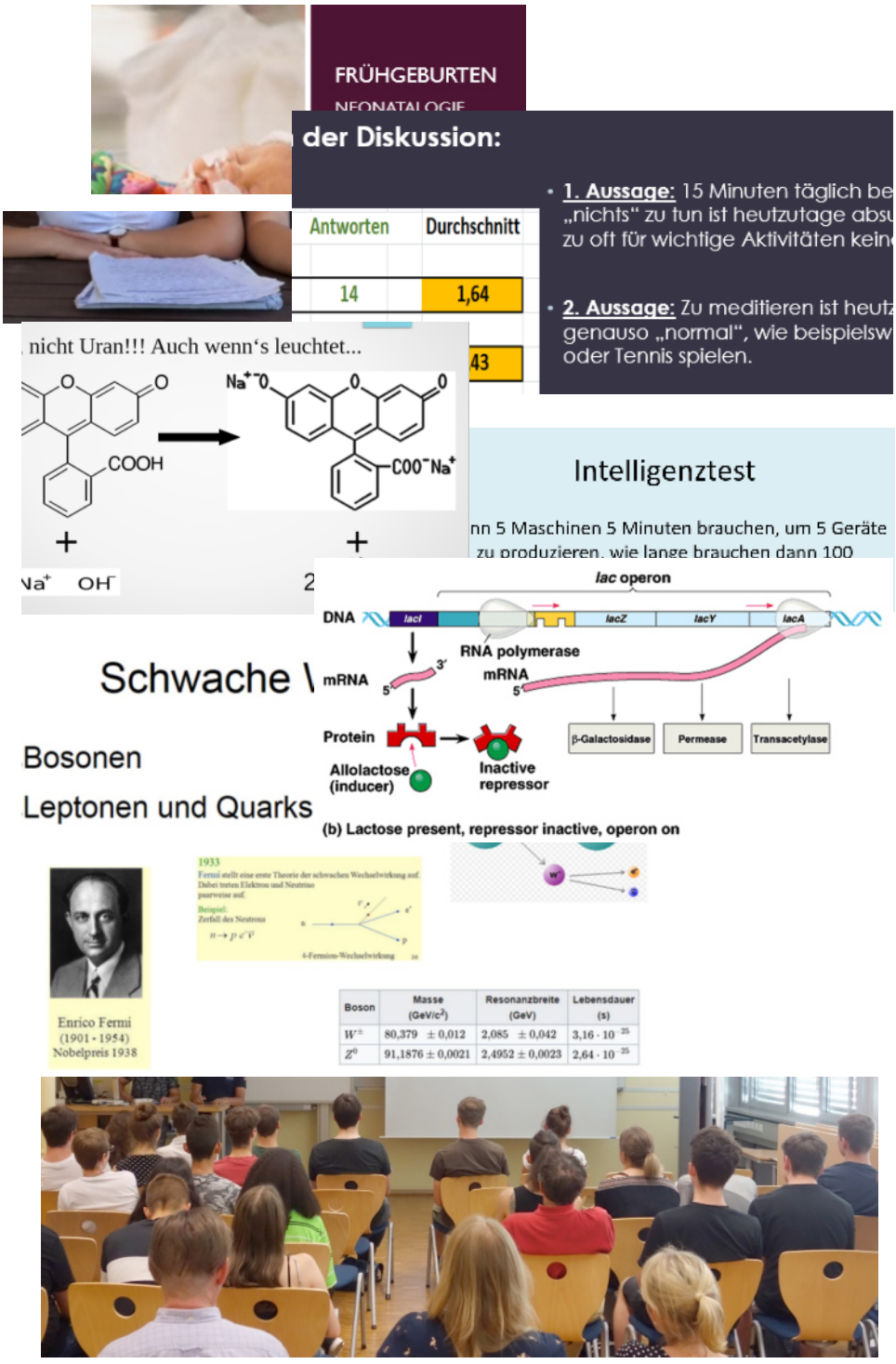
Und wenn man Rechner nutzt, Programme schreiben kann, erhält man nach etwa 1000 Rechenschritten Bilder wie dieses. Und das hat jemand Apfelmännchen genannt.



Wie man sieht, ist das mathematisch schon ganz schön aufwändig und nicht jedermann bewältigt diese Fragestellungen spielerisch leicht. Aber die Präsentation der Arbeitsergebnisse hat gezeigt, dass man diese Dinge verstehen und der Umgang damit, dann sogar Spaß machen kann. Und Mathematik kann wohl doch eine Art Spielzeug sein, man muss sich nur darauf einlassen.

Abschlussveranstaltung der Oberstufen AGs

Die Abschlussveranstaltung der Oberstufen-AGs hat am 19. Juli 2019 um 15:00 Uhr in Raum 213 des Technischen Gymnasiums stattgefunden.



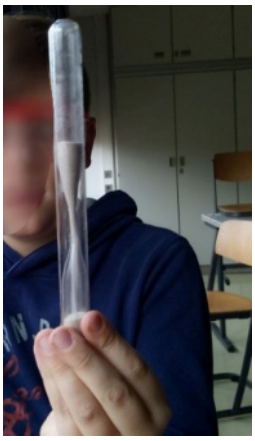
Arbeitsgemeinschaften der Unter- und Mittelstufe

Chemie: Wir erforschen unsere Welt

Tobias Pfeifer – Klettgau-Gymnasium Tiengen

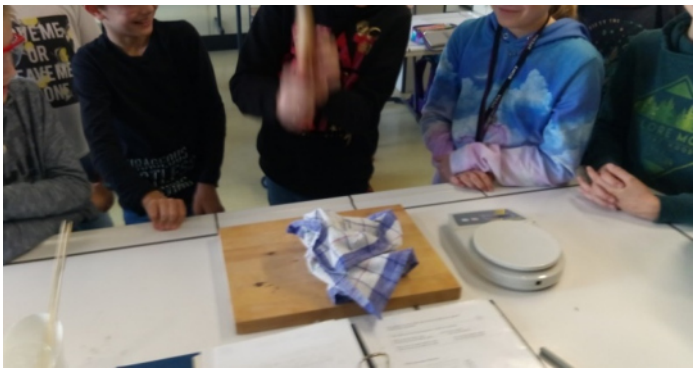
In diesem Schuljahr waren in der Chemie-AG am KGT die Themen „Stoffe“ und „Kristallisation“ geplant. Wie jedes Jahr hatte ich vorweg einige Ideen und war gespannt, mit welchen eigenen Ideen die Schüler die AG zum Leben erwecken würden.

Wie es sich in der Chemie gehört, war auch in diesem Schuljahr am Anfang wieder eine ausführliche Sicherheitsunterweisung angesagt, bei der die Schüler unter anderem die Gefahrstoffsymbole und die Bedienung des Feuerlöschers kennenlernen durften. Anschließend durften die Schüler den Schrank mit den Laborgeräten durchstöbern und sich mit Dingen wie z.B. Becherglas, Messzylinder, Pipette und Bunsenbrenner bekanntmachen, denn schließlich erwartete sie in den nächsten Monaten viel praktisches Arbeiten mit eben diesen Geräten. Da der Bunsenbrenner in diesem Schuljahr eines unserer wichtigsten Geräte werden würde, wurde die Bedienung intensiv geübt und anschließend durfte jeder Schüler stolz sein, als er die kleine „Brenner-Prüfung“ bestanden hatte. In den nächsten Stunden begann dann der eigentliche Spaß: Die Schüler durften mit Hilfe des Bunsenbrenners Glas schmelzen. Nachdem ich Ihnen ein paar grundlegende Tipps gegeben hatte, wie man Glasrohre dünn auszieht, sie biegt oder zuschmilzt, begannen die Schüler kreativ Trinkhalme, Sanduhren oder Ampullen mit den unterschiedlichsten Füllungen herzustellen.

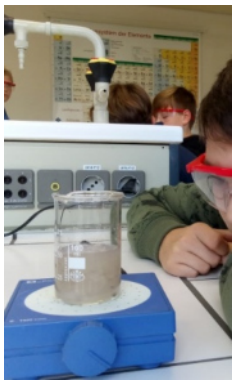


In den nächsten Wochen entdeckten die Schüler, dass unsere Welt aus unterschiedlichen Stoffen (umgangssprachlich sagt man „Materialien“) besteht, die alle unterschiedliche Stoffeigenschaften haben. Sie entdeckten und erforschten die Stoffeigenschaften, denn das große anstehende Thema war die Trennung von Stoffgemischen. Hierbei sollte es nicht um das theoretische Verständnis für Trennmethoden gehen sondern vielmehr darum, durch das Überprüfen eigener Ideen Trennmethoden intuitiv kennenzulernen. Hierfür stellte ich den Schülern in den kommenden Monaten alltägliche Probleme vor, deren Lösung sie dann selbst entdecken konnten.

Unser erstes Problem war die Reinigung von Steinsalz. Ich präsentierte den Schülern einen großen Steinsalz-Brocken, der vor lauter Verunreinigungen grau und braun gesprenkelt war.

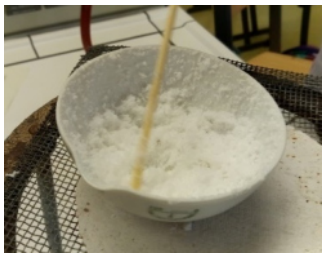


Wie könnte man hieraus wohl reines Speisesalz gewinnen? Die Idee, das Salz aufzulösen, war schnell im Raum, aber wie löst man einen solchen Brocken auf? Die Schüler schlugen vor, ihn zunächst einmal kleinzuhauen. Dies konnte direkt ausprobiert werden, denn glücklicherweise war in der Sammlung ein großer Hammer und eine Holzplatte zum Unterlegen. Mit viel Gelächter schlugen die Schüler dann mit dem Hammer den Brocken klein… aber danach waren die Bruchstücke noch immer zu groß zum Auflösen! Hier konnte ich helfen, da ich Magnetrührer zur Verfügung stellen konnte.



Die sich wild drehenden Magnete schafften es dann schließlich, das Salz zu lösen.

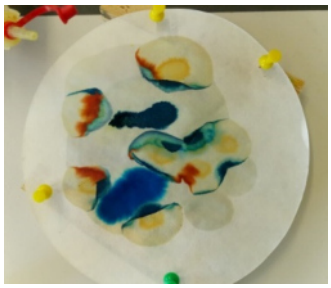
Nun musste der Dreck aus dem Salzwasser entfernt werden. Erste Versuche, das Salzwasser abzuschütten, ließ die Schüler unzufrieden zurück: Das Salzwasser war noch immer leicht trüb. Doch schnell war eine gute Lösung gefunden: Mit Hilfe von Papierfiltern konnten die Schüler das Salzwasser komplett vom Dreck trennen. Eine Schülerin fragte „Müssen wir das Salzwasser jetzt zum Verdunsten stehen lassen oder dürfen wir es heiß machen?“ Klar durften sie es heiß machen. Mit Hilfe von Porzellantiegeln stellten die Schüler innerhalb von kurzer Zeit köstliches Speisesalz her (Anmerkung am Rand: Da die Schüler das Salz probieren wollten, haben wir selbstverständlich alle Schritte mit unbenutzten, fabrikneuen Bechergläsern, Porzellantiegeln usw. durchgeführt).



In den folgenden Wochen lernten die Schüler weitere Trennungsmethoden aus dem Alltag kennen wie z.B. der Herstellung von Instantkaffee. Besonders gut gefiel Ihnen die Trennung von Farbstoffen mit Hilfe von Chromatografie.

Nachdem die Schüler die verlaufenden Farben lieben gelernt hatten, kamen auf einmal viele, viele Ideen: Kann man auf diese Weise auch „richtige“ Bilder malen? Kann man mit Hilfe von Chromatografie vielleicht auch Bilder drucken? Gibt es vielleicht sogar Farben, die sich nicht nur vermischen, sondern miteinander reagieren? Da es keine sicherheitstechnischen Bedenken gab, ließ ich die Schüler nach Lust und Laune experimentieren. Die Ergebnisse verblüfften selbst mich:

In den folgenden Wochen beschäftigten wir uns dann noch mit der Herstellung von Kristallen. Die Schüler erkannten, dass es zwei sehr unterschiedliche Arten gibt, um Kristalle herzustellen: Mit Hilfe von übersättigten Lösungen konnten sie Kristalle innerhalb weniger Sekunden wachsen lassen und durch das langsame Verdampfen von Wasser über Wochen hinweg sehr große Einkristalle züchten. Die Schüler waren begeistert!



Chemie: Chemische Experimente analysieren und optimieren

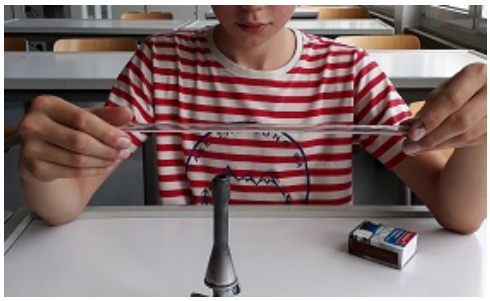
Claudia Dilger - Hochrhein-Gymnasium Waldshut

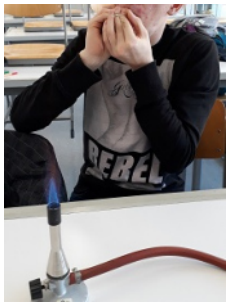
Allgemeines

Schon während der Anmeldung zeigte sich, dass die Schülergruppe unserer Chemie-AG in diesem Schuljahr besonders werden würde: Zum ersten Mal waren Sechst-, Siebt-, Acht- und Neuntklässler - also alle Klassenstufen, für die die AG ausgeschrieben war - vertreten! Mit dabei sowohl "alte Hasen", die schon mehrere Jahre im Hochrhein-Seminar mitmischen, als auch völlige Neulinge.
Diese bunte Mischung machte aus Stundenplangründen die Terminsuche wesentlich schwieriger als sonst. Der Kompromiss für den AG-Nachmittag wurde der Mittwoch, der außerdem Konferenznachmittag für uns Lehrkräfte ist. Die Ausweichoption war der Freitag, an dem aber nicht alle AGler dabei sein konnten und wir zudem eine Raumkollision mit der Oberstufen-AG hatten.
Nachdem diese Unwegbarkeiten geklärt und sich damit die endgültige Gruppe zusammen gefunden hatte, konnte es mit 3 Mädchen und 5 Jungen losgehen unter dem Motto "Chemische Experimente analysieren und optimieren".

Warm-Up

Der Start ins Schuljahr bestand aus einem kleinen Kontest: Wer schafft es den längsten Kunststofffaden herzustellen? Dazu war schon einiges Können und Geschick gefragt, denn jeder musste dafür wissen, wie man einen Gasbrenner richtig in Betrieb nimmt und reguliert und dieses Wissen auch praktisch umsetzen. Nach vorsichtigem Erhitzen im Reagenzglas bis zur hoffentlich idealen Konsistenz wurde die eingesetzte Citronensäure ausgeschüttet und während eines nur kurzen Zeitfensters konnte nun aus der leicht zähen Flüssigkeit mit einem Rührstab ein Faden gezogen werden.





In den Anfangswochen wurden natürlich auch ausgiebig die Sicherheitsregeln und das Verhalten in den Fachräumen und beim Experimentieren thematisiert.

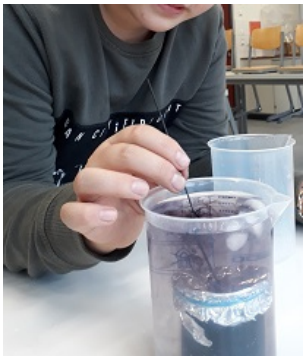
Der dosierte Einsatz des Gasbrenners sowie der richtige Umgang mit dem Glasschneider wurde beim Biegen von Glasrohren, Blasen von Glaskugeln und Herstellen eigener Glaspipetten in den folgenden Treffen noch einmal unter Beweis gestellt. Die dabei selbst gezauberten Meisterwerke konnten in der Weihnachtszeit direkt weiterverwendet werden, als wir verschiedene Glasgefäße versilberten, um sie zuhause als Weihnachtsschmuck aufzuhängen.

Dass aus einer trüben Lösung ein solch hübscher, glänzender Silberspiegel entstehen konnte, war zunächst verblüffend und auch hierbei wurde klar, dass es für ein schönes Ergebnis immer auch auf die richtige Dosierung ankommt.

Weitere Experimente

Zwischenzeitlich erhielt ein Versuch mit Haushaltschemikalien besondere Aufmerksamkeit: Der "Reagenzglas-Vulkan", der entsteht, wenn Citronensäure mit Backpulver / Natriumhydrogencarbonat vermischt und anschließend mit Wasser versetzt wird. Die Besprechung der Anwendungen im Haushalt (beispielsweise das Entkalken mit Citronensäure) war für die Schüler allerdings eher nebensächlich bei den vielen verschiedenen Ideen, die sie hatten, um den Versuch abzuwandeln: Da wurde zunächst Spülmittel in unterschiedlicher Konzentration zugesetzt, Farben getestet und nicht zuletzt die Feststoffmischung als Antrieb für Papierboote in der Glaswanne zum Einsatz gebracht.

Auch unter Wasser konnten wir in diesem Schuljahr Vulkane beobachten. Dabei wurde ausgenutzt, dass das mit verschiedenfarbiger Tinte angefärbte warme Wasser im umgebenden kalten Wasser nach oben steigt, sobald die trennende Alufolie durchstoßen wurde. So konnte man interessante und hübsche Verläufe farbiger Schlieren bewundern.



Ein Highlight des Schuljahres waren sicherlich die vor Silvester selbst hergestellten Wunderkerzen. Zunächst wurden verschiedene Versuchsanleitungen verglichen und ausprobiert. Dabei kamen beispielsweise als Bindemittel einerseits Stärke und andererseits Tapetenkleister oder auch verschiedene Zusammensetzungen von Metallpulvermischungen zum Einsatz. Zum Leidwesen der kleinen Forscher durften sie ihre "Feuerwerkskörper" nicht mit nach Hause nehmen, um sie dort zu präsentieren und zu zünden. Aber das gemeinsame Abbrennen auf dem Schulhof war sicherlich letztendlich auch ein einprägsames Erlebnis.

Als kleinen Exkurs anlässlich des Winters durften die AGler untersuchen, wie sich die Temperatur beim Lösen von verschiedenen Salzen verändert und sie konnten feststellen, dass die Temperatur - je nach Salz - dabei steigt, sinkt oder gleich bleibt. Warum das so ist, wurde unter anderem mit Hilfe eines Ionengitter-Modells besprochen. Nun konnte auch erklärt werden, wie die aus dem Alltag bekannten Taschenwärmer funktionieren.
Anschließend gab es einen Wettbewerb mit dem Ziel, die kälteste Kältemischung aus Eis und Kochsalz zu erhalten, wodurch wieder besonders die Experimentierfreude entfacht wurde und viele verschiedene Ideen ausprobiert werden konnten.

Tag der offenen Tür

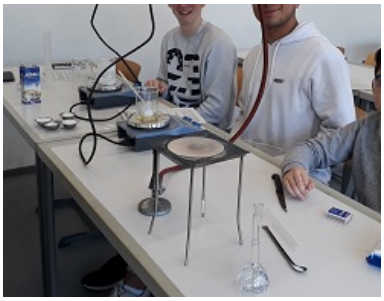
Die in den folgenden Wochen durchgeführten Experimente dienten der Vorbereitung des Tages der offenen Tür am Hochrhein-Gymnasium, an dem wir, wie bereits in den letzten Jahren, den Chemie-Fachbereich präsentieren durften. Zielgruppe der Veranstaltung sind die Viertklässler, die im kommenden Schuljahr voraussichtlich an unsere Schule kommen. Sie hatten die Möglichkeit, unter Anleitung der AGler mehrere Experimente durchzuführen und damit ein Quiz zu lösen: Untersuchung verschiedener Haushaltschemikalien mit Rotkohlsaft, der dabei unterschiedliche Farben zeigt; Färbung einer Gasbrennerflamme, indem verschiedene Salze in die Flamme gehalten werden; Sichtbarmachen einer Zauberschrift und "Sternenregen", für den Eisenpulver vorsichtig in die Flamme eines eingespannten Gasbrenners gepustet wird. Die Viertklässler starteten meist eher zurückhaltend ,hatten dann aber sichtlich Spaß bei der Sache! Für die Teilnehmer der AG ist es immer besonders, dass sie als die "Experten" des Experimentierens andere dazu anleiten können.

Weitere Experimente

Auf besonderen Wunsch einer Mitstreiterin nahmen wir nun die Herausforderung an, eigene Badekugeln herzustellen. Nach einem ersten Testlauf wurde in der darauf folgenden Woche optimiert durch Förmchen, um die Mischung in eine ordentliche Kugelform zu drücken, durch verschiedene ätherische Öle und durch farbige Zusätze. Nun konnte sich das Ergebnis sehen lassen und davon, dass sie auch toll sprudeln, wenn man sie ins Wasser legt, haben wir uns natürlich zwischendurch immer wieder überzeugen lassen.

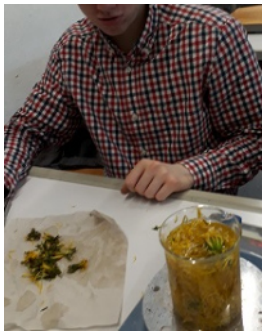
Ausgehend von den Badekugeln wandten wir uns als nächstes dem Thema Seife zu. Dazu gab es einen ausführlichen Theorieblock, in dem wir uns Gedanken darüber machten, welche

Besonderheiten eine Seife eigentlich hat und wie man sich ihre Funktionalität auf Teilchenebene vorstellen kann. Außerdem beschäftigten wir uns mit der Entdeckung bzw. Geschichte der Seife, die einige verblüffende Details mit sich brachte, und mit ihrer Herstellung in früheren Tagen.
Dann war es aber höchste Zeit, selbst zum Experimentieren zurück zu kommen. In Gruppen testeten die AG-Chemiker wiederum verschiedene Versuchsanleitungen, deren Hauptunterschied in den jeweils eingesetzten Fetten lag. So kamen unter anderem verschiedene Öle, Margarine und Butter zum Einsatz. Das beste Ergebnis erzielten wir jedoch mit Kokosfett.



Die eigenen Seifen wurden anschließend verwendet, um ihren Einfluss auf die Oberflächenspannung des Wassers sowie ihre Waschwirkung und Schaumbildung zu testen. Außerdem lernten die kleinen Forscher den Tyndall-Effekt und seine Erklärung auf Teilchenebene kennen.

Vor den Osterferien stand ein Ostereier-Projekt auf dem Programm. Zunächst wurden Eier mit einer bewährten Methode eingefärbt: Pflanzenteile, die zuvor in den Außenanlagen der Schule gesammelt worden waren, wurden mit Hilfe einer Feinstrumpfhose auf der Eierschale fixiert und das Ei anschließend in einem Zwiebelschalensud gekocht. Dadurch zeichnen sich die Blüten und Gräser auf dem Ei ab, während der Rest braun gefärbt wird.
Anschließend konnten weitere eigene Ideen ausprobiert werden, die natürlich zahlreich vorhanden waren. Der Versuch, die Eier mit Löwenzahnblüten gelb zu färben, scheiterte leider. Ansonsten erfreuten sich vor allem Verzierungen mit Wachs großer Beliebtheit bei den Anwesenden, auch wenn die eingesetzte Technik stets variierte.



Ein weiteres Highlight folgte gegen Ende des Schuljahres: Elektrische Entladungen, d.h. Blitze, unter Wasser. Durch den faszinierenden Effekt wurden die Schüler für ihre Geduld belohnt, die sie mitbringen mussten, bis alle Handgriffe der Versuchsvorbereitung vorsichtig und präzise durchgeführt waren. Leider war es in diesem Fall kaum möglich den Versuch

ohne grundlegendes Vorwissen für die AGler zufriedenstellend zu erklären.

Zu guter Letzt suchten wir noch den besten "Jet-Turbinen-Imitator". Dabei bohrten wir Löcher in die Deckel von diversen mitgebrachten Einmachgläsern und entzündeten darin Brennspiritus. Nur bei idealer Abstimmung von Glas- und Lochgröße sowie Spiritus- und Luft-/Sauerstoffmenge waren Geräusche wie von einer Jet-Turbine zu hören.

Die wenigen nun noch verbleibenden AG-Treffen investierten wir in die Zusammenstellung unseres Jahresrückblicks für den Abschlussvortrag des Hochrhein-Seminars.

Mathematik/Informatik: Spaß am logischen Denken

Susanne Kintzi, Mariana Eichhorn – Hochrhein-Gymnasium Waldshut

Teilnehmer

Die 16 Kursteilnehmer, die sich zu Beginn für diese AG angemeldet hatten, setzten sich in diesem Schuljahr aus 9 Fünft-, 1 Sechst- und 6 Siebtklässlern zusammen. Während des Schuljahres kamen noch zwei Teilnehmer dazu, sodass es bis zum Schuljahresende 18 regelmäßige Teilnehmer gab (3 Mädchen und 15 Jungen). 4 der Schüler waren im letzten Schuljahr auch schon mit dabei. Alle AG-Teilnehmer kamen vom Hochrhein-Gymnasium.

Inhalte, Ablauf, Methoden

In dieser AG ging es um verschiedenste Fragestellungen aus den Bereichen Mathematik und Informatik. Das gesamte Schuljahr wurde in fünf größere Blöcke unterteilt: Einführung in die Programmierung, Teilnahme an Wettbewerben, Drehen von Erklärvideos, gemeinsames Lesen eines mathematischen Fantasiebuchs und Knobelrätsel und -spiele in allen denkbaren Variationen.

Wir trafen uns jeden Donnerstag für eine Doppelstunde. Meist fand eine Zweiteilung der Doppelstunde statt: In der ersten Hälfte wurden Knobelaufgaben verschiedenster Art gelöst und in der zweiten Hälfte beschäftigten wir uns mit einem der anderen vier Themen.

Im Themenblock „Programmieren“ erhielten die Kinder mit der Programmiersprache „Scratch“ einen Einblick in die Welt der Programmierung. Sie konnten sich in individuellem Tempo zunächst mit der Benutzeroberfläche vertraut machen und nach und nach mit Hilfe toll ausgearbeiteter Lernvideos das Programmieren eigener Spiele in verschiedenen Schwierigkeitsniveaus aneignen.

Die Motivation in dieser Einheit war bei allen Teilnehmer sehr hoch. Das lag sicherlich unter anderem daran, dass es bei „Scratch“ nahezu keine Tipparbeit gibt und die Kinder sehr schnell Erfolge beim Programmieren haben. Außerdem kann grafisch sehr kreativ vorgegangen werden und jeder kann seine Projekte nach eigenen Vorstellungen gestalten.
Das gegenseitige Ausprobieren fertiger, funktionierender Spiele war natürlich immer ein Highlight.

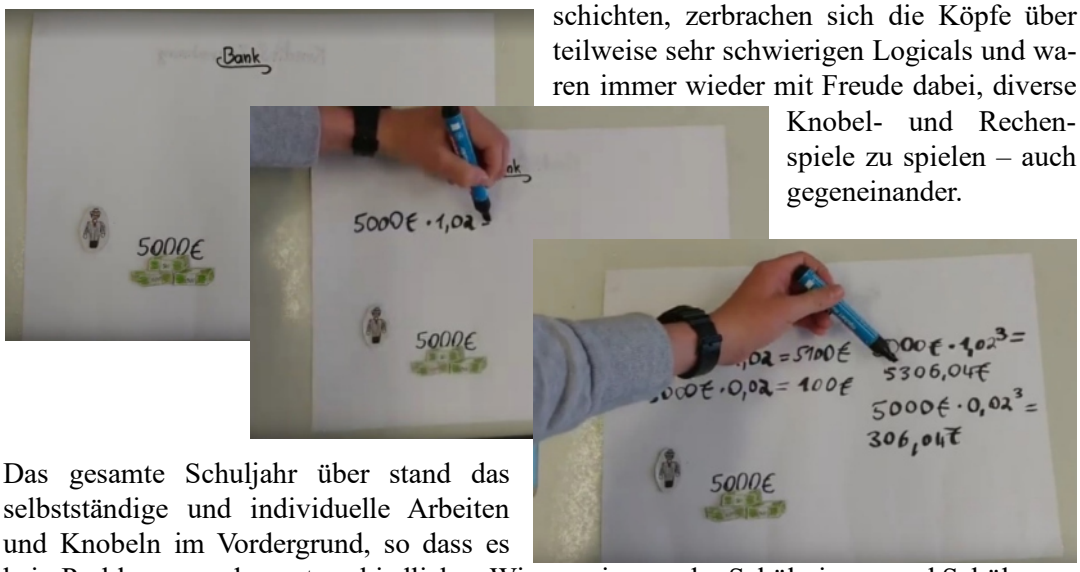
Im Rahmen dieser Informatik-Einheit nahmen wir auch am Informatik-Biber-Wettbewerb teil.

Im Themenblock „Wettbewerbe“ beschäftigten sich die Schüler neben der Teilnahme am Informatik-Biber auch mit dem Thema „Mathematik im Alltag“.
Hierfür wurde ein AG-interner Wettbewerb ausgeschrieben: Aufgabe war es während des Schuljahres auf einem Plakat zu dokumentieren, wann, wo und wie Mathematik im täglichen Leben eine Rolle spielt.
Zum Schuljahresende präsentierten die Kleingruppen voller Motivation und Freude ihre Ergebnisse. Auf den kreativ gestalteten Plakaten wurde beispielsweise den Fragen nachgegangen, wieviel Nutella man aufs Frühstücksbrot schmieren kann ohne dass es durchbricht, welche Berufszweige welche mathematischen Kenntnisse voraussetzen oder wann Mathematik im Supermarkt eine Rolle spielt.

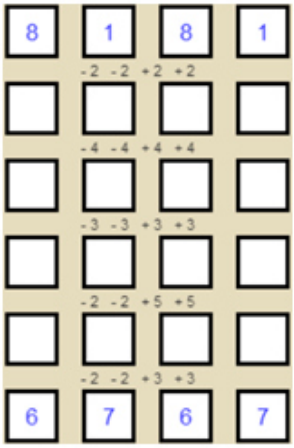
In der Einheit „Lesen eines mathematischen Fantasiebuchs“ fanden regelmäßige Vorlesestunden statt. Mit Hilfe das Buchs „Zu Gast bei Brüchen und ganzen Zahlen“ von Annelies Paulitsch tauchten die Schüler in die – für einige von ihnen noch völlig neue – Welt der Buchzahlen ein und lernten die im Buch personifizierten Zahlen kennen.
So erzählten die Brüche von ihren Hobbys, dem Kürzen und Erweitern oder ihrem Lieblingsspiel „Hauptnenner gesucht“.
Auffallend war, dass vor allem einige Fünftklässler, welche sich zuvor im Unterricht noch nicht mit Brüchen beschäftigt hatten, die Stunden mit großem Interesse verfolgten und später durchaus in der Lage waren einfach Bruchrechenaufgaben zu lösen.

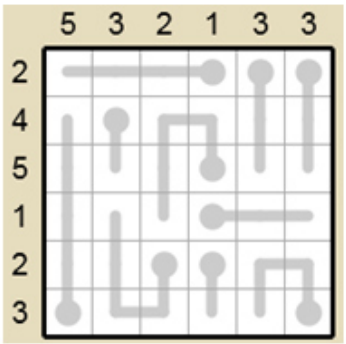
Der recht spontan aufgenommene Themenblock „Erstellen von Erklärvideos“ wurde zu einem der Blöcke, welche den Schülern am meisten Freude bereitete.
Mit viel Kreativität und Recherchearbeit bereiteten die AG-Teilnehmer in Kleingruppen kurze Sequenzen vor, in welchen sie Themen wie „KlaPoPuStri“, „die binomischen Formeln“, „Multiplizieren von Brüchen“ oder den „Satz des Thales“ erklärten. Nach mehrfacher Trockenübung und kritischer Prüfung der mathematischen Formulierung in der kompletten AG-Gruppe wurden die ersten Entwürfe nochmals überarbeitet und verbessert, bevor wir sie schließlich abdrehten.

Jede Woche lösten die Kinder mit großer Ausdauer und Neugier verschiedenste Rätselgeschichten, zerbrachen sich die Köpfe über teilweise sehr schwierigen Logicals und waren immer wieder mit Freude dabei, diverse Knobel- und Rechenspiele zu spielen – auch gegeneinander.



Das gesamte Schuljahr über stand das selbstständige und individuelle Arbeiten und Knobeln im Vordergrund, so dass es kein Problem war, den unterschiedlichen Wissensniveaus der Schülerinnen und Schüler gerecht zu werden. Jeder konnte nach seinem Tempo arbeiten, entweder alleine, mit Partner oder in Kleingruppen. Zwischendurch gab es auch Phasen, in denen gemeinsam etwas erklärt oder erarbeitet wurde. Mal gab es Arbeitsblätter, mal sollten die Schüler eigene Präsentationen erstellen.





Abschlussveranstaltung der Unter- und Mittelstufen AGs

Am 12. Juli 2019 treffen sich die Teilnehmenden der Unterstufen-AGs um 15:00 Uhr im Musiksaal des Hochrhein-Gymnasiums zur obligatorischen Abschlussveranstaltung des Schuljahres.

Vortragsreihe der Oberstufe

Die Vorträge fanden in Saal 213 des Technischen Gymnasiums – Gewerbliche Schulen Waldshut jeweils an einem Freitag von 15:00 – 16:30 Uhr statt.

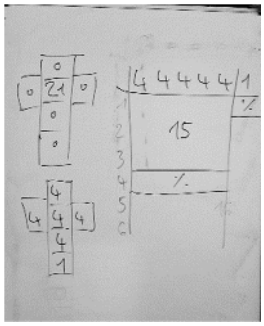
Mathematische Spielereien mit Seil und Würfel

Prof. Dr. Oliver Schnürer, Universität Konstanz, Fachbereich FB Mathematik und Statistik

19.10.2018

Am 19.10.2018 hielt Professor Schnürer von der Universität Konstanz im Hochrhein-Seminar einen Vortrag zum Thema " Mathematische Spielereien mit Seil und Würfel".

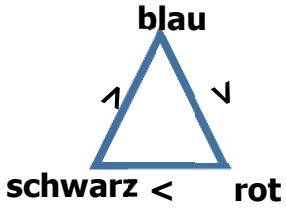
Zu Beginn führte uns Professor Schnürer in die Welt der Trickbetrüger ein. Ziel wäre die Entwicklung eines Würfels, welcher deutlich bessere Gewinnchancen hätte, als die Würfel der Gegenspieler. Diese Gedankenwelt war schnell vermittelt und führte natürlich über den Würfel mit lauter 6ern, zur nächsten Verbesserung in Form eines Würfels mit lauter 7ern usw. und schließlich in Stufe eins zu der Einigung auf Würfel mit genau 6 Seiten und einer Gesamtsumme von genau 21 Punkten.



Hierauf folgte der systematische Vergleich, ob die Punkteverteilung (21,0,0,0,0,0,0) gewinnträchtiger sei, als (4,4,4,4,4,1) und sodann zu der Frage, welche Punkteverteilung eine weitere Verbesserung des Standardwürfels darstellen könnte. Mit ein wenig "Unterstützung" durch die Zuhörerschaft ist diese Fleißarbeit schnell erledigt.

Nach dieser Aufwärmübung stellte uns Professor Schnürer drei selbst kreierte, unterschiedliche Würfel mit 6 Seiten und einer Punktsumme 15 Punkten vor. Der erste Würfel ist der "blaue" Würfel, der zweite Würfel der "schwarze" und der dritte Würfel der rote Würfel.
Die Analyse der Gewinnwahrscheinlichkeiten führt mit Unterstützung des Auditoriums zum Ergebnis, dass

- der blaue Würfel mit 58,3% (=21/36) gegenüber dem roten Würfel im Vorteil ist
- der rote Würfel mit 58,3% gegenüber dem schwarzen Würfel im Vorteil ist
- der schwarze Würfel mit 58,3% gegenüber dem blauen Würfel im Vorteil ist.



Für den Mathematiker Professor Schnürer stellt sich nun unabhängig von diesem Phänomen die Frage, ob man im Prinzip drei Würfel designen könnte, die mit einer Gewinnwahrscheinlichkeit von 70% gegeneinander antreten.
Die Augen und die Punktsumme wären für das Würfeltripel unerheblich.
Und mit einigen logischen Schritten und Umkehrschlüssen beweist Professor Schnürer, dass dieses Ansinnen zwar mit 21/36, keinesfalls jedoch mit der 70%igen-Gewinnwahrscheinlichkeit gelingen kann.

Im Anschluss wird die Grübelei der meisten Anwesenden dadurch unterbrochen, dass einen Meter lange Seilstücke mit einer neuen Aufgabenstellung verteilt werden.

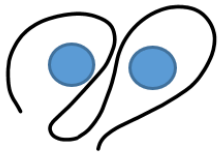
Die Aufgabe wird durch ein Bild veranschaulicht: Ein Hund und sein Herrchen seien durch die Hundeleine miteinander verbunden. Läuft der Hund herum, so kann das Herrchen den Hund jederzeit durch Einholen der Leine wieder zu sich zurückziehen. Wenn der Hund jedoch "eine komplette Runde" um einen Baum vollzogen hat, so wird das Einholen der Leine natürlich blockiert (oder zumindest erschwert).

Die Aufwärmfrage lautet nun, wie man im Allgemein beschreiben könne, ob der Hund eine vollständige Runde um den Baum zurückgelegt hat, so dass sich die Leine nicht einfach einholen lässt. Diese Beschreibung soll für alle vorstellbaren Wegverläufe gelten.

Nach einigen Überlegung ist für den Mathematiker klar, dass es einen (kleinsten, einfachsten) Standardpfad um den Baum gibt. Nun muss man nur den realen Wegverlauf auf einen oder mehrere Durchläufe des Standardpfades, gegebenenfalls auch in Gegenrichtung, deformieren. Ergeben sich dabei genauso viele, beispielsweise Null, Durchläufe in der ursprünglichen Richtung wie in Gegenrichtung, so kann die Leine ohne größeren Widerstand eingeholt werden. Ansonsten ist dies nicht möglich.

Nachdem nun die Spielregeln bekannt sind stellt sich nun folgende

Aufgabe:
In welcher Weise müsste der Hund um zwei Bäume herumlaufen, dass die Leine nicht einholbar wäre, bei der Fällung (Wegnahme) aber eines beliebigen Baumes jedoch wieder leicht einzuholen wäre.



Ein Tipp aus der Mathematikfachschaft: Sollte der Hund "einfach" eine einfache Runde um beide Bäume wählen, so kann diese Runde auf zwei Einzelrunden um je einen Baum zurückgeführt werden. D.h. die Wegnahme eines Baumes führt nicht zur Aufhebung der Leinenblockierung.
Bei der Absicherung von Kletterern hat diese Aufgabe praktische Relevanz: Die Sicherung mit einem Seil durch zwei Haken ("Exen") darf niemals so erfolgen, dass beim Bruch einer Exe das Seil komplett aus der anderen Exe herauslaufen und der Bergsteiger somit abstürzen kann.

Im Auditorium folgt ein intensives Probieren mit den ausgeteilten Seilstücken. In den meisten Gruppen stellt je eine Person je einen Finger jeder Hand als "Baum" zur Verfügung, während die anderen das Seil entsprechend um die "Bäume" führen und testen, was passiert, wenn ein Baum entfällt.

Nachdem eine Lösung die Runde macht, stellt Professor Schnürer eine Buchstabenkodierung der Aufgabe vor, mit der das Problem theoretisch gestellt und gelöst werden kann.
Ein einfacher, zusammenziehbarer Weg um einen einzigen Baum, benannt als Weg **a**, muss auf jeden Fall eine "Hin"-Runde um den Baum sowie den entgegengesetzt zurücklaufenden Weg ("Rückrunde"), benannt als Weg **A**, beinhalten. **aA** erfüllt diese Bedingung für einen einzelnen Baum.
Gesucht ist nun eine Anordnung der Buchstaben, die die gestellte Aufgabe für zwei Bäume erfüllt.

Dabei stellt sich heraus, dass die gesuchte Buchstabenanordnung, welche zur Lösung des Problems führt, einem Muster folgt/zu folgen scheint. Was direkt zur nächsten Schwierigkeitsstufe führt,
"Ein Herrchen …..drei Bäume….ein Baum wird gefällt"
an der die gefundene Lösungsstrategie sofort getestet werden kann.

Kurz vor dem Ende erarbeiten Referent und Auditorium noch kurzerhand die Lösung für 4 Bäume! Dann muss der interessante und kurzweilige Vortrag zu "Mathematik mit Seil und Würfel" leider sein geplantes Ende finden.

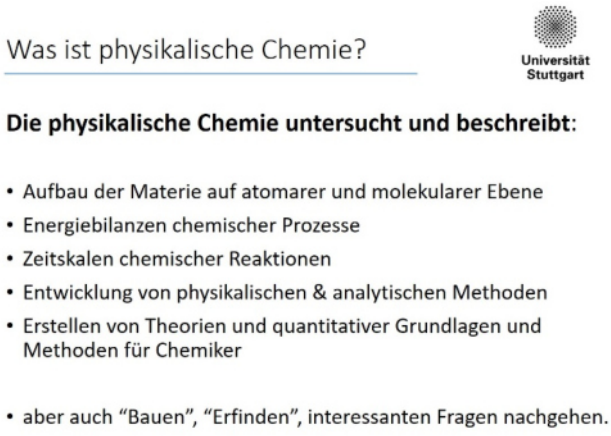
Wie sieht ein Nanoroboter aus, der sich durch ein Organ bewegen kann?

Prof. Dr. Peer Fischer, Max Planck Institute for Intelligent Systems, Stuttgart
Micro, Nano, and Molecular Systems Group

14.12.2018

Am 14.12.2018 hat Professor Dr. Fischer von der Universität Stuttgart und dem Max-Plank-Institut in Stuttgart beim Hochrhein-Seminar einen Vortrag mit dem Thema " Wie sieht ein Nanoroboter aus, der sich durch ein Organ bewegen kann? ".

Zu Beginn stellte Professor Fischer den Schülerinnen und Schülern die Universität Stuttgart und die Max-Plank-Gesellschaft vor. Die 1948 gegründete Forschungsgesellschaft zählt 18 Nobelpreisträger und umfasst heute 84 Forschungsinstitute, darunter auch das MPI für Ornithologie in Radolfzell sowie das MPI für Intelligente Systeme in Stuttgart. Roboter werden hier als intelligente Systeme beschrieben, wenn sie sich durch autonome Wahrnehmung der Umwelt, selbständiges Lernen und darauf basierende autonome Bewegungen auszeichnen.



Um solche Robotersysteme zu entwickeln, arbeiten in den MP-Instituten fächerübergreifende Teams, die aus Studenten, Doktoranten, Forschern mit und ohne Dr.-Titel und Professoren zusammengesetzt sind. Hier arbeiten die Spezialisten aus Fachgebieten wie Physik, Chemie, Mathematikwissenschaften, Informatik und Ingenieure aus Maschinenbau und Elektrotechnik zusammen.
Die enge Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart bietet die Möglichkeit auf hochpräzise Untersuchungsmethoden der physikalischen Chemie zurückzugreifen.
Röntgenmikroskopische Untersuchungen erlauben die Strukturbestimmung innerhalb von Kristallen anhand der Beugungs- und Streumuster der eingesetzten Röntgenstrahlung. Daraus lässt sich auf die genaue Anordnung der Atome und Moleküle innerhalb eines Kristals schließen. Elektronenrastermikroskope zeigen die genaue Anordnung von Atomen auf einer Oberfläche und können diese auch verändern, also z.B. Atome verschieben oder anordnen.

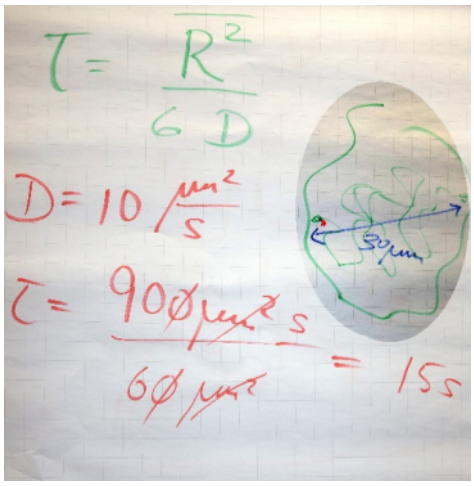
Als weitere wichtige Untersuchungsmethode wird die gepulste Laserspektroskopie eingesetzt, die zeitliche Messungen im Bereich von Femtosekunden zulässt. Damit lässt sich z.B. der Prozessablauf einer chemischen Reaktion in kleinsten Schritten nachvollziehen. Eine Femtosekunde ist ein $1/10^{15}$ einer Sekunde. Dieser Bruchteil verhält sich genauso wie eine einzelne Sekunde zu einem Zeitraum von 31 Jahren.

Diese Technologien erlauben es nun, die Entwicklung von Materialien und Roboter in Angriff zu nehmen, deren Größe sich im 100 Nanometerbereich (1 Nanometer = $1/10^9$ m), also in der Größenordnung zwischen Bakterien und Proteinmolekülen, bewegt.

Vor der Konstruktion eines "Nanoroboters", z.B. zum Transport eines Medikamentes innerhalb des menschlichen Körpers, untersucht Professor Fischer die Notwendigkeit einer aktiven Bewegung anhand der Geschwindigkeiten von passiv bewegten Molekülen und aktiv schwimmenden Mikroorganismen.

Als Einstieg dient das Beispiel vom Kaffeeduft, der sich in der Raumluft ausbreitet. Die vom Auditorium geratenen Ausbreitungsgeschwindigkeiten liegen zwischen 1m pro Minute bis zu 600m pro Sekunde. Der richtige Wert liegt bei etwa 500m/s also bei etwa 1800 km/h.
Diese Ausbreitung (Diffusion) des Gases beruht auf der sogenannten Brownschen Bewegung der Gasmoleküle (und aufgrund von Konvektion im Raum). Die Brownsche Bewegung sorgt ebenfalls z.B. für die Verteilung der Tinte in einem Wasserglas, selbst wenn die Flüssigkeiten nicht verrührt werden. Allerdings sind die Ausbreitungsgeschwindigkeiten in der Flüssigkeit sehr viel geringer.
Nun stellt sich die Frage, ob die Brownsche Bewegung ausreicht, um ein Molekül, z.B. ein Hormon, im Körper an einen Zielort zu transportieren.
Als Maß, wie lange es dauert bis ein Molekül einen mittleren Abstand R in der Zeit t zurücklegt, führt Professor Fischer die - nach Einstein vereinfachte Formel - $\mathbf{R^2=6\,D\,t}$ ein, wobei D die Diffusionskonstante ist. Der Abstand R wächst aufgrund des Quadrates in der Formel "nur" mit der Wurzel der verstrichenen Zeit.
Das Auditorium rät nun die Zeitspanne, die ein Proteinmolekül bei einer typischen Diffusionskonstante von 10 *(Mikrometer^2/Sekunde)* im Mittel bräuchte, um eine Wegstrecke von einem Meter in einer Körperflüssigkeit zurückzulegen.
Die geratenen Werte liegen zwischen 5 Minuten und einem ganzen Tag. Die richtige Antwort ist aber etwa 400 Jahre!

Selbst für eine menschliche Zelle - bei einem Zelldurchmesser von ca. 30 Mikrometer - ist die mittlere Zeitdauer zur Durchquerung t=15 Sekunden. Hiermit ist klar, dass der menschliche Körper auch aktive Mechanismen zum Molekültarnsport verwenden muss.



Die Vermutung: Der menschliche Körper baut und betreibt eigene Transportwege, vergleichbar mit kleinen Motoren und Transportmaschinen, um den Molekültransport zügiger und zielgerichteter zu bewerkstelligen (z.B. Internetvideo: "Das Innenleben einer Zelle - Harvard Universität" ab Min 1:18).

Eine visionäre Anwendung eines künstlichen Transporters wäre ein Nanoroboter, dessen Injektion in den menschlichen Augapfel den Transport eines Medikamentes hin zur Wirkstelle,

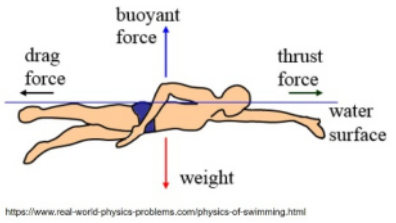
z.B. zur Netzhaut ermöglicht.
Frage: Wie müsste ein solcher Mini-Transportroboter beschaffen sein, um derartiges in dem Glaskörper leisten zu können?
Die Beobachtung der Natur legt z.B. eine Fortbewegung in der Art des "Schwimmens" nahe. Fische, Pantoffeltierchen (100 Mikrometer) und sogar einige Bakterien mit der Größe von 1 Mikrometer sind als Schwimmer bekannt.

Fragen: Was ist eigentlich "Schwimmen"? Verläuft Schwimmen immer gleich? Könnte ein Objekt der angestrebten Größe in einem Medium wie Blut sich überhaupt mit einer "Schwimmbewegung" fortbewegen? Könnten noch kleinere Roboter von der Größe eines Virus, welcher ca. zehnmal kleiner als ein Bakterium ist, sich derartig fortbewegen?

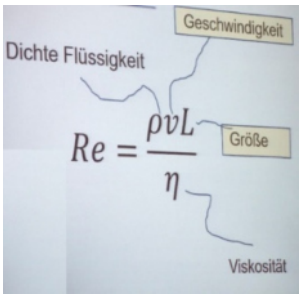
Hierzu wird die Viskosität als eine Eigenschaft einer Flüssigkeit betrachtet: Viskosität ist eine Beschreibung für die Zähflüssigkeit einer Flüssigkeit. Beispiele, die diese Eigenschaft sichtbar machen, sind, wenn eine Kugel in einem Wasserglas oder alternativ in Honig versenkt wird. Fensterglas ist eigentlich auch eine Flüssigkeit mit sehr hoher Viskosität. Messungen an alten Kirchenfenstern bestätigen, dass deren unterer Rand tatsächlich im Laufe der Zeit verdickt.

Bei einer Schwimmbewegung wirkt die Viskosität der Vortriebkraft entgegen. Beim Sprung des Schwimmers in das Wasser besitzt der Schwimmer eine Trägheitskraft die nach vorne gerichtet ist und der Schwimmer gleitet somit bis er zum Stillstand kommt, weil er aufgrund der Reibungskraft abgebremst wird.

$$Re = \frac{\text{Trägheit}}{\text{Reibung}} \qquad Re = \frac{\rho v L}{\eta}$$

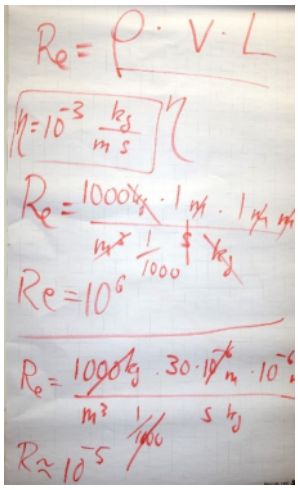


Die Reynoldszahl R_e ist eine dimensionslose Größe die das Verhältnis der Trägheitskraft /Reibungskraft beschreibt, was zu der Formel => $R_e = (p*v*L)/\eta$ führt, wobei die Variable η (griech: eta) die Viskosität, ρ die Dichte und ν die Geschwindigkeit sind und L die Größe des bewegten Objekts beschreiben.



Für einen Menschen im Wasser gilt (Viskosität = 1/1000 = 10^{-3} Pa s):

$R_e \sim 10^6$



Für ein (deutlich kleineres) Bakterium im Wasser aber gilt:

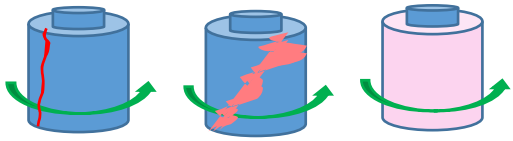
$R_e \sim \mathbf{3*10^{-5}}$

Das bedeutet, dass beim Bakterium die Reibung sehr stark dominiert.

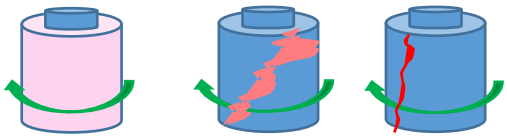
Wie sieht also "Schwimmen" bei der Reynoldszahl $R_e \sim \mathbf{3*10^{-5}}$ für ein Bakterium aus? Es entspräche menschlicher Schwimmbewegung in einer Flüssigkeit mit sehr hoher Viskosität, also großer "Zähigkeit"!

Dazu demonstriert Professor Fischer eine Versuchsanordnung. Zwei Gläser (durchsichtige Zylinder) mit unterschiedlichem Durchmesser werden ineinander gestellt. Zwischen den beiden eng beieinander liegenden Gefäßwänden befindet sich eine Flüssigkeit mit hoher Viskosität. Nun wird mit einer zweiten, eingefärbten Flüssigkeit (mittels Pipette) ein Tropfen eines Farbstoffes zwischen die beiden Gefäßwände injiziert.

Der innere Zylinder wird nun so lange gegen den äußeren verdreht, bis die farbige Flüssigkeit gleichmäßig verteilt ("verschmiert") ist. Dazu benötigen wir in diesem Versuch fünf ganze Umdrehungen.

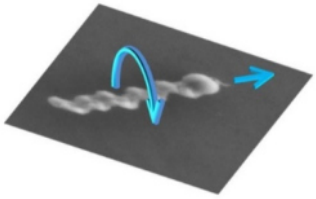


Zur Verwunderung der Zuhörerschaft führt das anschließende Zurückdrehen nach fünf Umdrehungen wieder (fast) zum Ursprungszustand. D.h. die Bewegung des Farbtropfens (die "Verschmierung") ist umkehrbar.



Dieses Phänomen bedeutet aber für eine Schwimmbewegung unter den Bedingungen sehr niederer Reynoldszahl, also genau der Bedingung, die ein Bakterium erfährt, dass die jeweils gewonnene Wegstrecke während des ersten Teils der Schwimmbewegung durch die Rückwärtsbewegung vollständig rückgängig gemacht wird.
D.h. Schwimmen, Rudern und andere Bewegungen, die zeitlich umkehrbar sind, sind somit nicht zum Vortrieb (Schwimmen) geeignet für Bakterien und damit auch nicht für künstlich hergestellte Nanoroboter.

Ein Blick in die Natur deutet auf eine Lösung: Der Einsatz von Bewegungen, die nicht zeitlich umkehrbar sind. Diese sind z.B. bei der schraubenartigen Fortbewegung eines Bakteriums zu beobachten. (Bem.: Der "peitschenartige" Antrieb des Spermiums funktioniert deshalb, weil die geschlagene Welle keinen symmetrischen Sinusverlauf aufweist, sondern



zum Ende hin abflacht.)

In Folge wurde die Idee geboren, an einen Miniroboter eine kleine "Schraube" anzubringen. Zum Antrieb wird an diese Schraube ein ferromagnetisches Material angebracht, die nachdem sie magnetisiert wurde, durch ein äußeres magnetisches Wechselfeld in eine Drehbewegung versetzt wird. Richtungswechsel sollten wie beim Schiffsantrieb funktionieren. Das vom Schiffsantrieb bekannte seitliche Abdriften sollte aufgrund der hohen Viskosität zu vernachlässigen sein.

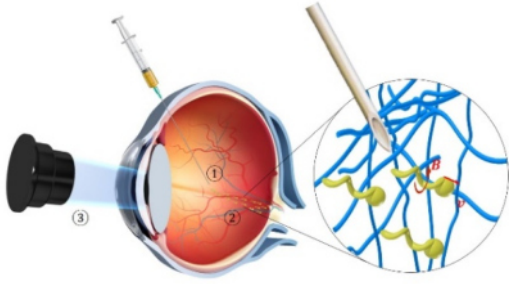
Bevor wir diese Idee (z.B. Einsatz im Auge) weiterverfolgen, bedarf es noch einiger Vorüberlegungen:

- Wie könnte ein Medikament transportiert werden?
  ->Indem die Schraube eine poröse Oberfläche bekommt, auf der das Medikament platziert wird.
- Wie kommt der Roboter wieder aus dem Organ heraus und wie kommt er durch eine relativ harte "Haut" in das Organ hinein?
  ->Dies könnte z.B. mit Hilfe einer Spritze geschehen.

Tatsächlich wurde im Jahr 2001 in Japan ein Versuch publiziert, bei dem sich ein 1cm langer und 5mm dicker magnetisierter Schraubenantrieb durch ein Stück Fleisch arbeitet.
Entgegen der BBC-news-Meldung ist diese "Innovation" aber weit von einem Einsatz entfernt, weil ein derartiger Bohrvorgang zu Verletzungen des Gewebes führen würde.
Eine Verbesserung könnte in der Verkleinerung des Roboters liegen. Mit der bisherigen Bauart war eine Verkleinerung auf ½ mm Durchmesser möglich. Mit Hilfe eines Lasers sind - bedingt durch die Ausdehnung des Fokus' - lediglich Bauformen im Bereich 1 Mikrometer möglich.

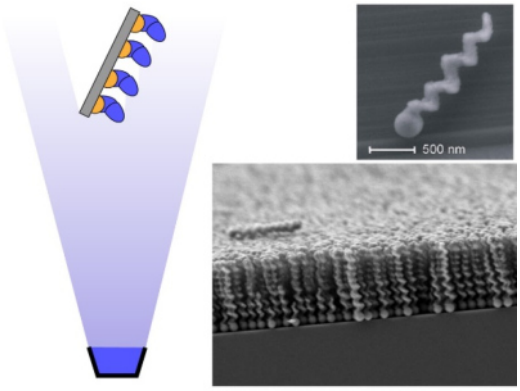
Ein Test mit einem 200 Mikrometer großen, magnetisierten Schraubenantrieb auf der Basis eines Drahtes, auf den eine Schraubenstruktur erodiert wurde, führt zu einer unerwarteten Beobachtung: Ein derartig angetriebener Roboter kann sich zwar sehr gut durch ein Agarosegel bewegen, aber nicht! durch Gewebe und z.B. den Glaskörper eines Auges vorwärtsbewegen.

Untersuchungen hierzu fördern zu Tage, dass das Innere eines Auges nicht (nur) aus Wasser besteht, sondern viele kettenartige Makromoleküle enthält, die ein enges Netzwerk und somit eine schwer zu durchdringende Schutzbarriere darstellen.



Aktuelle Forschungen versuchen deswegen noch kleinere Schrauben (40-100 Nanometer) zu fertigen. Aktuell scheinen Baugrößen mit Durchmessern von 40nm und Längen von 100 Nanometern machbar.

Dazu wird in dem Labor von Prof. Fischer ein Material in einer Vakuumkammer in die Gasphase überführt ("bis zur Verdampfung erhitzt ") und in einem sehr flachen Winkel (ca. 3 Winkelgrad) an dem künftigen Schraubenkern aufgedampft. Hierbei lagern sich die Moleküle - vergleichbar dem Schnee an Baumwipfeln- an den Unebenheiten der Oberfläche an. An diesen entstandenen "Spitzen" lagern sich in der Folge weitere Partikel aus dem Dampf an.

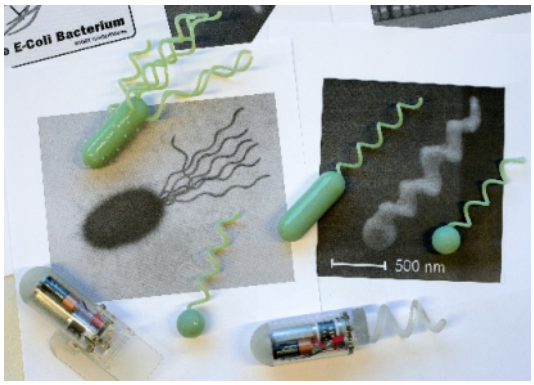


Durch kontinuierliches Drehen wachsen so schraubenartige Nanostrukturen. Diese können also Abmessungen haben, die in den Größenordnungen von Bakterien (und kleiner) sind und die klein genug sind sich durch die makromolekularen Netzwerke zu bewegen.
Erste Versuche an Augen aus Schlachtabfällen zeigen, dass derart hergestellte Schraubenantriebe sich gezielt im Innern eines Auges durch den Glaskörper zur Netzhaut bewegen können.

Die nächsten Herausforderungen werden sein:

- Wie kommt der Roboter durch festes Gewebe bzw. durch die Organwand ins Innere des Organs?
- Wie erfolgt die kontrollierte Abgabe der transportierten Medikamente?
- Wie wird der Rückweg aus dem Organ heraus bewerkstelligt?
- Sind derartige Roboter schädlich/giftig für den menschlichen Organismus? Erkennt der Organismus diese ggf. als Fremdstoffe? Lösen sie Abwehrreaktionen aus?
- Die Giftigkeit von Medikamenten hängt nach bisherigen Erkenntnissen unter anderem auch von den chemischen Eigenschaften, deren Form und deren Oberfläche ab. Ähnliches müsste für die Roboter getestet werden.
- Wie können die hier entwickelten robotischen Systeme im Sinne eigenständig agierender Roboter weiterentwickelt werden?

Es bedarf also noch weiterer Grundlagenforschung vieler begeisterter Studentinnen und Studenten, bis ein medizinischer Einsatz möglich wird.



Weitere Informationen: https://pf.is.mpg.de/

Ultragenaue Zeitmessung –
und was man daraus über unser Universum lernen kann

Prof. Dr. Stefan Willitsch, Departement Chemie, Universität Basel

18.1.2019

Am 18.1.19 war Prof. Dr. Stefan Willitsch mit einem Vortrag zum Thema "ultragenaue Zeitmessung" zu Gast beim Hochrhein-Seminar in Waldshut.

Eine Grundvoraussetzung unserer Zeit ist die Verfügbarkeit extrem präziser Uhren zur Zeitmessung.

Das Wesen einer Uhr ist seit ihrer Erfindung das Messen der Zeit, indem über eine periodische Bewegung die Anzahl der Schwingungen bzw. Umdrehungen gezählt wird.
Beispiele sind die Sonnenuhr, die auf der Erddrehung beruht, die Quarzuhr, die auf der Schwingung des eingebauten Quarzkristalls beruht sowie die Pendeluhr, die auf einer Pendelschwingung beruht.

Die Zeitmessung erfolgt durch Messen der Frequenz der Schwingungsbewegung und durch das Zählen der Anzahl der Schwingungen. Aus beiden Größen wird dann die verstrichene Zeit berechnet.

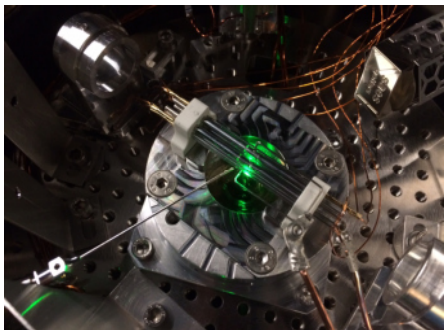
Der wichtigste Baustein hierbei ist der Taktgeber. Idealerweise weist er eine sehr hohe und stabile und auch konstante Frequenz (bzw. kurze Periodendauer) auf.

Der aktuell genauesten Taktgeber sind Atome (z.B. Sr - Strontium-Atome) in Atomuhren wie im "National Physical Laboratory" (NPL) in London oder am “National Institute for Standards and Technology” (NIST) in Boulder, USA.

Eine Sekunde ist derzeit als Bruchteil einer CS 133 (Cäsium)-Atomschwingung definiert. Die amtlichen Atomuhren der Physikalisch Technischen Bundesanstalt in Braunschweig sowie das META in Bern basieren auf diesen Cäsium-Atomuhren.

Gemessen werden dabei Frequenzunterschiede, die bei der Energieübertragung im Zusammenhang mit einer Anregung des Atoms z.B. durch Photonen (Licht) auftreten.

Zeitmessung mit ultrakalten Atomen:
Der Genauigkeitsrekord liegt heute bei der Verwendung von Sr-Atomen und Yb^+ -Ionen, die eine Genauigkeit von 10^{-18} bis 10^{-19} Sekunden aufweisen. Dies Entspricht einer Abweichung von weniger als einer Sekunde, bezogen auf das Alter unseres Universums (13.8 Mrd. Jahre).



Experimenteller Aufbau für Präzisionsmessungen an einzelnen Atomen und Molekülen an der Universität Basel.

Für die Entdeckung des genutzten Effekts hat David Wineland den Nobelpreis für Physik 2012

verliehen bekommen.

Zuallererst müssen die Atome extrem abgekühlt werden, d.h. deren Temperatur muss gesenkt werden.

Temperatur ist ein Maß für die Wärmebewegung von Teilchen. Die Temperaturskala ist nach oben unbegrenzt (z.B. herrscht im Sonnenkern eine Temperatur von 16 Mio. Grad Celsius). Nach unten gibt es aber eine feste Grenze bei -273,15 Grad (absoluter Nullpunkt), die dann erreicht ist, wenn die Teilchen sich nicht mehr bewegen. Flüssiger Stickstoff hat eine Temperatur von -196 Grad. Dessen Realisierung ist heute technisch kein Problem. Eine weitere Absenkung der Temperatur wird dagegen zunehmend anspruchsvoller.
Im Interstellaren Raum im Vakuum herrschen immerhin schon -271 Grad Celsius.

Kühlung von Atomen
Ziel ist es nun, ein in Bewegung befindliches Atom bis nahe an den absoluten Nullpunkt herunter zu kühlen. Dazu "bremst" man das Atom, indem man es mit Laserlicht kollidieren lässt. Der Vorgang ist vergleichbar mit dem Zusammenprall des Fußballs mit dem Torwart, bei dem der Torwart einen Rückstoß erfährt. Hierbei macht man sich die Teilchennatur des Lichts in Form von Photonen zu nutze. Beim Zusammenprall nimmt das Atom die Energie des Laserphotons als Rückstoß auf. Bei passender Bestrahlungsenergie wird das Atom abgebremst.

Diese Art der Kühlung eines Atoms funktioniert heute zuverlässig für den Zeitraum von einigen 1/1000tel Sekunden und man erreicht damit eine Temperatur, die nur noch einige 1/1000tel Grad über dem absoluten Nullpunkt liegt.

Für eine weitere Kühlung, die noch näher an den absoluten Nullpunkt führt, bedient man sich eines Konzepts, das man von einer dampfenden Kaffeetasse her kennt. Die verdampfenden Atome reißen Energie mit sich und lassen die restlichen Atome kühler zurück.

Da bei einer so extremen Kühlung die Temperatur der Umgebung nicht vernachlässigt werden kann, wird der ganze Prozess in einem Vakuum durchgeführt, so dass die (Wärme-) Energie der Umgebungsatome nicht mehr stört.

"Einsperren" kalter Atome
Es gibt zwei Möglichkeiten, die so heruntergekühlten Teilchen für die spätere Messung an einen Ort zu fixieren.

Geladene Teilchen (Ionen) können in einer Ionenfalle eingesperrt werden. Dazu wird zwischen Elektroden ein elektrisches Wechselfeld erzeugt und in diesem elektrischen Feld werden die Ionen aufgrund ihrer Ladung festhalten.

Für eine weitere Technik, um elektrisch *neutrale Teilchen* festzuhalten, wurde im Jahr 2018 der Nobelpreis verliehen. Hierzu werden Laserstrahlen so ausgerichtet, dass deren Lichtwellen sich überlagern (interferieren) und so ein "optisches Gitter" erzeugen. In diesem Interfe-

renzgitter, das quasi eine Struktur eines Eierkartons abbildet, ordnen sich die kalten, neutralen Atome an.

Anregung der ultrakalten Atome
Die so gekühlten und gefangenen Atome nehmen die Energie eines kurzen Laserpulses auf und geben sie später mit einer minimal veränderten Strahlung wieder ab. D.h. sie leuchten charakteristisch, nachdem der Laserpuls beendet wurde. Das Leuchten und die Frequenz sind sichtbar, also messbar.

Wir haben nun also Möglichkeiten geschaffen einzelne Teilchen
- auf -273.15 Grad herunter zu kühlen
- sie einzufangen
- sie an einem Ort fest zu halten
- und sie sichtbar zu machen

Der Frequenzunterschied des verspätet entlassenen Lichts im Vergleich zum beschießenden Laserimpuls birgt die gesuchte Eigenschaft (Frequenz/Takt), die zur ultragenauen Zeittaktung verwendet wird.

Die verwendeten Laser
Die eingesetzten Laser sind verbesserte Industrielaser der Leistungsklasse eines üblichen Laserpointers. Diese sind in hoher Stückzahl und geringem Preis z.B. in Blue-Ray-CD-Laufwerken verbaut.

Technische Anwendungen
Anwendungsbeispiel: GPS:
Die Standortbestimmung bei der Satellitennavigation (z.B. GPS) erfolgt, indem mehrere Satelliten im Orbit regelmäßig Signale versenden. Signalinhalt ist u.a. der sehr genaue Zeitpunkt der Absendung und die Satellitenposition. Aus der Signallaufzeit kann die Entfernung des einzelnen Satelliten bestimmt werden. Die Signale mindestens vierer Satelliten werden mittels Triangulation verrechnet und somit die Position des Empfängers bezüglich der angepeilten Satelliten bestimmt.
Wichtiger Punkt ist hierbei die Genauigkeit des Sendezeitpunkts und die Synchronizität der Uhren auf den Satelliten. Hierzu werden Atomuhren auf den Satelliten eingesetzt.

Aufgrund der heute im Einsatz befindlichen Uhren ist die Genauigkeit der Positionsbestimmung begrenzt.
Mit dem Einsatz präziserer Uhren wäre eine viel größere Genauigkeit im Bereich von Millimetern möglich. Diese Genauigkeit ist z.B. für die Steuerung selbstfahrender Autos nötig.

Anwendungsbeispiel: Geodäsie
Extrem präzise Geodäsie (Vermessungslehre) ist unter anderem mit dem Problem der Gravitations-Zeit-Dilatation konfrontiert. Hierbei handelt es sich um ein Phänomen aus der Relativitätstheorie. Je stärker die Gravitation (Massenanziehung) ist, die auf einen Körper einwirkt, desto langsamer vergeht die Zeit für diesen Körper. (*In dem Science-Fiction-Film " Interstellar" wird ein Raumschiff von der Erde weg zu fernen Planeten geschickt, die um*

ein schwarzes Loch kreisen. Je näher die Astronauten dem schwarzen Loch kommen, desto langsamer vergeht für sie die Zeit.) Dass die Zeit mit zunehmender Entfernung von der Erde langsamer abläuft, konnte tatsächlich in Experimenten mit Atomuhren, die in Flugzeuge geladen wurden, bestätigt werden.
Mit aktuellen Atomuhren reicht schon ein Anheben von wenigen Zentimetern, um eine messbare Zeitabweichung feststellen zu können.

Eine Anwendung besteht in der Vermessung des Gravitationsfeldes der Erde mit Hilfe ultragenauer Uhren. Man misst die Schwerkraftverteilung auf der Erdoberfläche, indem man die Zeitabweichung an unterschiedlichen Standorten ermittelt. Die Zeitabweichung lässt Rückschlüsse auf die Gravitation und damit auf die unter der Erdoberfläche befindliche Massenverteilung zu.

Dieses Erkennen und Auffinden von Massenansammlungen unterhalb der Erdoberfläche kann z.B. bei der Suche nach Rohstoffen, Wasser und Erdöl eingesetzt und ergänzt die althergebrachten Methoden mittels Satellitenbilder und seismischer Untersuchungen.

Eine Frage aus dem Auditorium, ob bei der Definition der Zeit nicht auch das Gravitationsfeld am Standort der Uhr berücksichtigt werden muss, führt zu der Antwort, dass natürlich die Definition der Zeit (und Uhrengenauigkeit) auch auf der Basis eines genau definierten Gravitationsfeldes erfolgen muss.

Anwendungsgebiet: Grundlagenforschung
Sind unsere Naturkonstanten wirklich konstant?
Unser aktuelles Verständnis der Physik basiert auf Naturkonstanten, wie z.B. der Lichtgeschwindigkeit, der Protonenmasse, der Elektronenmasse usw. Das Ziel ist deren möglichst genaue Bestimmung. Bisher wurden diese als quasi "gottgegeben" und unveränderlich (konstant) angenommen.
Die demnächst möglichen, ultragenaueren Untersuchungen könnten dies jedoch in Frage stellen.

Gibt es weitere Naturkräfte?
Unsere Wissenschaft geht heute davon aus, dass es nur 4 Naturkräfte gibt:

- Elektromagnetismus
- starke Wechselwirkung (in Atomen)
- schwache Wechselwirkung (in Atomen)
- Gravitation

Eine Entdeckung einer weiteren Naturkraft könnte andere Modelle zur Beschreibung der Natur hervorbringen.

Im Anschluss an den Vortrag stellten sich noch einige Fragen, die Professor Willitsch bestmöglich zu beantworten suchte. Hierbei ging es unter anderem um

- die Größe einer Atomuhr, z.B. um Sie auf ein Raumschiff laden zu können

- ob die aktuelle der Definition einer Sekunde auf einer einzelnen Uhr beruht oder ein Mittelwert aus verschiedenen Atomuhren ist
- wie man die Zeit, anhand einer Frequenz bzw. Farbe, abliest
- welches die Kriterien für die Auswahl möglichst "unempfindlicher" Atome für eine Atomuhr sind
- wie die Atomuhren auf den unterschiedlichen Satelliten, in den Gravitationsfeldern synchronisiert werden

Das Hochrhein-Seminar bedankt sich für einen interessanten Vortrag, der aktuelle Forschung und Nobelpreisthemen einbezogen hat.

The social life of zebra finches

Dr. Adriana Maldonado Chaparro, Max-Planck-Institut für Ornithologie, Department of Collective Behaviour, Radolfzell

15.2.2019

Am 15.2.2019 war Frau Dr. Adriana Maldonado Chaparro zu Gast im Hochrhein-Seminar in Waldshut. Frau Dr. Maldonado Chaparro arbeitet derzeit im Max-Planck-Institut für Ornithologie im Department of Collective Behaviour.

Das Thema heute lautete "The social life of zebra finches "

Animals that live in groups interact with each other in different ways leading to a variety of social relationships. In this presentation I will talk about how animals that live in groups make "friends", how they find a mate to breed and the relationships with their offspring. I will introduce the Zebra Finches, a great system to learn about the social behaviour of birds because they live in large groups and form pairs for life. To study these birds, and to understand their behaviour, I first developed an automated system with the help of students at the University of Konstanz. With this system, it is possible to observe the birds feeding, perching, preening, feeding their chicks and sometimes fighting. The birds carry backpacks with barcodes that a computer can read. This way, it is possible to learn about the adaptations individuals have for living in large groups.

Die Forschergruppe hatte sich die Aufgabe gestellt, wie das natürliche soziale Leben von Zebrafinken beschrieben werden kann. Zebrafinken leben in freier Wildbahn in Schwärmen zu mehreren hundert Exemplaren.

Zebrafinken sind monogam, d.h. sie suchen Partner, mit denen Sie normalerweise bis zum Lebensende zusammenbleiben. Aber, wie gewinnt und überprüft man Aussagen über das Zusammenleben dieser Vögel?

Frau Dr. Maldonado Chaparro erarbeitete zuerst mit den Zuhören Fragen, zum Thema "Soziales Leben":
Wie findet Partnersuche statt? Bilden Zebrafinken Cliquen? Findet die Partnersuche überwiegend innerhalb von Cliquen statt? Suchen Zebrafinken neue Partner, wenn der eine gestorben ist? Wie erfolgreich ist diese Suche? Geht die Partnersuche vom Männchen oder vom Weibchen oder von beiden aus? Schließen Zebrafinken "Freundschaften" im Sinne von engeren Kontakten? Welche Schritte führen zur Bildung einer Gruppe? Gibt es besondere Merkmale der Tiere wie z.B. Größe oder Farbe, die die Wahrscheinlichkeit verbessern, einen Partner zu finden? Wie finden und unterscheiden sich die Individuen eigentlich untereinander (da sie äußerlich - für uns - kaum Unterschiede aufweisen)? Mit welcher Frequenz treten die "befreundeten" Zebrafinken in Kontakt? Gibt es unterschiedliche Arten der Vernetzung (lose, enge Freundschaft)? Unterscheidet sich die Frequenz bei unterschiedlich engem Kontakt (Freund, Partner)? Welches Zahlenverhältnis zwischen Männchen und Weibchen herrscht typischerweise in einem Schwarm?

Es ergeben sich weitere Fragen, die auch bei der Analyse des Sozialverhaltens anderer Lebewesen interessant sein könnten, wie:
Teilen diese Lebewesen die Nahrung untereinander (vergleichbar mit dem bekannten "Teilen" bei Primaten)? Gibt es Hierarchien bei der Nahrungsaufteilung? Beschützen sich die Tiere einer Gruppe gegenseitig? Wer beschützt wen? Lernen die Tiere voneinander? Lernen die Jungtiere durch Nachahmung? Finden sich Gruppen für bestimmte Tätigkeiten zusammen (z.B. Nahrungssuche)? Welche Interaktion finden äußerst selten statt?

Die Untersuchungsmethode scheint ganz einfach. Man beobachtet die Tiere, analysiert deren Verhalten und notiert die Ergebnisse. Man wählt dazu eine Umgebung, die die natürlichen Verhaltensweisen möglichst wenig beeinflusst.

Eine der wichtigsten Voraussetzung ist die Identifizierung einzelner Tiere.
Hierzu wurden die Zebrafinken - wie bei Vögeln üblich - "beringt", d.h. mit einem Ring an der Kralle markiert. Zur besseren Identifizierung der Vögel wurden hier ausnahmsweise mehrere Ringe angebracht. Die Ringe an den Krallen wurden mit IDs versehen und als Neuerung wurden mehrere Ringe in unterschiedlicher Farben an beiden Krallen der Vögeln angebracht (Farbcode).
Anhand der IDs und der Farbkombination kann man die Tiere nun genau bestimmen. Dann wurden die Vögel in Gehege gefilmt und durch Videoanalyse die einzelnen Vögel identifiziert. Eine Frage war z.B. welche Vögel fressen gemeinsam? Welche Vögel sitzen oft nebeneinander auf der Vogelstange?

Researcher data collection format

Time	Bird #	Right_ring_col	Left_ring_col

Als Beispiel wurde dem Auditorium eine Videoaufnahme vorgespielt und die Aufgabe bestand darin, eben diese Zuordnung vorzunehmen.

In der Praxis ergeben sich mehrere Probleme:

- Die Vögel "sitzen" teilweise auf ihren Ringen und verdecken mit dem Gefieder die Ringe, so dass diese nicht zu erkennen sind. Besonders tritt diese Phänomen bei am Boden befindlichen Vögeln und an Futterplätzen auf.
- Die Zebrafinken sind Wildtiere und sehr unruhig, d.h. viele wechseln permanent den Aufenthaltsort.
- "Welche Vögel sitzen zu welchem Zeitpunkt bzw. wie oft nebeneinander auf der Vogelstange". Diese einfache Fragestellung ist analysierbar, wenn sich nur einzelne Exemplare bewegen. Wen der ganze Schwarm auffliegt ist der Zählaufwand enorm.
- "Welche Gruppen treffen sich an Futterstellen?" Auch hier ist es praktisch unmöglich durch Abzählen, die sich ständig ändernden Gruppierungen, in der notwendigen Geschwindigkeit, zu ermitteln. Eine Segmentierung in einzelne Gehege würde einerseits die Zählung vereinfachen, andererseits aber sehr wahrscheinlich nicht das natürliche Verhalten der Vögel zulassen.

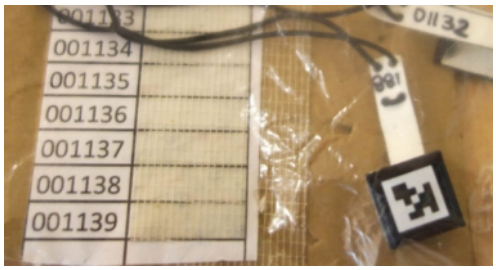
Alternativ können die Filmaufnahmen in Zeitlupe analysiert werden. Die logische Konsequenz ist aber eine Vervielfachung des Zeitaufwandes für die Analyse. In der Anfangsphase des Projektes haben die Forscher viele Tage mit derartigen Analysen des Videomaterials zugebracht.

Es musste eine Methodik gefunden werden, um die Identifizierung einfach zu machen:

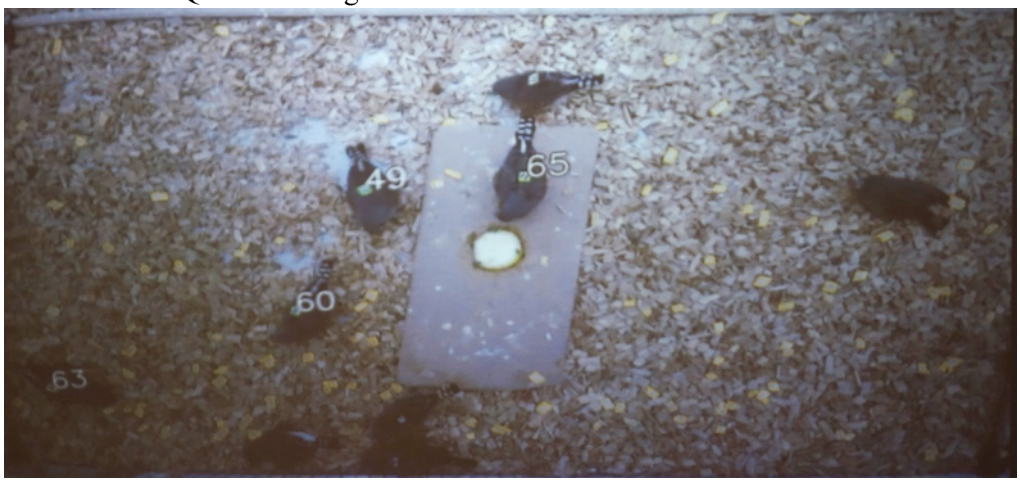
Mehrere Ideen wurden geprüft:
GPS: Die einzelnen Vögel sollten mit GPS-trackern zur Ortsbestimmung bestückt werden. Da ein einzelner Zebrafink ca. 10 Gramm wiegt, mussten die Sender inkl. Batterie sehr klein sein. Man kann das Gerät sehr klein halten, wenn man sich z.B. auf die Aufzeichnung der letzten 5 Bewegungen beschränkt.
Der technische "Rucksack" mit einem Sender wäre weniger ein Problem. Man beobachtete zum Glück, dass ein derart "bepackter" Zebrafink seinen anfänglichen Widerstand gegen den Rucksack nach ca. 3 Minuten aufgibt und sich wieder normal im Gehege bewegt.

Die für die GPS-Ortung notwendigen Antennen wurden aber zum Problem. Wenn zwei Zebrafinken sich annähern, dann stoßen die Antennen der beiden gegeneinander bzw. verhaken sich. Das führt bei den beteiligten Zebrafinken dazu, dass sie diesen "Partnern" künftig aus dem Weg gehen und somit ihr natürliches Verhaltensmuster aufgeben.

Daher wurde eine neue Idee geboren:
Die Vögel wurden wieder mit einem "Rucksack" versehen. Auf dem Rucksack war aber lediglich ein kleines Schild mit einem QR-Code angebracht. Der QR-Code kann durch eine elektronische Kamera erkannt und ausgelesen werden. Man sieht in einem Beispielvideo, wie die Nummern der Vögel in Echtzeit in den Film eingeblendet werden.

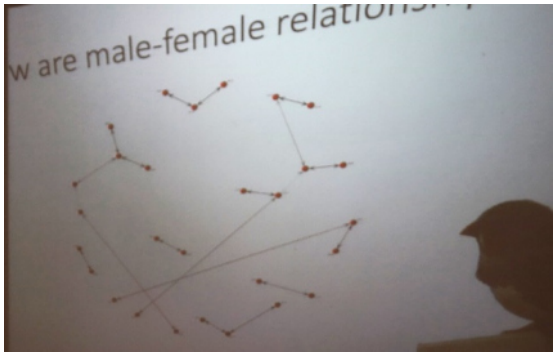


Man kann sogar die Bewegungs- bzw. die Blickrichtung der einzelnen Vögel anhand der Orientierung des QR-Codes erkennen. Wenn mehrere Beobachtungskameras an festen Orten im Gehege platziert sind, dann lässt sich - wie im GPS-System - die genaue Raumkoordinate des einzelnen QR-Codes/Vogels errechnen.



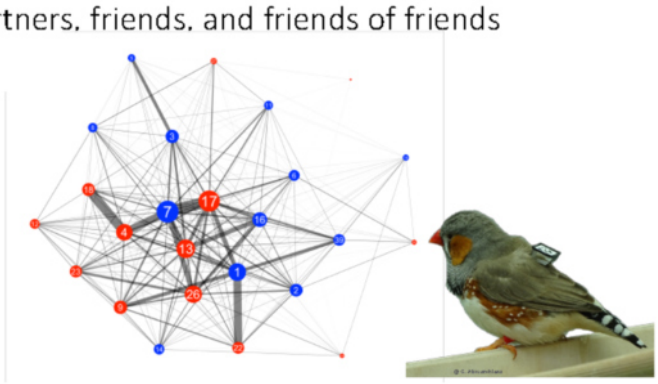
Mit einem sechs Kamera-System können nun problemlos bis zu 200 Exemplare dieser sehr lebendigen Wildtiere auf engem Raum "getrackt" werden.

"Bilden Zebrafinken wirklich stabile Partnerschaften?"
Ergebnis: Die grafische Analyse der Bewegungen zeigt: Die Partnerschaften sind stabil. Sie wechseln nur sehr häufig den Aufenthaltsort.



Wieviel Zeit bzw. wie viele Kontakte benötigen Zebrafinken, um einen Partner zu finden?

Die grafische Analyse zeigt die Vernetzung der Individuen. Weibchen sind rot, Männchen sind blau dargestellt. Die Dicke der Verbindungslinien zeigt die "Stärke" der Verbindung, also die Anzahl der Kontakte an.
Man kann erkennen, dass Weibchen stärkere Kontakte, auch untereinander pflegen.
Mit dieser neuen Tracking-Technologie ist also die Analyse der sozialen Verflechtungen der Zebrafinken möglich geworden. Die Hoffnung ist, dass diese Technik auch auf die



Analyse weiterer Wildtiere angewendet werden kann.

Im Anschluss an den technischen Teil des Vortrags entbrannte eine rege Fragestunde, die sich im Wesentlichen um die Verhaltensbiologie der Zebrafinken drehte. Frau Dr. Maldonado Chaparro hatte viele zu beantworten und konnte auch einige Anekdoten beisteuern.

Nachfolgend einige Impressionen:
Wir erfuhren, dass man davon ausgeht, dass in freier Wildbahn 90% der Zebrafinken monogam sind. In Gefangenschaft reduziert sich das auf 70%.

Aus der Sicht des Verhaltensbiologen ist die richtige Partnerwahl ein wichtiges Kriterium für den Reproduktionserfolg. Man weiß bis heute nicht, nach welchen Kriterien sie den Lebenspartner auswählen. Vorstellbar sind Farbe, Größe (Männchen sind größer als Weibchen), besondere Merkmale (farbige Backen), besonderes Verhalten (z.B. typische Kämpfe zwischen den Männchen), der Gesang. Da der Gesang zwischen den Individuen kaum Abweichungen aufweist, geht man davon aus, dass dieser kein Auswahlkriterium darstellt.
Man kann beobachten, dass die Weibchen eine gezielte Partnerwahl treffen, die Männchen dagegen eher unspezifisch in Ihrer Partnerwahl sind. Farben scheinen für die Weibchen ein Auswahlkriterium darzustellen. So hat man zufällig, weil unbeabsichtigt, festgestellt, dass Männchen, die mit einem roten Ring beringt worden waren, deutlich bessere Chancen hatten, als Partner ausgewählt zu werden.

Hochrhein-Seminar thanks you for being here.

Alternative Antriebssysteme

Prof. Dr. Frank Allmendinger, Hochschulcampus Tuttlingen, Hochschule Furtwangen

15.03.2019

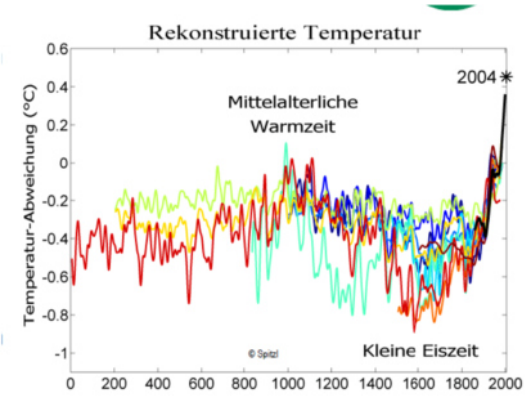
Prof. Allmendinger war am 15.3.2019 mit seinem Vortrag "Alternative Antriebssysteme" zu Gast beim Hochrhein-Seminar in Waldshut.

Zunächst machte Prof. Allmendinger uns bewusst, dass unsere heutige Gesellschaft auf Mobilität und hier insbesondere auf dem Automobil basiert. Die Auswirkungen von 100 Jahren Verbrennungsmotor zeigen sich heute allgegenwärtig und können sogar z.B. in der Stadtentwicklung beobachtet werden.

Der "Verbrennungsmotor" hat einen 100-jährigen, technischen Entwicklungsvorsprung, kann auf eine flächendeckende Energieversorgung (Tankstellennetz) zurückgreifen und weist eine weite Verbreitung in der Bevölkerung auf. Die Wohnortwahl basiert vielfach auf der Verfügbarkeit von Mobilität, sei es, um zur Arbeit zu pendeln oder (mobile Pflege- und Kurier-)Dienste in Anspruch nehmen zu können.

Unsere Industriegesellschaft und unsere Mobilität basieren auf der Verbrennung fossiler Energiequellen. Hier wird die in Jahrtausenden eingespeicherte Sonnenenergie genutzt und das in dieser Zeit gebundene CO_2 in kurzer Zeit wieder in die Atmosphäre entlassen.

Egal welches Modell man bevorzugt: unstrittig ist, dass die globale Erwärmung (zu mindestens 50%) auf der Tätigkeit der Menschheit beruht. Damit verbunden ist auch das Auftreten der Stickoxide, Ruß und Feinstaub, die teils als chemische Kettenreaktion aus der Energiegewinnung aus fossilen Energieträgern entstehen.



Der aufgrund des einsetzenden Klimawandels notwendige Umschwung und die Weiterentwicklung unserer Mobilitätskonzepte werden nicht nur ein Ersetzen der Verbrennungsantriebe erfordern. Darüber hinaus werden für unsere Mobilität neue digitale Buchungssysteme und neue Logistik- und Verkehrssysteme entwickelt werden müssen. Die mit den erneuerbaren Energien einhergehende dezentrale Energieversorgung wird die aktuelle Wirtschaft zu 50% verändern. Der Energieverbrauch wird reduziert und neu gesteuert werden müssen.

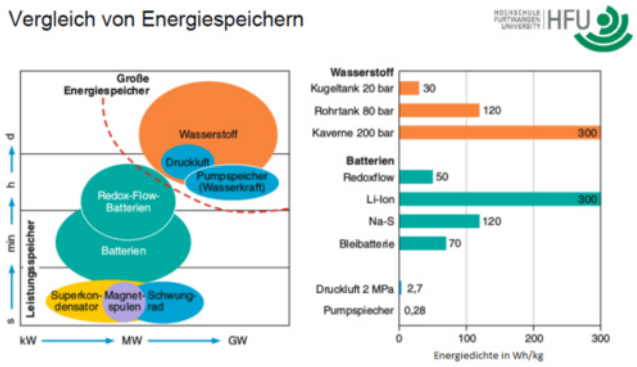
aktuelle Energiequellen:
Als erneuerbare Energiequellen stehen heute zur Verfügung:
Wind, Sonne, Gewässer, Biomasse, Gezeitenkraft und Erdwärme.
Alle diese Energiequellen sind aber "fluktuierende Quellen", die nicht kontinuierlich die geforderte Energiemenge abgeben können.

Deshalb wird parallel ein großer Bedarf an Energiespeichern entstehen.

Energiespeicher

Heute stehen - je nach erforderlicher Energiemenge, Energiedichte, verfügbarem Platz und nach erforderlicher Ladegeschwindigkeit - verschiedene Speichertechnologien zur Verfügung:

- Kondensatoren (kW)
- Batterien (MW)
- Druckluft-/Wasserstoffspeicher (GW)
- LiIon- und Kavernenspeicher (mit 200bar-Druckluft)

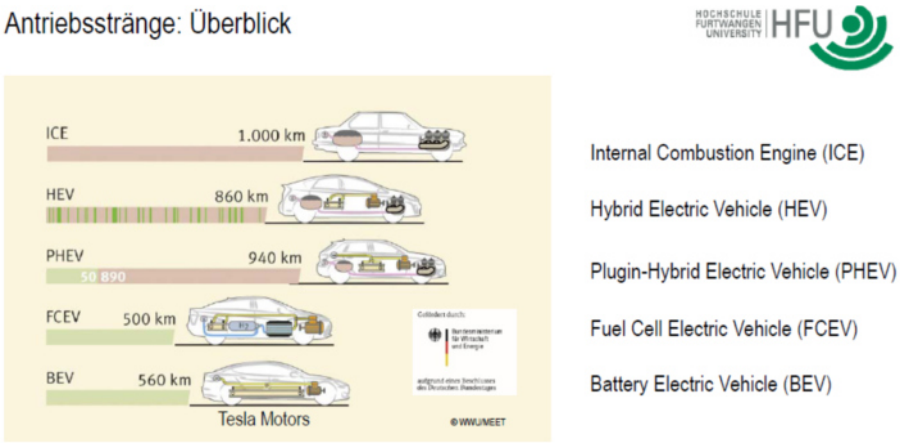


[Anm. Hochrheinseminar: vgl. Jahrbuch 17/18, Vortrag Dr. Roth, PSI Energiespeicher - Eckpfeiler eines klimafreundlichen Energiesystems, S72 ff.]

Aktuell ist der Verkehrssektor für ca. 30% unseres Gesamtenergieverbrauchs verantwortlich, wobei in Deutschland im wesentlichen Mineralöl genutzt wird. Das mögliche Einsparungspotential an CO_2-Emissionen ist im Verkehrssektor derzeit weitgehend ungenutzt.

Antriebssysteme

Aktuell stehen für Fahrzeugantriebe folgende Systeme zur Verfügung:

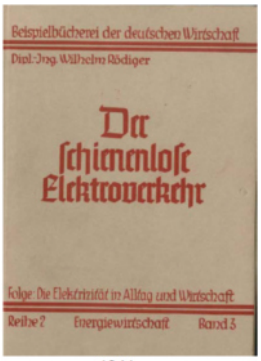


- Fahrzeuge mit **Verbrennungsantrieb** (ICE)
- **Hybridfahrzeuge** mit Verbrennung- und **Elektroantrieb** und Energierückgewinnung (Bremsenergie) in elektrische Energie (HEV)
- HEV mit der Möglichkeit, zusätzlich über ein Ladekabel (**Plug**-In) elektrische Energie aufzutanken (PHEV)
- **brennstoffzellen**-angeriebene Elektrofahrzeuge (FCEV)
- rein **batteriebetriebene** Elektrofahrzeuge (BEV)

Als neue, über eine fossile Verbrennung hinausgehende Konzepte, sollen nahfolgend FCEV und BEV näher betrachtet werden:

BEV

BEV basieren auf dem Prinzip von 1941. Schon bei den ersten Konzepten wurden die kritischen Erfolgsfaktoren benannt: Die Ladeinfrastruktur, die längeren Ladezeiten und eine kritische Mindestanzahl von Fahrzeugen für eine industrielle Fertigung.



1941

Streetscooter: Li
von DHL (2016)

Das erste, bekanntere Fahrzeug war wohl das Lunar mobil aus dem Jahre 1972. Bei der Mondmission war der verbrennungsfreie Antrieb alternativlos, da in der Mondatmosphäre kein Sauerstoff für einen Verbrennungsvorgang zur Verfügung steht.

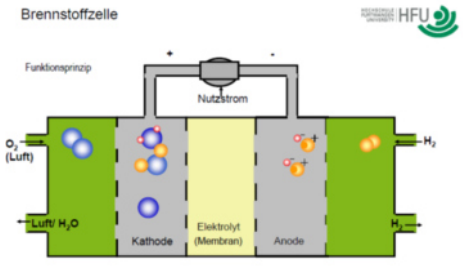
Die industrielle Produktion von BEVs wird heute immer noch weitgehend getrennt von Versorgungs- und Pufferkonzepten realisiert, auch wenn es nur im Verbund sinnvoll wird.

Um ein BEV "zu Hause" einfach und zügig aufladen zu können, wird ein Stromanschluss benötigt, der ca. 40kW/h leisten kann. Zum Vergleich: ein haushaltsüblicher Elektroherd bezieht typischerweise 11 kW/h bis max. 22 kW/h vom 380V/Drehstromanschluss.
D.h. für ein Elektroauto müsste in der Regel die Leistung (und Leitungen) vorhandener Hausanschlüsse verdoppelt werden.

BEV haben den Vorteil "am Fahrzeug" keine Emissionen zu erzeugen. Aufgrund der aktuellen Batterietechnik und des hohen Batteriegewichte sind damit aber nur ca. 50% der "gewohnten" Reichweite verfügbar. Die Batterien haben ein hohes Eigengewicht, dürfen nicht komplett aufgebraucht ("tiefentladen") werden und können in kurzer Zeit nur auf ca. 80% geladen werden. In der kalten Jahreszeit reduziert sich die Reichweite mit kalten Batterien um nochmals 30%.

FCEV

Das Konzept der kalten Verbrennung auf Basis eines chemischen Prozesse ist ca. 160 Jahre alt. Als Reaktionsprodukt tritt allein Wasser als "Abgas" auf.



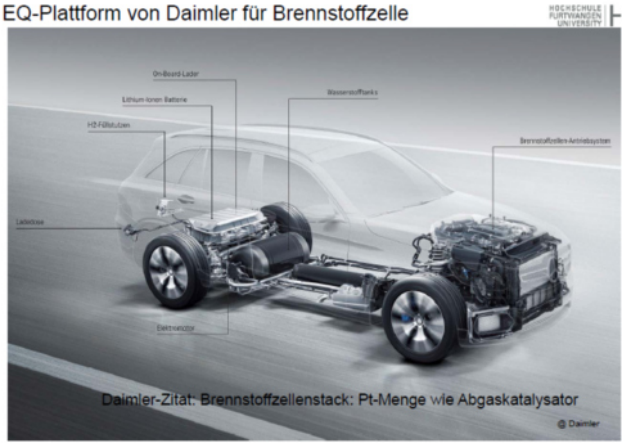
Die Steuerung der kalten Verbrennung erfolgt über eine geregelte Sauerstoffzufuhr (mittels einer Kompressorpumpe). Die Wasserstofflagerung (ca. 4 kg) bei einem Druck von 700bar ist im Auto heute techn. problemlos möglich. Der Wirkungsgrad liegt zwischen 40% (vergleichbar einem "fossilen" Verbrennungsantrieb) und 80% (z.B. Wasserkraftwerk).
FCEVs lassen sich schnell betanken, sind sauber und haben eine "gewohnte" Reichweite.

Der notwendige Platinanteil in einer Brennstoffzelle bewegt sich auf dem Niveau eines Abgaskatalysators und ist als Edelmetall auch relativ einfach zu recyceln.

Dennoch ist die Technologie noch nicht so weit, dass eine Serienproduktion für den Massenmarkt zu entsprechend niedrigen Kosten heute möglich ist. Erste Fahrzeuge befinden sich seit längerer Zeit im erfolgreichen Einsatz (in Deutschland ca. 400 Stück). Hochpreisige FCEV-Fahrzeugmodelle sind bereits am Markt verfügbar. Die Ladeinfrastruktur ist ausreichend, wenn auch nicht üppig. Die Tankzeiten betragen wenige Minuten.

Aktuell etablieren sich Standardbauformen, z.B. EQ-Plattform =Standard-Batteriechassis). Diese könnten weitere wichtige Schritte auf dem Weg in industrielle Fertigung, Modularisierung und industrielles Recycling darstellen.

EQ-Plattform von Daimler für Brennstoffzelle

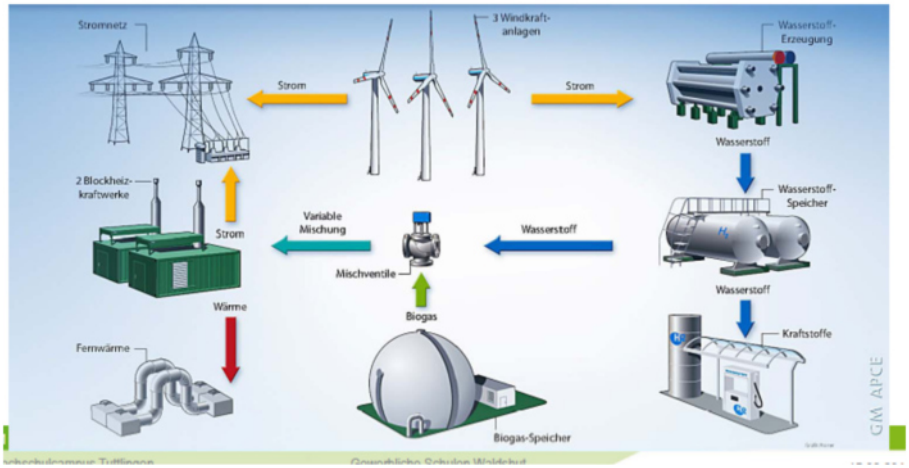


Zur Erzeugung des benötigten Wasserstoffs stehen heute mehrere Verfahren zur Verfügung:

Verfahren / Prozess	H_2-Erzeugungskosten (€/Nm³ H_2)	Kostenanteile
Erdgasreformierung:		Brennstoffkosten (Erdgas):
große Anlagen	0,07 - 0,08	50 - 68 %
kleine Anlagen	0,17 - 0,24	28 - 40 %
Alkalische Hochdruckelektrolyse (Windstrom)	0,44	Elektrizitätskosten: 75 - 85 %
Biomassereformierung (Battelle/FERCO)	0,14 - 0,17	Brennstoffkosten: 40 % (Biomasse)
Photobiologische H_2-Erzeugung	11,68 - 0,05 (Mittelwert 0,54)	Investitionskosten: bis zu 92 %

Quelle: Cluster Energiewirtschaft NRW, 2009

Der produzierte Wasserstoff kann dabei z.B. auch aus der Überproduktion der Windkraftanlagen gewonnen werden und so gleichzeitig als Energiespeicher ("Windgas") oder als Treibstoff dienen.

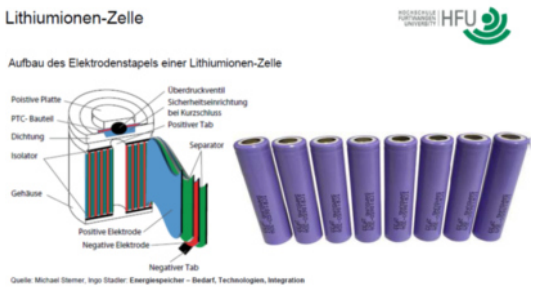


BEV und FCEV erscheinen nicht als wettstreitende Konzepte, sondern als gegenseitige Ergänzungen in unterschiedlichen Marktsegmenten.

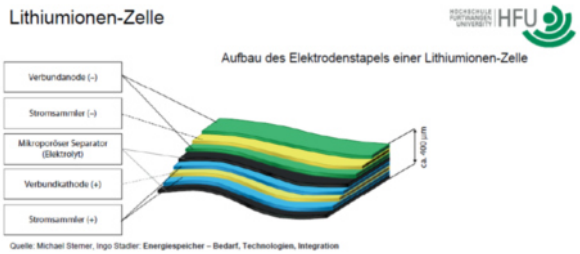
Batterien
Batterien sind in beiden Antriebssystemen (BEV, FCEV) notwendig.

Im Prinzip besteht eine Batterie aus einem Packet kleinerer "Zellen" (ca. 2 V), die durch elektrische Reihen- und Parallelschaltung in leistungsfähigeren Blöcken von 12V, 24V bis zu 800V (Porsche) zusammengeschaltet werden.

Die einzelnen Zellen bestehen aus Elektroden die durch eine Isolierschicht (Elektrolyt) voneinander getrennt sind. Beim Aufladen bewegen sich die Elektroden in eine Richtung durch das "einseitig durchlässigen" Elektrolyt. Durch das Aufwickeln der 3 Schichten (Kathode, Anode, Separator) wird eine Platzeinsparung erzielt und es entsteht die bekannte "runde" Form.



Technische Unterschiede ergeben sich durch das Material des Elektrolyten. "Luftbatterien" nutzen Luft als Isolator, leiden aber unter dem Memoryeffekt, d.h. die Ladekapazität wird mit jedem Ladevorgang geringer.

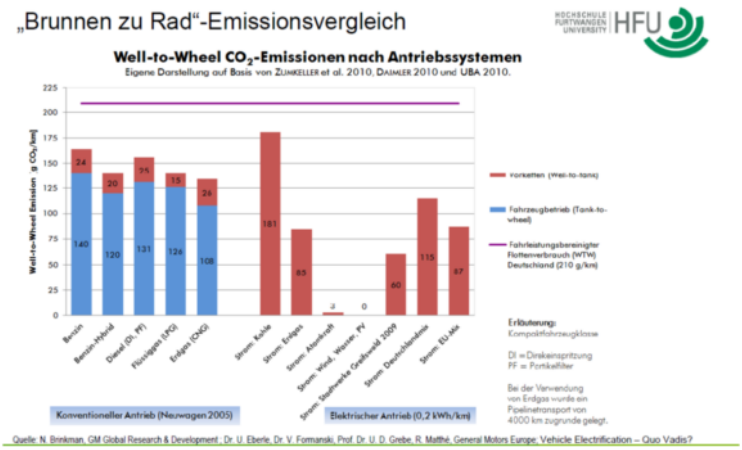


Weitere Unterschiede bei verschiedene Batterietechnologien sind die Alterung, der Verlauf des Ladevorgang und die verbauten Rohstoffe. Die verbauten Rohstoffe haben Auswirkungen auf die temperaturbedingte Materialermüdung, die beim Laden und entladen entsteht (Materialerwärmung).

Der Produktionsprozess der Batteriefertigung besteht im Wesentlichen im Aufwickeln und umfasst ca. 10% der Wertschöpfung. Für eine Fertigung in einem Hochlohnland/Industrieland erscheint das eher unattraktiv.
Gewinnspannen von bis zu 50% im Dienstleistungs- und Softwarebereich bieten daher deutlich bessere Aussichten für eine attraktive Wertschöpfung.
Alternativ sind z.B. mit high-tech-know-how für den Bau von Brennstoffzellen bessere Geschäftskonzepte realisierbar.

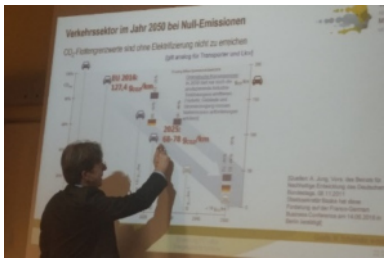
Vergleich
Nebenstehende Betrachtung fasst die CO2-Emissionen des Fahrzeugbetriebs ("Fahren") und des vorgeschalteten Produktionsprozesses für den benötigten Treibstoff zusammen. (Well->Tank->Wheel)

Bei der Betrachtung der CO_2-Belastung, die durch die diversen Antriebe und die verwendeten Treibstoffe ensteht fällt auf, dass die Atomenergie aus dem Blickwinkel der CO_2-Belastung sehr positiv bewertet werden muss. Hier liegen die Nachteile und Risiken in Bereichen, die zwar nichts mit der Klimaerwärmung zu tun haben, aber dennoch gesellschaftlich ausdiskutiert werden müssen.



Ebenso ist in der Grafik ersichtlich, dass ein (elektrisch) betriebenes Fahrzeug (ohne Emission) nur dann mit besserer CO_2-Bilanz aufwarten kann, wenn der zugeführte Strom ebenfalls CO_2-neutral gewonnen wird. Würde der zugeführte Strom auf Kohleverstromung basieren, dann wäre allein schon der erste Schritt "Kohleverstromung" schlechter als alle anderen verfügbaren Verbrennungstechnologien.

Vison
Es kann davon ausgegangen werden, dass die Ziele der EU bzgl. Reduktion der CO_2-Emissionen dazu führen, dass ab 2050 nur noch klimaneutrale Antriebe im Verkehr zugelassen werden.



Entsprechende Anreitze werden durch finanzielle Förderungen und/oder Strafzahlungen geschaffen werden. BEV und FCEV sind Technologien, die diese Anforderungen bedienen.

Der Weg
Gesellschaftlich praktikabel scheint heute eine Entwicklung, bei der die fossilen Brennstoffe in einem ersten Schritt durch Gas (LPG, CNC, Biogas) bzw. durch Biogas erzeugte Antriebsstoffe ersetzt werden.

Die nächste Stufe wären batteriebetriebene Antriebe, die dann wiederum durch wasserstoff- und brennstoffzellenbasierte Antriebe ersetzt werden.

Überspringen, Vorziehen und überschneidende Weiterentwicklung hin zu Wasserstoffantriebe wäre natürlich wünschenswert. Der benötigte Wasserstoff sollte langfristig auf jeden Fall klimaneutral (durch Bakterien) oder durch Elektrolyse (mittels erneuerbarer Energiegewinnung: "Windgas") generiert werden.

Wirtschaftlichkeit
Die wirtschaftliche Betrachtung der Energieträger Sonne & Wind führt dazu, dass die Kosten sich nur aus den Betriebs- und Wartungskosten berechnen. Die einmalige Investition führt bei sehr langer Betrachtung dazu, dass der jeweilige Anteil mit andauernder Nutzung gegen 0 läuft. Der zugeführte Rohstoff "Sonne" ist ja bekannterweise kostenlos erhältlich.

Bei entsprechender Einbindung in das Gesamtkonzept, kann Wasserstoff nicht nur als Energieträger für Antriebssysteme, sondern generell zur Speicherung von (Sonnen-)Energie verwendet werden. Die Rückgewinnung der "im Wasserstoff" gespeicherten Wind- oder Sonnenenergie ist einfach möglich. D.h. der Elektrolyseur ist bei der Wasserstoffgewinnung /-speicherung also in beide Richtungen einsetzbar.

Nachtrag: Wasserstoffspeicher
Eine Wasserstoffspeicherung in großen Mengen ist technisch ebenfalls beherrschbar, wie eine Pilotanlage in Texas zeigt. Hier werden heute in Kavernen eines Salzbergwerks bis zu 40 Mio. Kubikmeter Gas bei einem Druck von 150bar gespeichert. Die Anlage ist seit 2007 in Betrieb.

Das Hochrhein-Seminar dankt Herrn Professor Allmendinger für den interessanten Vortrag. Der Vortrag passte thematisch hervorragend zu den laufenden Demonstrationen "Friday for Future" und war trotz der zeitl. Überschneidung mit den Demonstrationen gut besucht.

Moderne Technologien aus dem Bereich Wasser

Prof. Dr.-Ing. Susanne Mall-Gleißle, Studiendekanin Umwelt- und Energieverfahrenstechnik, Hochschule Offenburg

12.4.2019

Am Freitag, 12. April 2019, präsentierte Prof. Dr.-Ing. Susanne Mall-Gleißle, Dekanin der Hochschule Offenburg, den jungen Teilnehmern des Hochrhein-Seminars ihre Forschungsarbeiten rund um das Thema „moderne Technologien aus dem Bereich Wasser“.

Die Forschungsarbeiten sind im Bereich der Verfahrenstechnik anzusiedeln. Bei der Verfahrenstechnik handelt es sich um einen Zusammenschluss aller naturwissenschaftlicher Bereiche, also der Mathematik, der Physik, der Biologie und der Chemie. Die Verfahrenstechniker betrachten dabei einen Prozess aus dem Labor und "upscalen" diesen Prozess auf den Maßstab einer Industrieanlage, wobei alle Bedingungen für eine technische Anlage betrachtet werden. Es findet somit der Weg vom Reagenzglas zur technischen Anlage statt. Ziel aller Verfahrenstechniker ist die Optimierungen jeglicher Stoffumwandlung.

Wasser ist in vielen Regionen der Erde Mangelware, insbesondere im Äquatorgürtel. Auch in Ländern, in denen prinzipiell genügend Trinkwasser zur Verfügung steht, kann es durch eine anhaltende Trockenperiode zu Trinkwasserknappheit kommen (siehe Deutschland 2018). Alle Menschen auf der Welt sind auf sauberes Wasser angewiesen und können ohne dieses nicht überleben.

Mit Hilfe der thermischen Verfahrenstechnik konnte nun in der Forschungsarbeit eine Anlage gebaut werden, die durch Entsalzen aus Salzwasser Trinkwasser herstellen kann. Da es sich bei 97,5 % des Wassers auf der Erde um Meerwasser handelt, könnte dieses damit als Trinkwasser nutzbar gemacht werden.

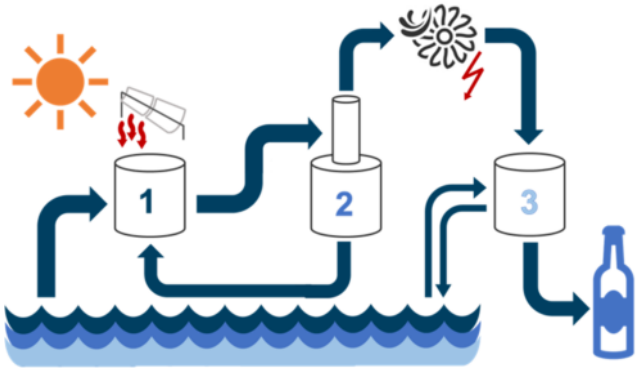
Prinzipiell gibt es zur Meerwasserentsalzung zwei mögliche Prozesswege um die enthaltenen 30-35 g Salz pro Liter zu entfernen.
Zum einen kann dazu die Umkehrosmose (reverse osmosis) genutzt werden. Dabei handelt es sich um ein Membranverfahren, bei dem man auf der einen Seite mit Salz angereichertes Meerwasser hat und auf der anderen Seite der Membran Trinkwasser. Durch ein aufgebautes Druckgefälle passiert nur das Wasser die Membran und das Salz bleibt zurück. Bei diesem Verfahren wird aber für den enormen Druckaufbau sehr viel Energie benötigt.

Bei der zweiten Möglichkeit handelt es sich um thermische Verfahren. Das im Moment gängige Verfahren ist dabei das Multi Stage Flash (MSF)-Verfahren. Dabei wird das Meerwasser verdampft und anschließend kondensiert, wobei in der Gasphase lediglich reines Wasser verbleibt, welches dann kondensiert wird. Das Salz bleibt zurück.

Sowohl die Umkehrosmose als auch die MSF werden in vielen Ländern zur Gewinnung von Trinkwasser aus Meerwasser verwendet. Die Gründe sind, dass in vielen Länder in denen Wassermangel vorliegt gleichzeitig ("natürlich") ein hohes Vorkommen an fossilen Brennstoffen ("Erdöl") herrscht. Diese fossilen Energieträger werden einfach verbrannt, um die Energie für die Trinkwassergewinnung zu gewinnen.

Die vorgestellte Forschungsarbeit betrachtet nun einen zweiten Weg der thermischen Verfahren, die Entspannungsverdampfung (MES). Bei diesem Verfahren wird ebenfalls Energie benötigt, allerdings wird dabei die Sonnenenergie verwendet und fossile Energieträger geschont. Das entwickelte Verfahren heißt SolAqua, d.h. aus Sonnenenergie wird Wasser.

Es besteht aus drei Modulen.
In Modul eins befindet sich Meerwasser, welches durch eine relativ einfache Solarpaneele auf 80-90 °C erhitzt wird. Da Wasser eine Siedetemperatur von 100 °C bei Normalluftdruck (1 bar) hat, findet noch keine Aggregatzustandsänderung statt.



In Modul zwei wurde deshalb im Vorfeld ein Unterdruck hergestellt. Durch die Öffnung eines Entspannungsventil findet genau an dieser Position durch den plötzlichen Druckabfall eine Verdampfung statt.
Der Vorteil liegt darin, dass das Wasser nicht auf 100 °C erwärmt werden muss und Energie gespart werden kann. Nachdem die Verdampfung stattgefunden hat gibt es zwei "Phasen". Dabei handelt es sich um eine flüssige Phase, da das Wasser nicht vollständig verdampft, und die Gasphase. Um diese beiden Phasen voneinander zu trennen wird die mechanische Verfahrenstechnik angewandt, bei der die unterschiedlichen Druckeigenschaften ausgenutzt werden. Die Gasphase strömt nach oben und die Flüssigphase setzt sich nach unten ab.
Mit der jetzt bereits salzfreien Gasphase kann an diesem Punkt auch noch Energie gewonnen werden, in dem sie durch eine Turbine geleitet wird. Dieser Schritt ist lediglich Bestandteil der Anlage, da das Ziel verfolgt wird, dass sie energieautark laufen kann. Beispielsweise die Pumpen, welche das Meerwasser zur Anlage befördern, können diesen elektrischen Strom nutzen.
Die salzfreie Gasphase wird in das Modul drei weitergeleitet und mithilfe von Meerwasser abgekühlt, sodass eine Kondensation stattfindet. Das kondensierte, saubere Trinkwasser wird gesammelt.
Da dieses demineralisierte und demineralisierende Wasser für den Körper schädlich wäre, müssen die gewünschten Mineralstoffe dem reinen Trinkwasser zugesetzt werden, so dass es für den Menschen genießbar wird.

Die Vorführanlage:
Zur Anschauung des oben genannten Verfahrens wurde im vergangenen Jahr eine Showan-

lage gebaut, in der alle Prozesse dargestellt werden können. Zur Verdeutlichung wird in dieser Anlage kein Salzwasser verwendet, sondern mit Lebensmittelfarbe versetztes Wasser. Diese Lebensmittelfarbe symbolisiert das gelöste Salz und ist für die Zuschauer sichtbarer.

Das Modul eins der Showanlage hat ein Volumen von 10 Litern (Meer-) Wasser, welches auf 85 °C erhitzt wird.
In dem Modul zwei herrschen 62 °C und 22 mbar. Dabei handelt es sich um das sogenannte thermodynamische Gleichgewicht, da die beiden Werte sich gegenseitig bedingen.
An dieser Stelle entsteht ein farbloses Gas und eine blau angefärbte Flüssigphase.

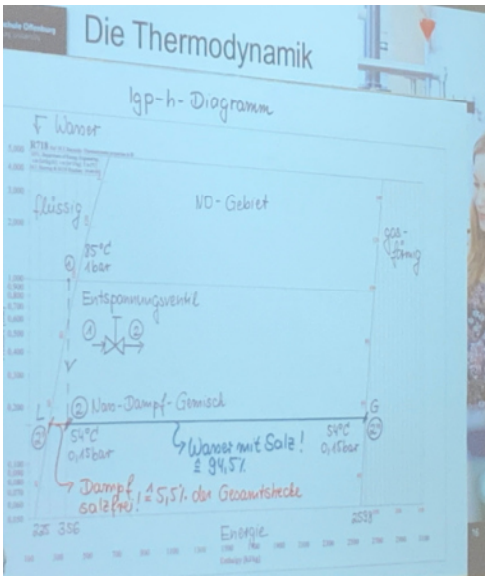
In Modul drei entsteht klares demineralisiertes Wasser.

Es handelt sich dabei um einen Batch-Versuch, d.h. die Anlage fährt nicht kontinuierlich, sondern wird von Beginn an mit 10 Litern gestartet. Wenn aus diesen 10 Litern ungefähr 300 mL demineralisiertes Wasser und aufkonzentrierte Salzlösung entstanden ist, wird der nächste Durchlauf begonnen.
Diese Showanlage kann den Prozess bei Vorträgen verdeutlichen oder beispielsweise von interessierten Schülerinnen und Schülern betrachtet werden.

Wie groß muss eine Anlage sein, um einen Menschen einen Tag lang mit Trinkwasser zu versorgen?
In Europa benötigt jede Person am Tag ungefähr 125 L Wasser.
Mathematisch überprüft werden soll nun, wie viele Anlagen und wie viele Absorberflächen benötigt werden, um mit dieser Showanlage in Offenburg einen Menschen zu versorgen.
Zur Berechnung und als Grundlage dienen logischerweise nur die Sonnenstunden am Tag, da die Anlage in der Nacht nicht durch Sonnenenergie betrieben werden kann. Bestmöglich kann in Offenburg der Monat Juli betrachtet werden, da dort die mittlere Sonnenscheindauer ca. 7 Stunden pro Tag beträgt.

Zur Überprüfung der Sinnhaftigkeit und Einsatzmöglichkeit einer solchen Anlage müssen drei Dinge betrachtet werden.
Zunächst muss die Thermodynamik verstanden werden. Im Anschluss finden die Berechnungen statt, danach werden die Parameter der Anlage festgelegt und zu guter Letzt wird das Ergebnis bewertet.

Zur Betrachtung der Thermodynamik wird ein Druck-Energie-Diagramm herangezogen.

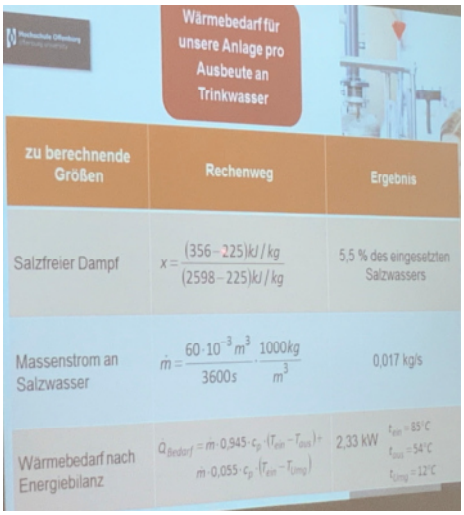


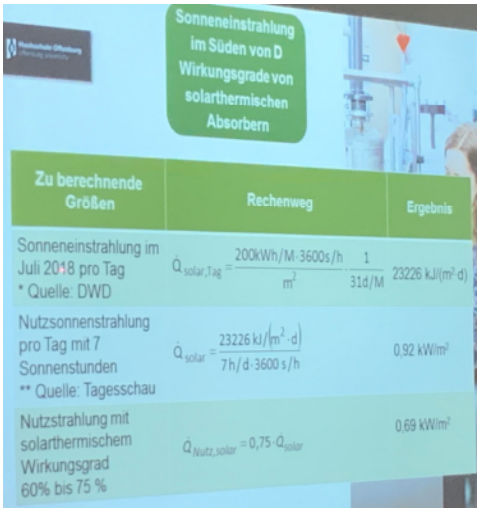
Auf der Y-Achse wird der Druck aufgetragen, dabei handelt es sich um eine logarithmische Auftragung.
Auf der X-Achse befindet sich die Energie, insbesondere die spezifische Enthalpie.
In dem Diagramm sieht man das thermische Gleichgewichtsgebiet und das ND-Gebiet (Nass-Dampf-Gebiet). In dem ND-Gebiet befindet sich sowohl die Nass– als auch die Dampfphase.

Liegt eine kleinere Energie vor, so befindet sich das Wasser in der flüssigen Phase und bei einer höheren Energie in der gasförmigen Phase.

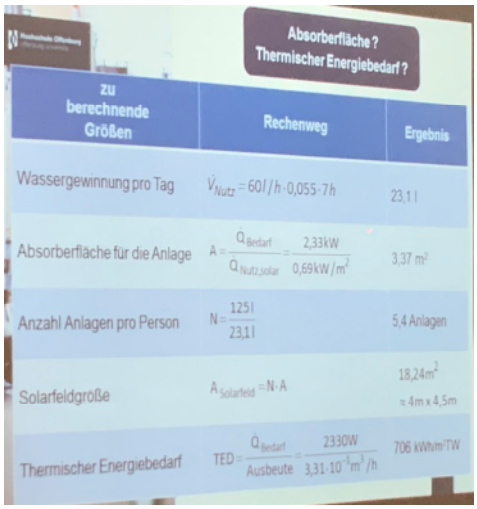
Bei Punkt eins befindet sich das Meerwasser in Modul eins, ist auf 85 °C bei 1 bar aufgeheizt. Durch das Entspannungsventil kommt es zu einer isenthalpen Entspannung. Dabei muss keine Wärme hinzugefügt werden und es wird auch keine abgeführt. Ein Teil verdampft und benötigt dafür Energie, die dem System entzogen wird, wodurch sich das System abkühlt. Dabei handelt es sich um die gestrichelte Linie von der Eins zur Zwei. Dieser Vorgang ist irreversibel.
Das Nass-Dampfgemisch existiert so nicht, sondern es zerfällt in die Dampf- und die Flüssigphase. Dieses sieht man im Diagramm an der rot/blau gekennzeichneten horizontalen Linie. Durch das Gesetz der abgewandten Hebelarme entspricht lediglich die kleine, rot eingefärbte Strecke der Effizienz der Anlage.

Bei der Berechnung steht im Vordergrund die Betrachtung der Absorberfläche und damit die Anzahl der Solarpanelen sowie die Frage nach der Größe des Energiebedarfs pro Produkt.





Als Ergebnis aus den Berechnungen lässt sich festhalten, dass mit einer Anlage 23,1 Liter Trinkwasser pro Tag gewonnen werden kann.



Dazu wird eine Absorberfläche von 3,37 m² benötigt. Wenn nun berücksichtigt wird, dass ein Mensch am Tag 125 Liter Trinkwasser benötigt, so müssen 5,4 Anlagen pro Person installiert werden.
Für diese Anlage wird dann eine Solarfeldgröße von 18,24 m² also ungefähr ein 4 × 4,5 m großes Feld benötigt.

Da es sich bei der Anlage um eine sehr einfache Protoanlage handelt, kann aus den Berechnungen abgeleitet werden, dass durch Optimierungen an der Anlage die Trinkwassergewinnung aus Meerwasser möglich ist.
Mögliche Optimierungen wären beispielsweise der Umbau auf eine mehrstufige Anlage, d.h. nicht nur eine Entspannungsphase einzubauen, sondern mehrere in Reihe zu schalten, oder in die nächste Druckstufe zu gehen.

Auch der Umgang mit dem aufkonzentrierten Meerwasser wird in Zukunft noch zu betrachten sein. Es gibt die Möglichkeit dieses abzukühlen und ins Meer zurück zu leiten oder es wird in der Anlage immer weiter angereichert bis sich Kristalle bilden, die mithilfe einer Zentrifuge entfernt werden können.

Vortragsreihe der Unter- und Mittelstufe

Wissenschaft und Fiktion -
Der robotische Augenarzt

Dr. Franziska Ullrich, ETH Zürich, Multi Scale Robotics Lab

09.11.2018

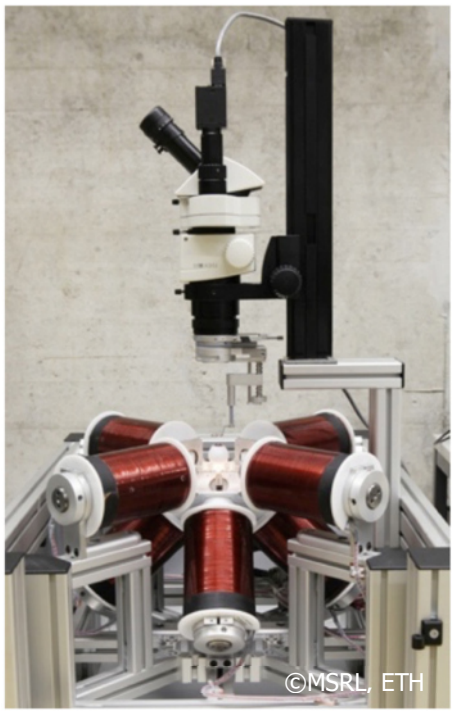
Am 09.11.2018 hielt Dr. Franziska Ullrich von der ETH Zürich im Hochrhein-Seminar einen Vortrag zum Thema " Wissenschaft und Fiktion: Der robotische Augenarzt".

Bevor man sich mit der Robotik in der Medizin und speziell mit der Chirurgie am Auge befassen kann, muss man sich damit beschäftigen, wie wichtig das Auge für uns Menschen ist. Mit dem Auge sehen wir, wodurch das Lernen stark geprägt ist und zudem dient das Auge zur Kommunikation. Alltagsaktivitäten wie Fahrradfahren oder Zähneputzen können wir durch unser Sehen deutlich besser. Auch unsere Beweglichkeit und die Sicherheit beim Bewegen sind auf das Sehen und auf das Auge zurückzuführen.

Gerade im Alter tritt es auf, dass das Sehvermögen des Auges sich verschlechtert und es ohne medizinische Versorgung gegebenenfalls zu einer kompletten Erblindung kommt.

Damit die Augen auch gesund bleiben und kranke Augen behandelt werden können haben sich die Robotiker überlegt, wie sie die Medizin und damit die Ärzte mit Robotern unterstützen können.

Wieso brauchen wir Medizinroboter?
Der große Vorteil von Medizinrobotern liegt darin, dass mit ihnen minimal-invasive Verfahren an Menschen durchgeführt werden können. Dadurch werden große Einschnitte in den menschlichen Körper vermieden und lediglich durch kleine Punkte mit Hilfe der Robotik Operationen durchgeführt.



Zudem sind Roboter extrem präzise und können dabei gleichzeitig die Kräfte messen. Dadurch kann vermieden werden, dass durch zu große Krafteinwirkung beispielsweise Gewebe beschädigt werden.

Ein weiterer großer Vorteil liegt darin, dass Roboter keinen Tremor haben (nicht "zittern") wie die Menschen und somit präziser gearbeitet werden kann.

Ein großes Problem der Medizinroboter liegt heute immer noch darin, dass sie sehr neu sind und somit von der Gesellschaft noch nicht als Standard angesehen werden. Erst seit 20 Jahren gibt es Medizinroboter, die bei Operationen verwendet werden, beziehungsweise die Operationen durchführen.

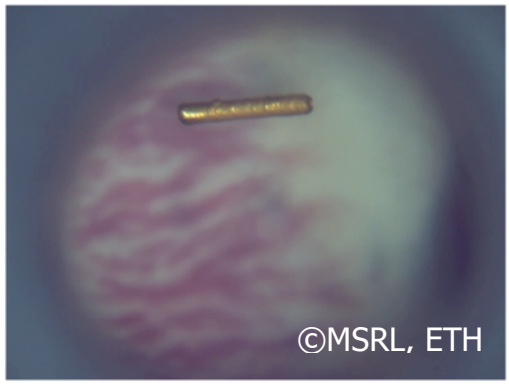
Bei dem ersten Roboter, der Operation durchgeführt hat, handelt es sich um den Da Vinci Roboter. Sowohl die Patienten als auch die Ärzte müssen zunächst überzeugt werden, dass Medizinrobotik eine große Bereicherung für die Operationen ist. Ziel der Medizinrobotik ist es, die Ärzte im Operationssaal nicht zu ersetzen, sondern Ihnen neue Möglichkeiten an die Hand zu geben.

Technische Hilfsmittel werde in der Medizin heute deutlich länger verwendet als früher. So werden mithilfe von technischen Geräten Körperfunktionen, wie Herzfrequenz oder Blutdruck überwacht, um daraus Rückschlüsse auf die Gesundheit zu schließen. Auch in der Diagnostik werden selbstverständlich Geräte eingesetzt. Dabei handelt es sich zumeist um bildgebende Maschinen, beispielsweise in der Radiologie (Röntgen). Mithilfe der Medizinrobotik soll nun auch diese Technologie bei der Behandlung von Krankheiten eingesetzt werden.

Ein Beispiel: Knochen (z.B. bei einer Amputation) schneidet man heutzutage, wie im Mit-

telalter, mit einer Knochensäge. Tatsächlich wurde in den vielen Jahren an dieser Vorgehensweise nichts verändert. Heute ist es so, dass sich eine Firma damit beschäftigt einen Medizinroboter zu bauen, der einen Laserkopf besitzt, mit dem man den Knochen präzise und mit weniger Blutverlust trennen kann.

Mikroroboter (Behandlung im Körperinneren):
Bei der Behandlung von innen sollen sich kleine Mikroroboter im Körper bewegen und mit Zellen und Organismen wechselwirken.
Der Mikroroboter im Augeninnern ist ungefähr dreimal so dick wie ein Haar und ist zylinderförmig. In die Mitte dieses Mikroroboters kann Medizin gefüllt werden. Danach "schwimmt" der Roboter durchs Auge.



Mikroroboter die in Adern oder Blutgefäßen eingesetzt werden, müssen noch mal deutlich kleiner sein, dort sind es in der Regel 4 µm.

Wie wird so ein Mikroroboter gesteuert?
Die Grundlage zum Steuern von Mikrorobotern liegt im Elektromagnetismus, insbesondere im magnetischen Moment ("Drehkraft") und dem Gradient ("Unterschied") zwischen zwei unterschiedlich starken Elektromagneten.

Ein Roboter wird mit einer Spritze ins Auge injiziert, um dort das Medikament an die Netzhaut zu transportieren. Um den Roboter zu bewegen wird nun die Stromstärke mithilfe der Joysticks in den Magnetspulen verändert. Dieses magnetische Feld zwingt den Roboter nun in eine Bewegung.
Nachdem die Behandlung abgeschlossen ist wird, ein magnetischer Draht mittels einer Nadel in das Auge injiziert, der Roboter angezogen und durch die Nadel wieder aus dem Auge gezogen.

Vorteile von Mikrorobotern im Auge:
Das Auge verfügt über keine Schmerzrezeptoren. Im Alltag ist dieses zu spüren, wenn man eine Wimper ins Auge bekommt, diese aber nur spürt, wenn sie an der Iris liegt.
Mikroroboter sind auch hier extrem genau und können die benötigten Medikamente direkt an die zu behandelnde Stelle bringen.

Bei der Durchführung wird der Mikroroboter entweder durch einen Joystick vollautomatisch auf einer vorgegebenen Bahn bewegt.

Das Auge ist ein sehr empfindliches Organ, in dem nur sehr kleine Kräfte nötig sind. Diese befinden sich 20 % unterhalb des Wahrnehmungsgefühls der menschlichen Hand, so dass die Kraftsensibilität der Roboter hier ein großer Vorteil ist und Gewebe geschützt wird.

Aktueller Stand:
Im Moment handelt es sich dabei noch um einen Forschungsstand. Tests werden an Schweineaugen vom Schlachthof durchgeführt.
Mikroroboter fürs Auge sind im Moment noch nicht in Krankenhäusern zu finden. Nach der Forschung müssen durch die Zusammenarbeit mit Ärzten erst die passenden Anwendungsgebiete gefunden werden.

Eine mögliche Anwendung wäre die Behandlung von Floater. Floater sind Hautpartikel, die sich im Augeninnern gelöst haben, "umherschwimmen" und den Betrachter beim Beobachten seiner Umwelt stören. Aktuell gibt es dazu keine Behandlungsmöglichkeit.
Vorstellbar wäre, dass ein Roboter mit einem Widerhaken ausgestattet, in das Auge injiziert würde, dort den Floater greifen und ihn an den Augenrand befördern und befestigen würde. So würde sich der Floater zwar immer noch im Auge befinden, allerdings würde er das Sichtfeld nicht beeinträchtigen.

Injektionsroboter:
Bei dieser Roboterart handelt es sich um einen Roboter, der von außen wie eine Spritze in das Auge hineinsticht.
Gerade bei der altersbedingten Makuladegeneration, eine Krankheit, an der etwa jeder dritte Mensch über 75 Jahren leidet, würde sich ein Injektionsroboter bewähren. Zur Behandlung dieser Krankheit werden heute bis zu acht Mal pro Jahr Medikamente mit einer Spritze durch den Arzt in das Auge injiziert.

Da die unsere Gesellschaft immer älter wird, werden immer mehr Injektionen zur Behandlung dieser Krankheit benötigt. Pro Jahr werden ungefähr 22,3 Millionen Injektionen gesetzt. Das Problem dabei ist, dass im Verhältnis zur steigenden Patientenzahl die Ärztezahl nicht steigt, sodass es zu einer Versorgungslücke kommen könnte.

Diese Technik wäre in der Lage diese Lücke zu schließen, sodass mit Hilfe der Roboter eine höhere Anzahl an Injektionen gesetzt werden könnte, ohne dass die Behandlungsqualität sinkt.

Vielen Dank an Frau Dr. Ullrich für den sehr interessanten und anschaulichen Vortrag sowie die eindrucksvollen Videos aus der aktuellen Forschung.

Die geheime Ordnung in der totalen Unordnung

Dr. Hans Walser, Universität Basel und ETH Zürich

11.01.2019

Am Freitag, 11. Januar 2019, führte Herr Dr. Hans Walser mit den jungen Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Hochrhein-Seminars einen Workshop zum Thema „geheime Ordnung in der maximalen Unordnung“ durch.

Erster Auftrag:
Die Schülerinnen und Schüler nehmen die farbigen Figuren ohne Stern (rot/grün/blau: Kreis, Dreieck, Quadrat) und ein leeres 3x3-Raster.

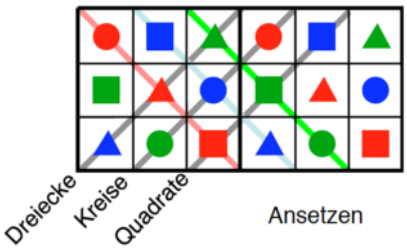
Nachdem ein Beispiel der extremen Ordnung dieser Figuren in dem Raster präsentiert wurde, sollten die Schülerinnen und Schüler die neun Figuren möglichst unordentlich anordnen.
Dabei gilt: Innerhalb einer Zeile und innerhalb einer Spalte dürfen keine Farben oder Formen doppelt verwendet werden.

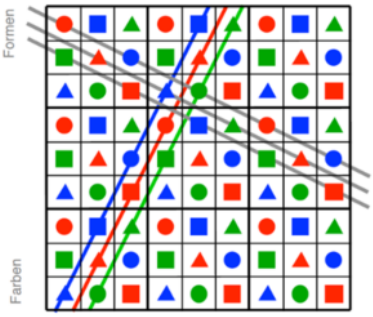
Ergebnis:
Auch wenn in den Zeilen und Spalten eine Unordnung zu sehen ist, so besteht in den Diagonalen eine Ordnung. In der Diagonale sind immer entweder drei Figuren der gleichen Farbe oder drei gleiche Figuren zu finden.

Zudem lassen sich Muster innerhalb des Rasters erkennen. Wenn man jeweils die drei Figuren in der gleichen Farbe verbindet, so entsteht ein gleichschenkliges Dreieck. Dieses entsteht ebenfalls wenn man dreimal die gleiche Figur miteinander verbindet.

Bei der Erweiterung werden zwei dieser Lösungen aneinandergesetzt. In dem jetzt entstehenden Bild findet man ebenfalls eine Ordnung.

Neben der Diagonale sind nun auch schräge Linien durch die gleichen Formen beziehungsweise Farben zu ziehen, die jeweils parallel zu einander sind. Die entstehenden Linien durch die gleichen Farben und diese durch die gleichen Formen stehen orthogonal zueinander.

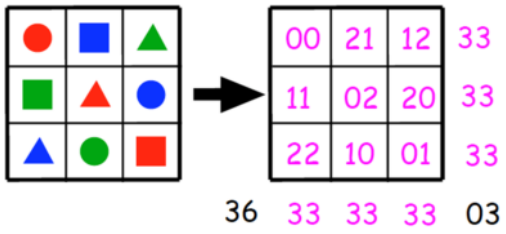




Beim erneuten Ansätzen von 3×3-Rastern neben und unterhalb eines solchen bleibt diese Ordnung erhalten.

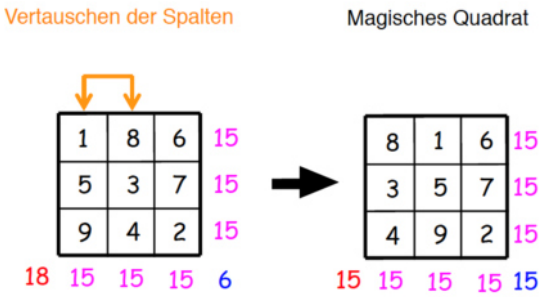
Zweistelliges Codieren:
Wenn man nun auf das entstandene 3x3-Raster eine zweistellige Kodierung anwendet, indem eine Farbkodierung (rot = 0, grün = 1, blau = 2) und eine Formkodierung (Kreis = 0, Quadrat = 1, Dreieck = 3) verwendet wird, so erhält man ein 3x3-Raster mit Zahlenkombinationen.

Ergebnis:
Die Summe der Zahlen in jeder Zeile und jeder Spalte ergibt 33. Grund dafür ist, dass die Regelmäßigkeit der Formen und Farben im ursprünglichen Raster in der Kodierung wiederzufinden ist. In jeder Zeile und jeder Spalte tritt jede Form und jede Farbe einmal auf. Auf den Diagonalen hingegen entstehen unterschiedliche Summen, sodass hier keine Ordnung vorliegt und es sich damit nicht um ein magisches Quadrat handelt.

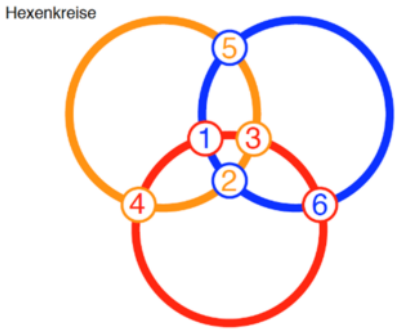


Codierung ins Dezimalsystem:
In der Zahlenreihe des gewählten Codes sind Lücken vorhanden. Diese Lücken werden übersprungen und in das Dezimalsystem übersetzt. Wird nun zu jeder Zahl die Eins addiert, so erhält man ein weiteres Raster, in dem die Zeilen und Spalten in der Summe das gleiche Ergebnis haben aber die Summe der Diagonalen jedoch nicht übereinstimmen.

Durch einen Trick kann das Raster so verändert werden, dass auch die Summe der Diagonalen identisch ist. Dazu muss lediglich die erste und die zweite Spalte vertauscht werden. Das magische Quadrat ist entstanden!

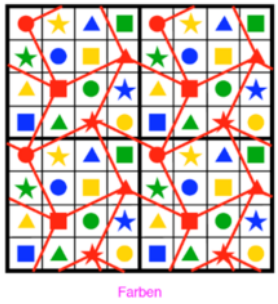


Einschub Hexenkreise:
Hexenkreise bestehen aus drei großen Kreisen, die sich jeweils zweimal untereinander schneiden, so dass sechs Schnittpunkte entstehen. In jedem dieser Schnittpunkte befindet sich ein kleiner Kreis. Diese kleinen Kreise müssen mit den Zahlen 1-6 ausgefüllt werden, so dass die Summe von jedem großen Kreis identisch ist.



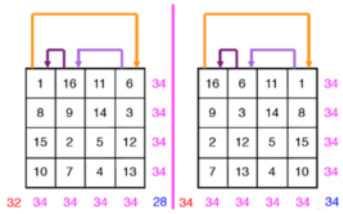
Zweiter Auftrag:
Dieses Mal bekommen die Schülerinnen und Schüler ein 4×4-Raster und 16 kleine Kärtchen. Darauf finden sie dieses Mal die Farben rot, grün, blau und gelb und die Formen Kreis, Quadrat, Dreieck, Stern. Auch hier lautet die Aufgabe: Ordne die Formen und Farben unter den gleichen Bedingungen wie vorhin an.

Ergebnis:
Durch die Verbindung der gleichen Farben, beziehungsweise Formen, können wieder viele Regelmäßigkeiten entdeckt werden. Eine Unordnung kann nicht gefunden werden.
Auch wenn mehrere dieser Raster nebeneinander gelegt werden, so können Muster wie Dreiecke, Quadrate ins Nachbarfeld und Rauten beobachtet werden.

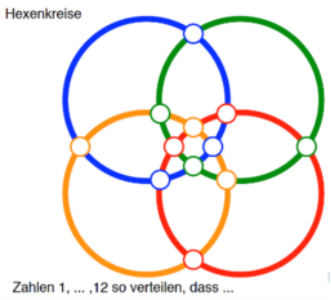


Codierung:
Zunächst findet wieder eine zweistellige Kodierung statt. Auch hier lassen sich die Gemeinsamkeiten zur ersten Beobachtung an dieser Stelle feststellen.

Nachdem eine Kodierung ins Dezimalsystem vorgenommen wurde und in diesem Fall drei Spalten vertauscht worden sind, liegt ein magisches Quadrat vor.
In diesem Fall handelt es sich sogar um ein super magisches Quadrat, da weitere Kästchenkombination gefunden werden können, von denen die Summe ebenfalls 34 beträgt.



Mit einer kleinen Hausaufgabe, dem Hexenkreis mit 12 Zahlen, entließ Herr Dr. Walser die begeisterten Teilnehmerinnen und Teilnehmer in das Wochenende.



Wir bedanken uns recht herzlich bei Ihm für diesen sehr interessanten und hochmotivierenden Workshop.

Quelle aller Bilder: https://www.walser-h-m.ch/hans/Vortraege/index.html

Die Physik des Fahrrades

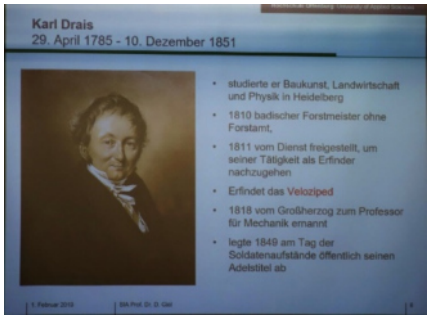
Prof. Dr. D. Giel, Hochschule Offenburg, Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik

01.02.2019

Fahrrad fahren kann ja fast jeder- aber kaum jemand mag erklären, warum man in der Fahrt das Umkippen verhindern kann, während man im Stehen fast sofort einen Fuß auf die Erde stellen muss. Um zu verstehen, warum dies und viele andere Dinge am Fahrrad funktionieren, benötigt man viele Begriffe aus der Physik und auch etwas Bruchrechnen.

Dass sich das Fahrrad als weltweit häufigstes Verkehrsmittel durchsetzen konnte, hat viel damit zu tun, dass ein Mensch sich auf einem Fahrrad mit weniger Anstrengung fortbewegen kann also im Laufen oder gehen. In der Physik misst man diesen Aufwand durch die Leistung, die das Aufrechterhalten einer bestimmten Bewegungsgeschwindigkeit in der Ebene kostet. Leistet ein Erwachsener 150 W, so erreicht er damit je nach Beinlänge im Laufschritt 5 km/h, während er auf einem Fahrrad damit bereits mit etwa 20 km/h durch die Gegend radeln kann. Ein Pferd erreicht diese Geschwindigkeit vielleicht auch, hat aber eine Durchschnittsleistung von etwa 736 Watt oder einer „Pferdestärke“ (PS), wie diese alte Leistungseinheit genannt wird.

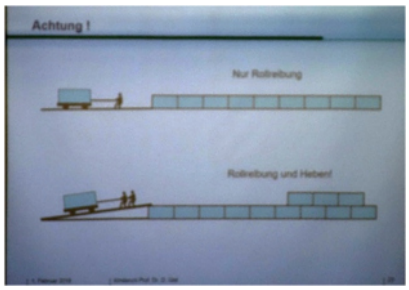
Das Fahrrad wurde als Veloziped von Karl Drais (noch ohne Pedale, Schaltung und Federung) erfunden, um das traditionelle Fortbewegungsmittel Pferd zu ersetzen. Vor zweihundert Jahren war es nämlich schwierig, Pferde zu füttern, da aufgrund eines Vulkanausbruchs, der Verdunkelung und der darauffolgenden Missernte das Getreide knapp und teuer war.



Auch heute lässt sich durch das Fahrrad viel Energie sparen: Wer zum Beispiel einen fünf Kilometer langen Schulweg hat und sich mit dem Auto dorthin fahren lässt, braucht mit einem PKW für Hin- und Rückweg etwa einen Liter Kraftstoff im Stadtverkehr. Viel

schneller als ein Fahrradfahrer ist man mit dem Auto in der Stadt nicht und der Radfahrer benötigt für Hin- und Rückweg statt einem Liter Benzin nur 14 g Schokolade, also etwa drei Stückchen. Eine Tafel reicht für sieben Tage Schulweg und kostet weniger als der Kraftstoff für die Fahrt mit dem Auto.

Wer auf dem Schulweg einen Berg heraufradelt, der weiß, dass es weniger anstrengend ist, in einen kleineren Gang zu schalten. Aber was heißt eigentlich klein genau? Dazu muss man sich die Kettenschaltung genauer ansehen und die Zahnräder unterscheiden: Vorne an den Pedalen befindet sich das sogenannte Kettenblatt, bei vielen Schaltungen sogar zwei oder drei Kettenblätter mit unterschiedlich vielen Zähnen. Hinten sind fünf bis elf Zahnräder, die sogenannte Kassette mit den Ritzeln, wobei jedes Ritzel wieder unterschiedlich viele Zähne hat. Jeder Zahn passt mit seinen Abständen genau in die Lücken der Kette, so dass man bei einer vollen Umdrehung der Pedalachse genau ein der Anzahl Zähne entsprechend langes Stück Kette bewegt.



Die Hinterachse wiederum wird von der Kette genau die gleiche Anzahl Zähne weiterbewegt: Wenn vorne 32 Zähne auf dem Kettenblatt sind, dreht sich ein Ritzel mit ebenfalls 32 Zähnen ebenso schnell wie die Pedale. Hat das Ritzel nur 16 Zähne, dreht es sich doppelt so schnell. Man sagt, dass die Übersetzung in diesem Fall 2 ist.
Der Gang ist also so groß wie seine Übersetzung, und die kann man einfach ausrechnen: Sind an der Kette p Zähne und am Ritzel q Zähne, so berechnet man die Übersetzung r durch diese Formel:

$$r = p/q$$

Bei den Kettenschaltungen haben die Ritzel zwischen 11 und 44 Zähne, die Kettenblätter zwischen 30 und 55 Zähne, so dass die Übersetzung zwischen 5,0 und 0,68 liegt. Bei Gängen, deren Übersetzung unter 1,0 liegt, spricht man gar von Untersetzung.

Durch die Schaltung kann man zwar mit weniger Kraft radeln, mehr Leistung bekommt man dadurch aber nicht, denn gleichzeitig kommt man nur noch langsamer voran.

Wer sich das Fahrradfahren wirklich erleichtern will, pumpt lieber regelmäßig die Reifen des Fahrrades auf. Dadurch werden sie härter und bremsen beim Abrollen weniger ab.
Die Leistung, die man zum Radeln mit fest aufgepumpten Reifen braucht, ist geringer als das Fahren mit zu geringem Luftdruck.
Übrigens gilt das auch für Autos, die sogar einen geringeren Reifendruck haben als Fahrräder. Man kann daher, sofern das Ventil passt, auch eine normale Handpumpe verwenden, um einen Autoreifen aufzupumpen. Der Effekt ist am stärksten bei kleinen Reifendrücken- wenn man an die Grenze des vom Herstellers vorgegebenen Drucks kommt, hört man besser auf, denn dann spart man keine Leistung mehr, sondern verringert nur noch die Haftung auf dem Boden, was zu Problemen beim Lenken führen kann.

Im Lenken liegt auch das eigentliche Geheimnis des Fahrradfahrens: Ohne beweglichen Lenker kann kein Fahrrad aufrecht fahren. Ohne Fahrer hingegen geht es sogar für zehn oder zwanzig Meter immer noch geradeaus, was an zwei Eigenschaften des Vorderrades liegt: Zum einen ist die vordere Lenkerrohr nicht vollständig lotrecht und nach vorne gebogen, wodurch der Berührungspunkt Rad und Boden etwas hinter der Drehachse des Lenkers liegt. Das kennt man von den Vorderrädern der Einkaufswagen im Supermarkt und es bewirkt, dass sich der Lenker beim Vorwärtsfahren automatisch in eine bestimmte Richtung dreht. Diese hängt nun beim Fahrrad (nicht beim Einkaufswagen) davon ab, ob das Fahrrad gerade gekippt ist: Kippt das Fahrrad nach links, so lenkt der Lenker automatisch nach links: Das Fahrrad fährt eine Linkskurve und die Fliehkraft richtet das Fahrrad automatisch wieder auf. Kippt das Fahrrad hingegen nach rechts, lenkt der Lenker automatisch eine Rechtskurve und auch hier zieht die Fliehkraft das Fahrrad wieder aus der Verkippung.

Auch ein zweiter Mechanismus führt dazu, dass das Vorderrad automatisch Links- und Rechtskurven steuert, wenn man das Fahrrad anfängt zu kippen:
Auch der sogenannte gyroskopische Effekt, der bei allen drehenden Gegenständen auftritt, führt dazu, dass eine Verkippung nach links zu einer Linkskurve und eine Verkippung nach rechts zu einer Rechtskurve führt. Das klappt auch ohne Fahrrad mit einzelnen Reifen. Man kann es am besten mit einem Gymnastikreifen ausprobieren, der ohne Umzukippen durch eine ganze Turnhalle rollen kann.

Was haben ein Apfel und ein Butterkeks gemeinsam

Dr. Ulrich Schilling, Hochschule für Technik der FHNW, IMN - Institut für Mathematik und Naturwissenschaften/ Mathematikzentrum

22.02.2019

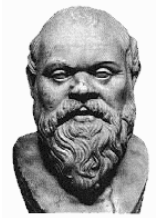
Am Freitag, 22.2.2019, entführte Herr Dr. Ulrich Schilling von der Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Technik, die jungen Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Hochrein-Seminars während seines Vortrags in die Welt der Mathematik zum Thema „Was haben ein Apfel und ein Butterkeks gemeinsam? - Die Mathematik als Frucht menschlicher Anstrengung“.

Zu Beginn musste den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zunächst die Überschrift des

Vortrags etwas erläutert werden. Es wurde festgehalten, dass es sich dabei nicht um das Essen und Trinken handelt, sondern um Themen der Mathematik. Da die Mathematik allerdings etwas mit Menschen zu tun hat, ist sie nicht schlimm. Alle mathematischen Kenntnisse sind nicht vom Himmel gefallen, sondern können mindestens einem Menschen zugeordnet werden.

Anhand der Lebensgeschichte von Herrn Dr. Schilling kam die Sprache auf seinen Wohnort Braunschweig. Dort hat auch der Mathematiker Karl Friedrich Gauß gelehrt. Ohne Karl Friedrich Gauß würde heute kein Auto seinen Weg finden, denn das Navigationssystem basiert auf seinen Erkenntnissen. Aufgrund dieser Leistung wurde dann auch die technische Universität in Braunschweig nach ihm benannt.

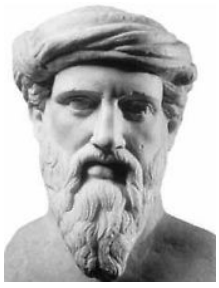
„Ich habe überhaupt keine Hoffnung mehr in die Zukunft unseres Landes, wenn einmal unsere Jugend die Männer von morgen stellt. Unsere Jugend ist unerträglich, unverantwortlich und entsetzlich anzusehen.“ sprach schon Aristoteles, ein griechischer Philosoph.



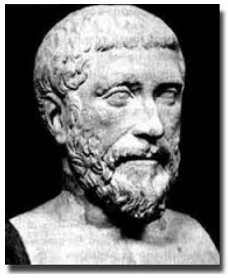
„Die Jugend liebt heutzutage den Luxus. Sie hat schlechte Manieren, verachtet die Autorität, hat keinen Respekt vor älteren Leuten und schwatzt, wo sie arbeiten soll. Die jungen Leute stehen nicht mehr auf, wenn Ältere das Zimmer betreten. Sie widersprechen ihren Eltern, schwadronieren in der Gesellschaft, verschlingen bei Tisch die Süßspeisen, legen die Beine übereinander und tyrannisieren ihre Lehrer.“ war ein bekannter Seufzer von Sokrates.

Die beiden Zitate verdeutlichen den Schülerinnen und Schülern, dass sich die Gesellschaft mit ihren Ansichten über die Jahre nicht in jedem Bereich verändert hat. Immerhin könnten diese Zitate auch gestern gesprochen worden sein.

Bei Aristoteles und Sokrates handelte es sich um zwei Philosophen, die sich mit mathematischen Fragestellungen beschäftigt haben, obwohl es den Begriff Mathematik damals noch nicht gab.



Auch Pythagoras von Samos (links) war ein berühmter Mathematiker. Von ihm stammt der Satz des Pythagoras, der auch in der Schule gelehrt wird, den er auch eigenständig bewiesen hat.
Nach einem Mythos rankte sich um Pythagoras eine Art Sekte, die so genannte Mathematikersekte, die Pythagoreer.

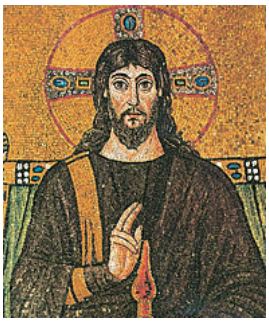


Der Mitarbeiter von Pythagoras von Samos war Hippasos von Metapont (rechts). Beide sind zusammen nach Italien gereist und lebten dort in Neapolis (heute: Neapel). Metapont ist auch eine Stadt in Italien.

Die große Aussage von Pythagoras war, dass sich alles mit Zahlen beschreiben lässt.

Für die Schüler sind die bekannten Zahlenbereiche die natürlichen Zahlen, in denen sie unendlich oft addieren dürfen, aber nicht unendlich oft subtrahieren und dividieren können. Damit auch diese Rechenoperationen unendlich oft durchzuführen ist, benötigt man auf jeden Fall die negativen Zahlen und Bruchzahlen. Auf einem Zahlenstrahl aufgetragen liegen zwischen zweier solcher Zahlen aber immer wieder unendlich viele Zahlen, da es unendlich viele Nachkommastellen gibt.
Hippasos von Metapont war allerdings der Ansicht, dass es ein Loch im Zahlenstrahl gäbe und berichtete dies an Pythagoras. Hippasos von Metapont hatte natürlich recht mit seiner Behauptung, doch nach der Legende, wurde er aufgrund dieser unglaublichen Behauptung umgebracht.

Was ist eine Zahlenfolge?
Eine Zahlenfolge ist eine Abfolge von Zahlen nach einem Muster. Die Schüler nennen Beispiele, wie 0,1,2 oder 0,2,4.



Ein weiteres Beispiel einer Zahlenfolge erscheint bei der Berechnung der Zinsen und Zinseszinsen, also das exponentielle Wachstum des Guthabens.
Hätten Maria und Josef nur 1€ auf ein Konto gelegt und nur 2% Zinsen pro Jahr bekommen: Wie viel Geld hätte Jesus, wenn er heute noch lebte?

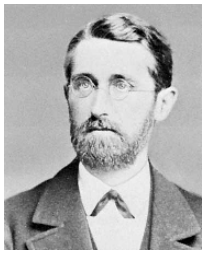
Er hätte 202.360.450.002.200.000€.

Auch in der Natur können Beispiele für exponentielles Wachstum gefunden werden, dazu zählt beispielsweise die Zellteilung; Bakterienzellen verdoppeln sich regelmäßig, Virenzellen vervielfachen sich sogar.

Leonardo von Pisa war ein Kaufmann, der in das heutige Magreb gereist ist und die Münzen und somit auch die Zahlen von dort mitgebracht haben soll.

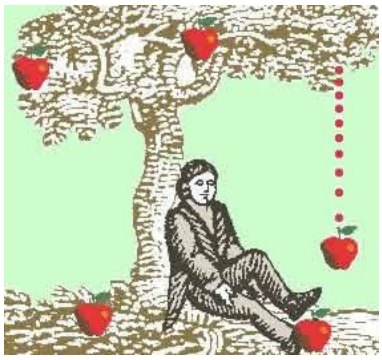
Die Römer kannten die Zahl Null nicht, dabei brauchen wir die Zahl für die Jahreszahlen: Null bedeutet "Nichts". Dieses Nichts könnte ohne ein Symbol dafür mathematisch nicht beschrieben werden. Die Zahl Null spielt zusätzlich eine Rolle bei den Ziffern. Die Originalziffern kommen aus dem arabisch-indischen Raum und sind über die Handelswege verbreitet worden.

Richard Dedekind ist ein weiterer Mathematiker, der wichtige Dinge der Mathematik behauptet, entdeckt und bewiesen hat. Er hat mithilfe des Grenzwertes gezeigt, dass die irrationalen Zahlen ein Teil des Zahlensystems sind und wie sie auf dem Zahlenstrahl platziert sind.



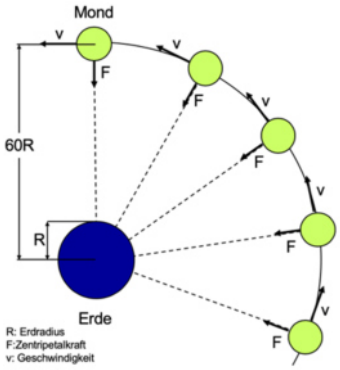
Pi ist Teil des Zahlensystems und gehört zu den irrationalen Zahlen. Wenn man Pi als Dezimalzahl im Taschenrechner betrachtet, so sind dort in der Regel zehn Nachkommastellen angegeben. Es scheint als wäre die Zahl vollständig abgebildet, allerdings besitzen nur rationale

Zahlen eine endliche Anzahl an Ziffern. Die komplette Zahl Pi lässt sich nicht aufschreiben. Zur Beschreibung der Zahl wird der Grenzwert benötigt.



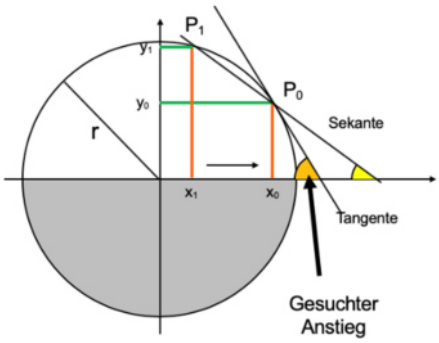
Isaac Newton hat sich mit der Schwerkraft beschäftigt. Mittlerweile wird allerdings vermutet, dass viele seiner Erkenntnisse eigentlich von seinen Gehilfen erarbeitet wurden.
Ein bekanntes Bild zeigt ihn unter einem Apfelbaum. Er hat beobachtet, dass die Äpfel vom Baum auf die Erde fallen. Dabei fällt ein Apfel in einer geradlinigen Bewegung auf den Erdmittelpunkt zu.

Diese Erkenntnisse waren bereits Aristoteles und Kepler bekannt. Von Newton stammt allerdings das zugehörige Gravitationsgesetz.
Neben dem fallenden Apfel konnte Newton auch den Mond am Himmel beobachten. Die Frage, die sich ihm stellte, war: Warum fällt der Mond nicht wie der Apfel auf die Erde?
Der Unterschied zwischen dem Apfel und dem Mond liegt darin, dass sich der Apfel vor dem Herabfallen gegenüber der Erde nicht bewegt, der Mond aber um die Erde kreist. Der Mond benötigt einen ganzen Monat für eine Umrundung der Erde. Die Bezeichnung Monat stammt vom Begriff "Mond" und wurde aufgrund dieser Betrachtung so festgelegt.



Die Beobachtung lässt sich wie folgt erklären: der Mond will sich einerseits geradlinig an der Erde vorbei bewegen, wird aber gleichzeitig von der Schwerkraft der Erde angezogen. Beide Bewegungen zusammengesetzt ergeben eine kreisförmige Bewegung "Umlaufbahn". Der Mond ändert also ständig seine Bewegungsrichtung.
Vereinfacht ausgedrückt: Der Mond fällt ständig, an der Erde vorbei.

Der Mathematiker fragt sich an dieser Stelle, wie die Richtung des Mondes zu einem bestimmten Zeitpunkt ist und wie sich die Richtungsänderung mathematisch beschreiben lässt.



Wenn die Umlaufbahn des Mondes näherungsweise als Kreis betrachtet wird, so ist der Winkel zwischen der X-Achse und der Tangente des Kreises gesucht.
Der Anstieg der Sekante des Kreises durch die Punkte P_0 & P_1 lässt sich berechnen mit Hilfe des Differenzenquotienten $\frac{\Delta y}{\Delta x}$.
Wenn sich nun P_1 auf der Kreisbahn an P_0 annähert, so wird das Intervall Delta X unendlich klein.
Mathematisch wird mit Hilfe des Grenzwertes des Differenzenquotientes der Differentialquotient gebildet und damit der Anstieg der Tangente berechnet.

Dieses Differentialkalkül wurde von Gottfried Wilhelm Leibniz hergeleitet. Da eine Keksfirma einen berühmten Butterkeks nach diesem wahrscheinlich letzten Universalgelehrten benannt hat, existiert damit eine Verbindung zwischen dem Apfel und dem Butterkeks.

Eine weitere Anekdote:
Das erste Logo der Computer Firma Apple hatte in der Mitte ein Bild von Isaak Newton unter einem Apfelbaum. Die Gründer der Firma waren begeistert von Newton und haben daher das Bild in ihr Logo integriert. Nachdem allerdings der erste Computer der Firma in die Produktion gehen sollte, haben Sie das Logo erneuert.

Vielen Dank an Herrn Dr. Ulrich Schilling für den interessanten Vortrag und die damit verbundene neue Perspektive auf die Inhalte der Mathematik.

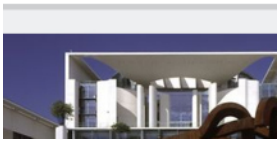
Exkursionen

Studienfahrt der Oberstufe

Berlin vom 21.1.-25.1.2019

Die diesjährige Studienfahrt der Oberstufe des Hochrhein-Seminars führte uns nach Berlin. Teilgenommen haben neun Schülerinnen und acht Schüler sowie zwei Lehrer.

Untergebracht waren wir diesmal in der Herberge "Meiniger", in direkter Nähe zum längsten noch erhaltenen Teilstück der Berliner Mauer zwischen Ostbahnhof und Oberbaumbrücke. Unser Programm sah folgendermaßen aus:

Mo 21.	Treffpunkt 8:00 BHF WT 08:15 Abfahrt (via Mannheim) 09:23 Basel Bad BF (ICE 200)	Ank. 16:29 B HBF 17:00: Meininger, East Side Gallery	17:30 Stadtführung "historische Mitte"
Di 22.	Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft Biopsychologie und Neuroergonomie 8:30 Virtual-Reality-Labor Fasanenstr. 1, TU-Berlin	Bundesministerium für Bildung und Forschung 13:00 Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) , Kapelle-Ufer 1	20:00 Kabarett Die Wühlmäuse Pommernallee 2-4 GELOGENE WAHRHEITEN
Mi 23.	9:30 Knorr-Bremse AG Georg-Knorr-Straße 4	14:30 BMW Werksbesichtigung Am Juliusturm 14-38	
Do 24.	Bundeskanzleramt  9:00 Otto-von-Bismarck -Allee	Berliner Wasserbetriebe 12:30 _Klärwerk Ruhleben Freiheit 17	20:00 Kriminal-Theater Palisadenstraße 48 DIE ZWÖLF GESCHWORENEN
Fr 25.	Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb Fachgebiet Montagetechnik und Fabrikbetr 9:00 Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb (IWF), Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK) , Pascalstr. 8-9 , TU Berlin	14:05 Abreise Bahn B-WT Ank: 21:38 Basel, 22:17 WT	

Stadtführung Berlin Historische Mitte

Mo 21.1.2019 17:30

Nach unserer Ankunft in Berlin machten wir uns relativ bald auf den Weg zu Frau Harth, welche uns an diesem sehr kalten Abend die historischen Orte der Berliner Mitte gezeigt hat.
Angefangen haben wir am östlichen Spreeufer. Hier haben wir über die Größe Berlins und den Bevölkerungszuwachs gesprochen.

Berlin besteht aus 12 Bezirken und 96 Ortsteilen. Zwischen 1925 und 1944 hatte Berlin schon über 4.000.000 Einwohner. Nach dem Krieg sind die Zahlen aber drastisch auf 2,8 Millionen gesunken. 2018 lebten 3,72 Millionen Menschen in Berlin, Tendenz stark steigend.

Weiter ging es in einer unscheinbaren Gasse. Hier steht ein altes Industriegebäude, dieses war die alte Münzprägungsstätte von Berlin.

Die nächste Station unserer Führung war der Molkenmarkt. Angrenzend an den Molkenmarkt sind das rote Rathaus und das Alte Stadthaus. Das rote Rathaus war einst der Sitz des Berliner Magistrats und heute der Sitz des Berliner Senats und des Berliner Bürgermeisters (Michael Müller (SPD)). Seinen Namen trägt es aufgrund seiner Klinkerfassade.

Rotes Rathaus

Das Alte Stadthaus wurde zwischen 1902 und 1911 errichtet und hatte in den ganzen Jahren viele verschiedene Verwendungszwecke. So diente es von 1956 bis zum Ende der DDR als Amtssitz für den Ministerpräsidenten. Der Molkenmarkt hat seinen Namen vermutlich aufgrund des Niederdeutschen Begriffes Mollen, was so viel wie Mühle bedeutet. Man nimmt also an, dass die Bezeichnung von "Mühlendamm" abgeleitet ist.

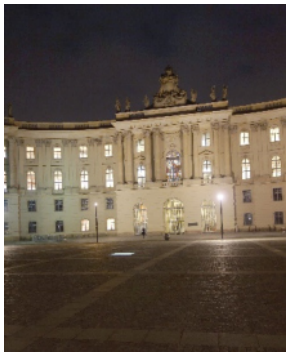
Altes Stadthaus

Als Nächstes gingen wir in das Nikolaiviertel, dass älteste Siedlungsgebiet Berlins. Es wurde im 2. Weltkrieg fast vollständig zerstört, aber zur 750-Jahrs-Feier von 1980-1987 im Auftrag

des Magistrats von Ost-Berlin wiederaufgebaut. Herzstück des Viertels ist die Nikolaikirche. Die ehemalige Kirche ist mittlerweile ein Museum für Kirchen-, Bau- und Stadtgeschichte.

Das Marx-Engels-Forum war die nächste Station. Es ist ein Denkmal neben dem Palast der Republik und soll an die Begründer des Marxismus erinnern, Karl Marx und Friedrich Engels. Der Palast der Republik wurde abgerissen und momentan in einem Barrockstil wieder neu errichtet.

Das von 1741 bis 1743 errichtete Opernhaus mit der danebenliegenden Humboldtuniversität war Programmpunkt Nummer 4. Das Opernhaus war seiner Zeit das größte Opernhaus Europas und anfangs die Königliche Oper dann Preußische und zuletzt Deutsche Staatsoper. Die Humboldtuniversität ist mittlerweile fast schon eine Elite Uni und sogar Albert Einstein (†) hatte damals hier promoviert.



Neben der Oper liegt zentral auf dem Platz eine in den Boden eingelassene Glasscheibe. Blickt man hinunter sieht man leere Bücherregale die Platz für bis zu 31.000 Bücher bieten. Dieses Denkmal erinnert an die fürchterlichen und menschenunwürdigen Bücherverbrennungen der Nationalsozialisten.

Anschließend ging es an das wohl Bekannteste Wahrzeichens Deutschlands, das Brandenburger Tor. Es ist das einzige noch erhaltende Stadttor von Berlin. Allerdings ist ziemlich nichts mehr davon echt. Das Tor wurde mehr als einmal zerstört. Beim Mauerfall sogar einmal aus Freude.

Text: Timo Kirsner, Laurin Farner
Bilder: Timo Kirsner

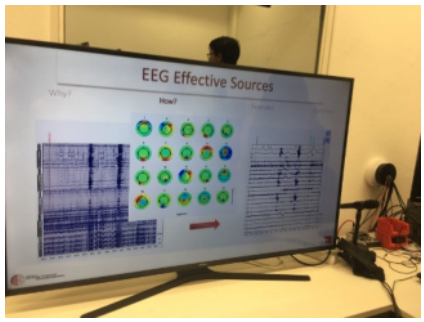
TU-Berlin: Institut für Psychologie und Arbeitswissenschaft

Di 22.1.2019 8:30

Die Forschungseinrichtung bestand aus insgesamt drei Räumen. Bei der Ankunft wurden wir erst einmal von zwei Mitarbeitern empfangen. Diese führten uns zunächst in einen Raum, in welchem wir eine kurze PowerPoint über die grundlegende Vorgehensweise und die Forschung des Labors gezeigt bekamen. In diesem Raum

befand sich zudem ein großer Bildschirm auf welchem der Raum als 3D Modell dargestellt wurde. Auf diesem Modell sah man die 38 Sensoren, welche im Raum installiert waren und zudem die VR Brille und die Controller als Punkt, wenn diese von den Sensoren erfasst wurden. Jedoch nicht nur diese VR Brille ist Requisit der Forschung, sondern auch Kappen an welchen Elektroden angebracht werden können, die Elektronische Signale des Gehirns erkennen und aufzeichnen können.

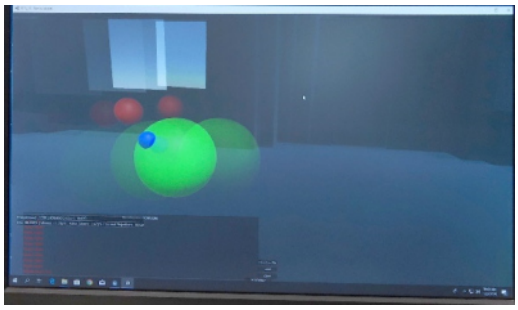
Diese geringfügigen elektronischen Reize sind der Hauptbestandteil der Forschung. Sie werden aufgezeichnet und anschließend mit Hilfe einer grafischen Darstellung ausgewertet.
Die Arbeit der Forscher besteht nun darin diese Grafiken zu deuten und dadurch wichtige Erkenntnisse zur Hirnforschung zu erlangen. Hierbei handelt es sich oft/meist um Grundlagenforschung, welche die Basis für weitere Erkenntnisse bilden soll. Als Beispiel wurde uns ein bereits veröffentlichtes Schaubild gezeigt. In diesem Experiment ging es darum, welche Reize bei einfachen Bewegungen im Gehirn in welchen Hirnarealen ausgelöst werden. Wie beispielsweise eine Drehung um die eigene Achse.



Hierbei sprachen wir auch mögliche Fehlerquellen an. Als eine der größte dieser Fehlerquellen nannte uns der Forscher Reize, welche von den Elektroden aufgezeichnet werden, aber nicht vom Gehirn stammen, sondern beispielsweise von Muskelkontraktion (z.B. Augenzwinkern). Dieses Gebiet stellt auch ein wichtigen Bestandteil der For-

schung dar. Diese Fehlerquellen müssen minimiert oder im Ergebnis lokalisiert und herausgerechnet werden, da sie das Endergebnis stark verfälschen würden.
Eine weitere Herausforderung ist die Suche nach Personen mit verschiedenen Hintergründen, da ein Großteil der Testpersonen aus Studierenden besteht. Ein Grund hierfür ist, dass Psychologiestudenten eine bestimmte Anzahl an „Testpersonenstunden“ für ihr Studium absolvieren müssen. Außerdem haben viele Menschen im normalen Alltag nicht genug Zeit und Bezug zu solchen Forschungen, um an solchen Testreihen teilzunehmen.

Anschließend durfte die Gruppe Fragen stellen, welche alle beantwortet werden konnten.



Zum Schluss wurde der Gruppe noch die Möglichkeit geboten, eines von zwei Experimenten zu testen. Hierbei waren beide Experimente selbst vom Labor erstellt. Eins der beiden Experimente war noch nicht ganz ausgereift, jedoch waren beide eine sehr interessante Möglichkeit in die Arbeit der Forscher einen Einblick zu erlangen.

Letztendlich war es ein sehr interessanter Einblick in moderne Forschung. Vielen von uns war beispielsweise nicht bewusst, dass Virtual Reality Systeme bereits in der Forschung eingesetzt werden, da diese oft als „Gaming-Spielerei“ abgestempelt werden.

Wir danken im Namen aller Teilnehmern der Studienfahrt nach Berlin für dieses besondere Erlebnis und die Freundlichkeit, die uns entgegengebracht wurde.

Paul, Daniel

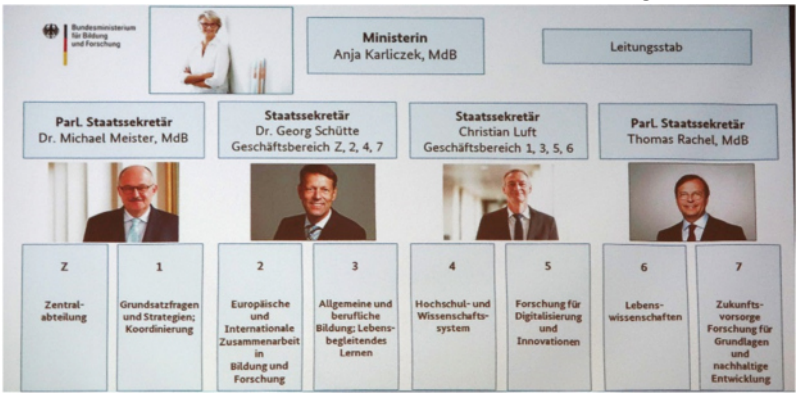
Bundesministerium für Forschung und Bildung

Di 22.1.2019 13:00

Der Besuch des Bundesamt für Bildung und Forschung fand am Dienstagnachmittag statt. Nach kurzer Wartezeit im Foyer wurden wir in den Präsentationsraum geführt. Zuvor erhielten wir eine kurze Vorstellung des Gebäudes. Der Hauptsitz des BMBF steht, begründet durch das Berlin-Bonn-Gesetz, weiterhin in Bonn. Im Rahmen der aktuellen Ereignisse wird grade eine Sicherheitsschleuse im Foyer gebaut. "Rillen" im Boden unterstützen die Barrierefreiheit, indem Sie blinden Personen die Möglichkeit bieten, mit dem Blindenstock entlang der Rillen zu den einzelnen Räumen zu gelangen.

Im Vortragsraum wurden wir per Video von Frau Karliczek, der aktuellen Behördenleiterin, begrüßt, in welchem erste Einblicke in die Arbeit des BMBF geboten wurden.

Während der Präsentation wurde anfangs die Entwicklung des 1955 gegründeten Bundesministerium für Atomfragen bis hin zum heutigen Amt für Bildung und Forschung dargelegt.



Danach wurde die Schul-Cloud thematisiert, ein durch das BMBF unterstütztes Projekt, welches womöglich die Zukunft der Bildung darstellen könnte. In diesem sollen die gesamten Lerninhalte webbasiert gespeichert und so von überall aus erreichbar werden, was die Verbesserung der Unterrichtsqualität und Kostenreduktion zur Folge hätte. Die "Einmischung" des Bundes in die Bildungszuständigkeit der Bundesländer ist aktuell Inhalt einer aktuellen, politischen Diskussion. Der Bund darf zwar z.B.

Bundesgelder an die Länder, z.B. für Bildungsprojekte vergeben, darf aber keine Zweckbindung aussprechen oder die "korrekte" Verwendung dieser Gelder überwachen.

Das Bundeskabinett hat im November 2018 die Strategie Künstliche Intelligenz (KI-Strategie) der Bundesregierung beschlossen. Im Kontext dieses Jahresthemas wurde in unserer Präsentation das Forschungsthema, intelligente Unterstützung in der Pflege angesprochen. Daraus entfachte sich eine Diskussion über Pflegeroboter und wie weit der technische Fortschritt Einzug in unser alltägliches Leben nehmen darf. Die Diskussion konnte nicht innerhalb der Präsentation erschöpfend bearbeitet werden und erstreckte sich innerhalb unserer Gruppe bis in den Abend hinein und führte selbst dann zu keinem klaren Ergebnis.
In dieser spielte auch das Thema Datenschutz eine große Rolle und wie viele Daten Unternehmen eigentlich sammeln dürften, um den Nutzer im Alltag zu unterstützen.

Alles in Allem lässt sich sagen, dass besonders für Schüler der Blick in den Aufbau und die Zukunft der Bildung ein spannendes und lohnendes Ereignis war.

Kabarett: Die Wühlmäuse

Di 22.1.2019 20:00

Am 22.01.2019, unserem zweiten Abend in Berlin besuchten wir ein Kabarett im Wühlmaus Theater am Alexander Platz. Kaum einer von uns wusste, um was es sich bei einem Kabarett handelt, daher waren wir sehr gespannt.

Vorhang auf. Manege frei.
Jesus und Gott, dargestellt von zwei der insgesamt vier Schauspieler, stritten sich um das Durchgreifvermögen von Gott. Der Mensch wird als schlecht dargestellt. Jesus ruft Gott zu einer Lösung auf und ruft diese schlussendlich selbst aus. Eine Seuche der Wahrheit, die in Berlin ihren Ursprung hat und sich rasant ausbreitet.
Die Lüge wird auf lustige Weise als Grundlage unserer Gesellschaft dargestellt. Nacheinander treten die Lügenkönige der Welt mit ihren bekannten Unwahrheiten auf die Bühne. Themen wie Rentenversorgung, Leberanteil in der Leberwurst, Übersetzung von Reden wichtiger Staatsoberhäupter und Verkaufslügen von Immobilienmarklern usw.
Um Deutschland vor dem Untergang durch die Wahrheitsseuche zu bewahren, beruft Angela Merkel ein Krisenkomitee ein, das aus den führenden Wissenschaftlern des Landes bestehen soll. Diese sind leider aus verschiedensten Gründen verhindert. Deshalb finden sich als Stellvertreter ein Streifenpolizist, eine Bienenforscherin, ein Psychiater und eine eingeklagte Vertreterin von den „Grünen“ in diesem Komitee ein.
Die vier Personen stehen im Verdacht, Geheimagenten aus Russland, China, den USA und Deutschland zu sein, was zur zusätzlichen Absonderlichkeit der Situation beiträgt.

Das Kabarett endet abrupt mit dem Eintritt Gottes, der die Seuche, die sein Sohn verursacht hat, wieder zurücknimmt. Auch an Gott und Kirche wird Kritik geübt.

Für viele war diese Aufführung eines der Highlights der Studienfahrt, was mitunter daran lag, dass man sich sehr gut mit den Personen und deren Leben identifizieren konnte.

Sabine, Lia

Knorr-Bremse-AG

Mi 23.1.2019 9:30

Knorr-Bremse ist einer der führenden Hersteller von Brems- und Steuersystemen für Nutzfahrzeuge weltweit. Gegründet wurde dieser Konzern 1905 von Georg Knorr in Berlin Lichtenberg. Nach einer Unterbrechung während des zweiten Weltkriegs und Umstrukturierung, zum Beispiel durch Joint-Venture mit den Berliner Bremswerken und Robert Bosch GmbH, des Unternehmens wurde 1993 der heutige Berliner Standort in Berlin Maarzahn gekauft.

Heute beschäftigt das Unternehmen circa 11.000 MitarbeiterInnen und finanziert und betreut auch soziale Projekte mit Einzelprojekten im Wert von hunderttausend Euro.

Den Standort Maarzahn besuchten wir am Mittwoch, wo uns in einem kurzen Vortrag das Unternehmen, seine Geschichte und sein Engagement präsentiert wurde. Anschließend bekamen wir die Chance bei der Werksbesichtigung den Produktionsschritten zuzusehen, zum Beispiel die Fertigung einer Bremsrad-Serie, welche nach Japan exportiert wird. Je nach Einsatzzweck und Preis gibt es Bremsenscheiben aus Eisen und Stahl, aber auch aus Keramik. Komplette Bremssysteme können die Größe eines Kleiderschranks annehmen, die dann jeweils "unter" den Wagons montiert werden müssen.

Werksgelände (von der S-Bahn-Haltestelle).

Moderne Bremssysteme steuern den Bremsvorgang - der unter Umständen sehr langen Züge - so gleichmäßig, dass nicht die hinteren Wagons auf die vorderen Wagons auflaufen, damit den Zug zusammenschieben und zum Entgleisen bringen, was in früheren Zeiten mit unter

zu schweren Zugunglücken führte. Auftragsarbeiten für große Eisenbahnen z.B. in Russland müssen einerseits modernen Sicherheitsanforderungen und den klimatischen Extrembedingungen genügen aber auch kompatibel mit zum Teil über 100 Jahre alter und noch im Einsatz befindlicher Technik sein.

Wir bekamen Informationen zur praktischen Anwendung moderner neuer Management-Techniken wie z.B. die Mitarbeitertreffen zur konstruktiven Evaluation an Besprechungsständen direkt in der Produktionshalle.
Dieser Werksbesuch war vor allem deswegen spannend, weil ein solches Unternehmen zwar in der Branche sehr erfolgreich und bekannt ist, aber dadurch dass ihr Produkt eher im Verborgenen eingesetzt wird, vom Normalverbraucher nicht gesehen wird. So konnten wir eindrückliche Einblicke in ein Erfolgsunternehmen werfen, deren Produkt einige von uns tagtäglich nutzen, ohne es zu wissen oder gewusst zu haben.

Abschließend wage ich zu behaupten, dass jeder von uns, der an dieser Werksbesichtigung teilgenommen hat, nun das ein oder andere Mal sicher an Knorr-Bremse denkt, wenn er oder sie sich einem Zug oder einer Straßenbahn anvertraut.

auf dem sicheren Heimweg
- mit der U-Bahn -

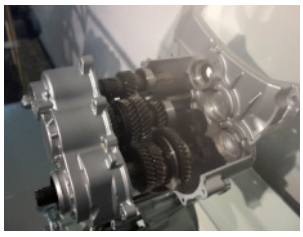
Werksbesichtigung: BMW- Motorradproduktion

Mi 23.1.2019 14:30

Während der Studienfahrt des Hochrhein-Seminars in Berlin besuchten wir am 23. Januar 2019 das BMW Motorradwerk.
Nach dem Warten in einem Vorraum wurden wir abgeholt und zum Pressezentrum geführt. Dort hatten wir die Möglichkeit uns umzusehen. Auf einigen Ausstellungsstücken war es uns erlaubt sich heraufzusetzen.

Es vergingen ungefähr 30 Minuten, als wir in den Presseraum gebeten wurden, um eine Präsentation eines Mitarbeiters zu hören. Dieser Mitarbeiter gestaltete auch die Rundführung, welche im Anschluss erfolgte. Der Vortrag ging über die BMW Group und ihre Werke, sowie ihre Standorte.
Die Präsentation verriet uns, dass insgesamt 6 Segmente der von ihnen entwickelten Motorradtypen auf dem Markt vorhanden sind. Diese sind: Roadster (für kürzere Fahrten geeignet), Adventure (für längere Streckenfahrten), Heritage, Tour, Sport (für Rennstrecken) und Urban Mobility (Elektrofahrzeuge).
Zudem wurde uns mitgeteilt, dass das Berliner BMW Motorradwerk international produziert und liefert. Ebenfalls interessant war, dass BMW in Berlin Spandau mit dem Motorradwerk schon über 90 Jahre besteht.

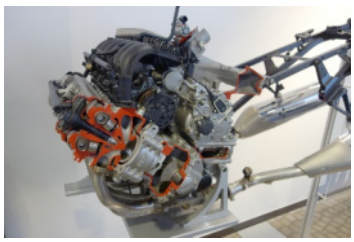
Anschließend bekam jeder einen Kopfhörer, um über Funk der weiteren Führung zu folgen. Die Handybenutzung war von nun an strengstens verboten, aufgrund von möglichen auftretenden Funkstörungen.



Los ging es mit der Führung in die erste Halle, wobei das Folgen auf speziellen Bodenmarkierungen erforderlich ist. Dort ging es um die Lean Produktion, welche für die Garantie für Zuverlässigkeit und Qualität sorgt.

Weiter ging es in die nächste Halle. Hier wurden uns Pleuel gezeigt (welches durchgereicht wurde), die zur Montage auf die Kurbelwelle gezielt aufgebrochen (nicht gesägt) werden und dann, wieder geschraubt, um besonders fest zusammen halten zu können. Einige Pleuel verlieren beim Brechen einige Teile und gehen in den Ausschuss. Zusätzlich sortiert ein Roboter automatisch Pleuel-Paare nach gleichem Gewicht. Da Pleuel Gussteile sind, lassen sich kleine Gewichtsunterschiede bei der Fertigung nicht vermeiden, aber auf diese Weise werden "ähnlich" schwere Pleuel jeweils gemeinsam in einem Motor verbaut.

In der dritten Werkshalle wurden die Motoren auf Laufbändern in Teamarbeit von Robotern



von Menschenhand auf Dichtigkeit getestet. Hält der Motor dicht, darf er weiter. Dies verläuft durch Fließbandarbeit. Nicht alle Fertigungsschritte lassen sich per Roboter durchführen. Beim Einfädeln der Speichen in die Räder hat der Mensch mit seinem Fingerspitzengefühl einen absoluten Vorteil.

Danach ging es weiter zur finalen Zusammensetzung einer BMW Maschine.
Jede Produktionsstraße hat einen eigenen Meister, der mit jedem einzelnen Motorrad auf einem Rollenprüfstand einen Probefahrt inkl. Beschleunigungs-, Brems- und Beleuchtungstests durchführt.

Alle BMW Motorräder werden exakt nach Kundenwunsch angefertigt. Es werden keine Motorräder auf Vorrat produziert,

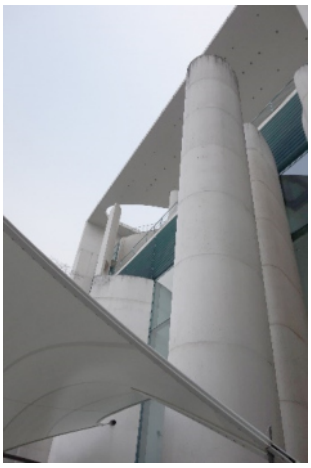
Zurück ging es wieder in dem Austellerraum, indem wir die Mikrofone abgeben mussten und letztendlich verabschiedet wurden.

Leonie Käser und Daria Sekul

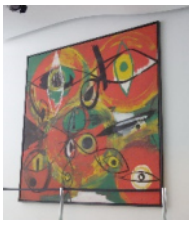
Besichtigung des Bundeskanzleramts

Do 24.1.2019 9:00

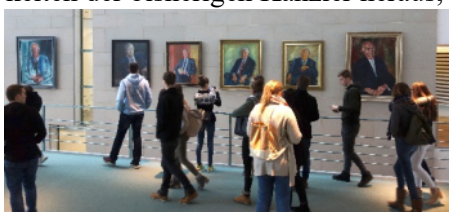
Am Donnerstag erwartete uns ein weiterer politischer Programmpunkt: das Bundeskanzleramt. Das Gebäude beeindruckte uns



schon von außen durch seine Architektur. Um das Gebäude von innen betrachten zu können mussten wir zuerst eine Sicherheitskontrolle, ähnlich der eines Flughafens passieren. Drinnen erwartete uns schon unsere sehr nette und geduldige Führerin. Als Einführung wurde uns ein kleiner Film über das Bundeskanzleramt gezeigt. Er ermöglichte uns auch einen virtuellen Einblick in die uns nicht zugänglichen Räume, wie zum Beispiel das Büro der Bundeskanzlerin.



Unser Rundgang begann in der 1. Etage oberhalb der imposanten Treppe, die viele sicher aus dem Fernsehen von Gruppenbildern kennen. Hier konnten wir die „Galerie der bisherigen Kanzler“ bestaunen. Hierbei stachen die individuellen Persönlichkeiten der bisherigen Kanzler heraus, wie man an dem Stil der Porträts erkennen konnte.



Weiter ging es zum Internationalen Konferenzraum. Er bietet 32 Plätze und verfügt über integrierte Kabinen für Dolmetscher und Regieräume und darüber hinaus Sitzplätze für 200 Journalisten. Im Eingangsbereich folgte eine weitere Erläuterung zur Architektur des Bundeskanzleramts.

Das Gebäude wurde von den Architekten Axel Schultes und Charlotte Frank geplant. Nach 4-jähriger Bauzeit wurde das

Bundeskanzleramt 2001 eingeweiht. Besonders im Eingangsbereich fällt dem Betrachter auf, dass das Gebäude viele fließende Linien aufweist und dadurch wie ein großes Schiff wirkt, das in den Wellen treibt.

Interessiert bestaunten wir auch die Ausstellung der verschiedenen landestypischen Geschenke für die Bundeskanzler. Am Ende unseres Besuches durften wir dank Felix Schreiner in der Kantine des Bundeskanzleramts zu Mittag essen. Leider trafen wir Frau Merkel nicht in der Kantine an. Es war ein sehr interessanter Vormittag, bei dem

wir den Arbeitsplatz und die Aufgaben einer Bundeskanzlerin kennenlernen durften.

Berliner Wasserbetriebe - Klärwerk Ruhleben

Do 24.1.2019 12:30

Heute, am 24.Januar 2019, haben wir nach dem Besuch des Bundeskanzleramts, das Klärwerk Ruhleben in Berlin besucht.

Schon allein die Hinfahrt, besser gesagt, die Suche nach dem Eingang in das Klärwerk war ein Highlight, denn erst nach 15min suchen fanden wir das Tor.

Im Seminarraum, in dem sonst die Auszubildenden ihren Unterricht haben, erfuhren wir wichtige Informationen über die Geschichte des Klärwerks. Zum einen, dass dieses Klärwerk schon in der Zeit des Kaisers gebaut wurde (Berlin begann als letzte europäische Großstadt 1852 eine zentrale Wasserversorgung aufzubauen.). Diese konnten wir später bei der Führung über das Gelände besichtigen.

Heute ist es das größte Klärwerk in Berlin. Dafür sprechen auch die Zahlen, denn an einem Tag - ohne eventuell hinzukommenden Regen - fließen 250.000m³ in das Klärwerk und einem Regentag mehr als 600.000m³ Abwasser.

Das Werk wurde mehrmals erweitert. Jedoch ging es dabei nicht um die Vergrößerung des Geländes, sondern um die Verbesserung und Verfeinerung der Qualität. Damit dies auch funktioniert, ist das Leitklärwerk rund um die Uhr besetzt, 5 Schichten mit je 8 Mann. Eine Besonderheit ist, dass kleinere Klärwerke, die am Wochenende nicht besetzt sind, vom Leitwerk mit verwaltet werden.

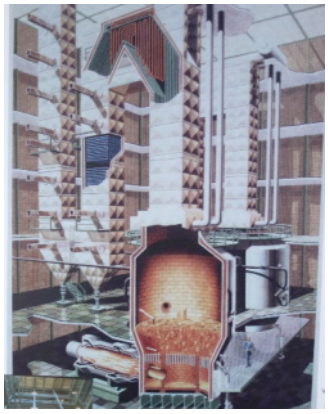
In einer Führung über das Gelände haben wir erfahren, was so wirklich im Klärwerk gemacht wird. Dabei haben wir gelernt, dass zwei aufeinanderfolgende Reinigungen in diesem Klärwerk stattfinden.

<u>Mechanische Reinigung:</u>
Die erste Station der Anlage ist die mechanische Reinigung.
Hier werden die Dinge herausgefischt, die eigentlich nicht in der Toilette heruntergespült werden sollten-wie Holz, Papier, Textilien und Plastik (Es wurden schon Teppichklopfer oder ein Schildkrötenpanzer gefunden). All diese Verschmutzungen werden in einem offenen Container gesammelt.
Besonderheiten wie dieser Schildkrötenpanzer sind im Schaulasten ausgestellt.

Es werden aber auch Sand oder Straßenbelag über die Straßenentwässerung in die Kanalisation gespült, und so kommen wir schon zur zweiten Anlage. Hier wird das Abwasser durch spezielle Rinnen geleitet. Diese sorgen dafür, dass die Fließgeschwindigkeit vermindert wird. Somit können sich Sand, Kies und kleine Steine absetzen. Dieses Siebgut (Ablagerungen) wird ebenfalls in einem Container gesammelt.

Im letzten Schritt der mechanischen Reinigung kommt das Abwasser in das Vorklärbecken. In diesem Becken ist die Fließgeschwindigkeit noch niedriger, sodass das Abwasser ca. 1,8 Stunden in dem Becken verbleibt. Das Ziel hierbei ist, das Fett und den Schlamm vom Wasser zu trennen. Da das Fett ja bekanntlich an der Oberfläche schwimmt kommt ein Paddelwerk zum Einsatz, welches dieses Fett von der Oberfläche entfernt.

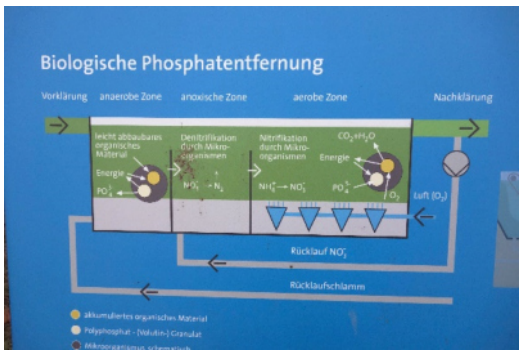
Der Schlamm setzt sich währenddessen am Boden ab, so dass er von dort in einen Trichter geschoben und er dann in sehr großen „Mischschlammausgleichspeichern“ gelagert wird.



Wir hatten die Chance auch zu sehen, was mit dem Schlamm danach passiert. Dieser wird in gewaltigen Öfen verbrannt. Aus diesem Prozess gewinnt das Klärwerk Energie, sozusagen wie bei einem kleinen Kraftwerk, zur Eigenverwendung.

<u>Biologische Reinigungen</u>

In der zweiten Stufe, der biologischen Reinigung, kommt das Abwasser zuerst in ein Belebungsbecken, in welchem diverse Mikroorganismen den Schlamm „beleben“. Aufgabe dieser kleinen Lebewesen ist es, das Abwasser von gelösten organischen und anorganischen Stoffen zu befreien. Das dazu ganz natürlich notwendige chemische Wissen konnte natürlich ganz nebenbei bei unserem Werksleiter abgerufen werden.



Es gibt drei weitere Becken in welchem das Abwasser einige Stunden verweilt.

Ganz am Schluss, wenn das Wasser wieder zurück in den Kreislauf der Natur soll, muss es erst noch von dem belebten Schlamm befreit werden. Dazu kommt das Wasser in sogenannte Nachklärbecken. In diesen wird das Wasser nacheinander eingeleitet. Hier verweilt es noch einige Stunden. Dies hat zur Folge, dass der Schlamm sich löst und zum Boden sinkt. Der sogenannte „Schwimmschlamm“, welcher an der Oberfläche schwimmt, wird ebenfalls angetragen.

Damit dieses Wasser wieder zurück gelangt in die Natur, wird es in den natürlichen Wasserkreislauf zurückgepumpt. Das bedeutet, in den warmen Monaten April bis September in den 16 Kilometer entfernten Teltowkanal im Süden und in den restlichen Monaten direkt in die Spree.

Kriminaltheater Die zwölf Geschworenen

Do 24.1.2019 20:00

Als Abschluss unserer Berlinfahrt besuchten wir das „Kriminaltheater“, wo wir uns die Theateradaption des berühmten gleichnamigen Films „Die zwölf Geschworenen“ ansahen.

Das Stück spielt in den USA, wobei die Darsteller - zwölf Charaktere, die unterschiedlicher nicht sein könnten - sich durchgehend im Besprechungszimmer eines Geschworenengerichts befinden. Als Ausgangslage dient ein Mordfall, bei welchem nun entschieden werden muss, ob der Angeklagte schuldig ist oder nicht. Die Problematik: Damit es zu einem Urteil kommt, müssen die Geschworenen einstimmig für oder gegen die Schuld des Angeklagten stimmen. Dies wäre schnell erledigt, wäre da nicht der eine Herr, der für einen Freispruch des Angeklagten stimmt. Die Diskussion ist eröffnet und die Anspannung steigert sich immer mehr...

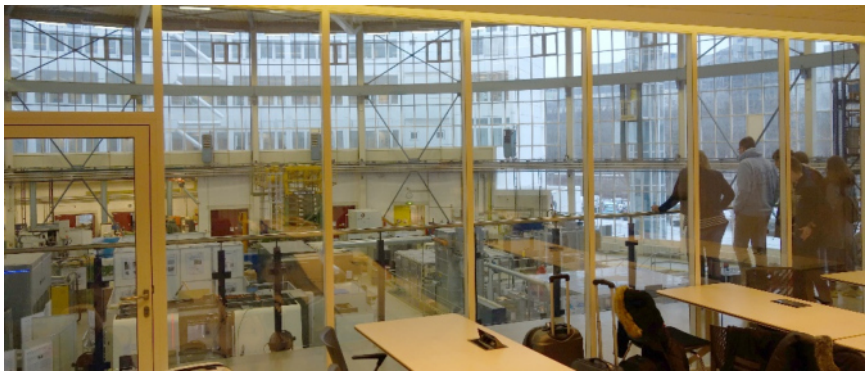
„Die zwölf Geschworenen“ zeigt einmal mehr, dass wir allzu oft schnelle Entscheidungen treffen und unsere Meinung sich durch den Einfluss anderer sogar ins Gegenteil ändern kann. Die Schauspieler haben mit einer überzeugenden und sehr unterhaltsamen Darstellung der unterschiedlichen Typen von Personen und vollem Stimm- und Körpereinsatz einen bleibenden Eindruck hinterlassen.

von Rosa Haller

TU Berlin- Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Fraunhoferinstitut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik

Fr 25.1.2019 9:00

Wir wurden zuerst von Herrn Muschard und einer Delegation bestehend aus Institutsleitung und Studenten begrüßt. Anschließend wurden wir durch einen Rundbau geführt, in dem reihum Geräte und Roboter standen. Mitten im Raum war eine Art Plattform, auf der sich unser Konferenzraum befand.



Uns wurde eingangs erläutert, was welche Aufgaben das Fraunhofer Institut IPK hat und warum es mit dem TU-Institut unter einem "Hallendach" sitzt.
In der Forschung des Instituts ginge es unter anderem um Wege für erhöhte Schnelligkeit, mehr Präzision und weniger Kosten für Produktionsverfahren zu finden. Das Institut bietet hier den Zusammenschluss aus Theorie und Praxis, indem es die Möglichkeiten bietet, durch die vielen Geräte und Roboter die Theorie praktisch umzusetzen und zu testen.

Dann wurden wir wurden durch die Halle geführt.
Roboter der Zukunft sollen nicht, wie bisher, nur Dinge von A nach B bewegen, sondern selbst herstellen. So wird zum Beispiel an 3D-Drucktechnicken geforscht. Wir konnten einen 3-Drucker begutachten, der mittels Laser dünne Lagen von Metallpulver aufeinander schweißt und so zu Objekten aufbaut. Das Neue hieran ist, dass es über Eigenschaften und den zusammengebauter "klassischer" Maschinen reichlich Erfahrungen in Handwerk und Industrie gibt, für "gedruckte" Maschinen aber nicht. Ein "normaler Fahrradrahmen besteht aus drei Metallrohren, die zusammenschweißt werden. Ein gedruckter Fahrradrahmen wird in einem Guss bzw. Druck erzeugt, vergleichbar einem Silizium-Wafer.

Passend zu unserem Ausflug am ersten Tag ins Virtual Reality Center besuchten wir einen Raum, in dem mit haptischem VR gearbeitet wurde. In einem Rahmengestell ist ein Roboterarm eingebaut, der mittels Motoren in allen 3 Raumkoordinaten bewegt werden kann. Die Steuerung erfolgt per Hand über ein entsprechendes Steuerelement, das ebenfalls frei beweglich ist. Die Besonderheit besteht nun darin, dass der Mensch eine "Tast-"Rückmeldung vom Roboterarm an sein Steuerelement bekommt, wenn ein Objekt berührt wird. Wir konnten selbst probieren, wie es sich "anfühlt", wenn man an einer Kante eines Objektes entlangfährt.

Danach ging es zurück in den Konferenzraum und eine Studentin erläuterte uns die Thematik

"Augmented Reality". In Augmented Reality sind Realität und virtuelle Inhalte verbunden. Als Beispiel dient die App „Pokémon Go“, bei der die Wirklichkeit, eingefangen durch die Handykamera mit den Pokémon auf dem Handybildschirm ergänzt wird.
Man kann diese Methode aber für viel mehr benutzen. Wir konnten eine Handy-App ausprobieren, die eine Maschinenmontage unterstützen soll. Man richtet das Handy auf die real Maschine und die gespeicherte (CAD)Maschinenskizze wird passend über das Bild der Kamera projiziert. Dann zeigt das Programm quasi "auf dem realen Objekt"/auf dem Bildschirm die nächsten Arbeitsschritte an.

Zum Schluss berichtete uns ein Student seine Eindrücke aus dem Alltag als Student und als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut.

Im Anschluss an den Institutsbesuch machten wird uns als Karawane mit unseren Rollkoffern in Richtung Bahnhof auf den Heimweg nach Waldshut.

Treffen mit Felix Schreiner, MdB

Leider war es uns nicht möglich, uns mit dem Abgeordneten unseres Landkreises Felix Schreiner direkt in Berlin zu treffen. Dank seiner Unterstützung konnten die Besuche im Bundeskanzleramt und im Bundesministerium für Bildung und Forschung realisiert werden. Wir haben dieses im Rahmen einer Rückschau nach unserer Rückkehr am Di 12.2.2019 in Waldshut nachgeholt.

LESERMEINUNG

Beschämend

Leserbrief zur Schließung des Kinderheims Doll in Murg.

Es ist schon beschämend, wie die Behörden und der Staat mit einer Einrichtung umgeht, die das Wohl von behinderten Kindern auf seine Fahnen geschrieben hat. Diese Regulierungswut unseres Staates kennt keine Grenzen mehr. Gleichzeitig hat unser Landrat Herr Kistler wieder einmal gezeigt, dass ihn die Anliegen des westlichen Landkreises nicht interessieren. Für mich hat sich dieser Herr auch durch die Abwicklung des Säckinger Krankenhauses schon lange als Landrat disqualifiziert. Ein lang bewährtes und geliebtes Haus wird abgewickelt, weil es wohl nicht mehr gewünscht wird, dass familiär geführte Häuser weiterhin bestehen bleiben. In diesem Fall regelt sich der Staat wieder einmal zu Tode, aber gleichzeitig schert er sich einen Scheissdreck darum, ob Familien mit einigen Kindern anständigen Wohnraum haben und mehrere Kinder ein Zimmer teilen müssen. In meiner Kindheit mussten wir zu dritt ein Zimmer teilen, im Lehrlingsheim zu viert in einem Zimmer oder bei der Bundeswehr waren wir zu sechst auf einer Bude, wo blieb hier der Staat? Ich habe es überlebt und habe keinen Schaden genommen. Komischerweise interessierte das den Staat damals nicht. Wegen dieser Regulierungswut laufen die Kosten für die Unterbringung auch immer mehr davon. Danke noch an Herrn Vögtle für seinen Kommentar, er hat es auf den Punkt gebracht. Lieber gibt die Gemeinde Murg für eine Bruchbude wie das Zechenwihler Hotzenhaus hunderttausende Euro aus, als nur einen Finger zu rühren, um dem Kinderheim unter die Arme zu greifen. Auch wenn Herr Bürgermeister Schmidle unterstützend tätig war, so reicht es nun mal nicht, nur mit Worten tätig zu werden. Es zeigt wieder einmal, dass unsere politisch Verantwortlichen, wenn überhaupt, nur wohlmeinende Worte finden oder sie schweigen ganz wie Herr Kistler und Ministerpräsident Kretschmann.

Josef Hollinger, Murg

Leserbriefe geben die Meinung der Einsender wieder. Die Redaktion behält sich das Recht zum Kürzen von Leserbriefen vor. Leserbriefe werden nur bearbeitet, wenn sie mit vollständiger Absenderadresse und einer Telefonnummer versehen sind. Leserbriefe veröffentlichen wir mit Namen und Wohnort.

Und Ihr Kommentar?

Der SÜDKURIER als Meinungsplattform für die Region bezieht Stellung zu Themen, die die Leser unserer Lokalausgabe bewegen. Wir lassen dabei auch gerne Fachleute zu Wort kommen, die sich mit Themen vom Hochrhein auskennen und ihre Meinung zur Debatte stellen. Zum Beispiel der Chef der Feuerwehr, wenn landesweit wieder Zuschüsse gekürzt werden. Schreiben Sie einen Gastkommentar! Per E-Mail an **waldshut.redaktion@suedkurier.de**
Post: SÜDKURIER Medienhaus
Lokalredaktion, Bismarckstraße 10
79761 Waldshut-Tiengen
Fax: 0 77 51/83 25 74 90

NACHRICHTEN

LANDRATSAMT

Informationstreffen für Landwirte

Waldshut – Das Landwirtschaftsamt Waldshut beim Landratsamt bietet einen Informationsabend für Landwirte zum Thema „Aktuelles zum Gemeinsamen Antrag 2019" am Donnerstag, 7. März, ab 14 Uhr im Landwirtschaftsamt Waldshut, Gartenstraße 7. Besprochen wird der neue Antrag für das Jahr 2019 mit folgenden Themen: Grafische Antragsstellung in Fiona, Neuerungen und Änderungen im Bereich der Direktzahlungen, Greening, Fakt und Ausgleichszulage. Zur Bearbeitung des Antrages in Fiona sind drei Veranstaltungen geplant. Diese finden am Dienstag, 12. März, am Donnerstag, 14. März, und am Dienstag, 19. März, statt. Beginn ist jeweils um 19.30 Uhr im EDV-Raum der Kaufmännischen Schulen in Waldshut, Friedrichstraße 18. Eine Anmeldung ist erforderlich unter Telefon 07751/86 53 01 oder per E-Mail (landwirtschaftsamt@landkreis-waldshut.de).

NOTIZEN

Die DLRG Waldshut-Tiengen lädt zur Hauptversammlung am Freitag, 8. März, um 19.30 Uhr in die Räume der Feuerwehr Tiengen in der Molkereistraße 2 ein. Die Fusion der beiden Stadtverbände im Jahr 1998 wird zum Anlass genommen, bereits um 19 Uhr zu einem kleinen Sektempfang einzuladen.

Der Tanzsportclub Blau-Weiß Waldshut hat Hauptversammlung am Freitag, 15. März, ab 19 Uhr im Vereinssaal im Waldshuter Kornhaus.

Die FDP lädt am Donnerstag, 14. Februar, um 19 Uhr ins Gasthaus „Schützenhaus" in Waldshut zur Wahlkreiskonferenz anlässlich der Kommunalwahl am 26. Mai ein. Es werden Kandidaten für den Gemeinderat Waldshut-Tiengen und den Kreistag nominiert.

Haus und Grund: Einen Vortrag unter dem Titel „Umbau – Sanieren – Ausbauen" bietet der Verein Haus und Grund Hochrhein am Samstag, 23. Februar, um 11 Uhr in der Stadtscheuer, Waldtorstraße 3 in Waldshut. Dabei geht es um die Nutzungsänderung, Badezimmer-Sanierungen und die Schaffung von zusätzlichem Wohnraum im Bestand. Eingeladen sind auch Nichtmitglieder. Nach dem Referat gibt es ein Glas Sekt auf das 100-jährige Bestehen des Vereins. Anmeldungen bis 15. Februar: Telefon 07751/76 76 oder per E-Mail (hugwaldshut@t-online.de).

Nach einer Berlinreise des Hochrhein-Seminars tauschten sich Teilnehmer mit dem Bundestagsabgeordneten Felix Schreiner in Waldshut aus. Im Bild von links: Roland Goldau (Seminarleitung), Timon Gruner (Klettgau-Gymnasium Tiengen), Eva Baumgartner (KGT), Chikondano Daza (KGT), Sarah Conrad (Seminarleitung), Tobias Stein (Hochrhein-Gymnasium Waldshut), Timo Kirsner (Justus-von-Liebig-Schule Waldshut), Felix Schreiner, Maximilian Spitznagel (KGT), Lukas Sirch (KGT) und Rosa Haller (HGWT). BILD: UTHE MARTIN

Fragen von der jungen Basis

- Hochrhein-Seminar trifft Abgeordneten Schreiner
- Diskussion um Dauerthemen Bahn und Autobahn

VON UTHE MARTIN

Wenn sich die deutschen Bahnbetreiber nur ein Beispiel an der SBB nehmen würden! Hier ein Zug auf der Eisenbahnbrücke zwischen Waldshut und Koblenz. Hochrhein-Seminaristen beklagten in Waldshut Verspätungen und unzulängliche Waggons auf der deutschen Hochrheinstrecke. BILD: PETER ROSA

Waldshut – Wer am Hochrhein-Seminar teilnehmen darf, gehört zu den besonders guten Schülerinnen und Schüler in Mathematik und Naturwissenschaften. Ein kleiner Kreis dieser Gymnasiasten traf sich im Technischen Gymnasium in Waldshut nach einer Berlinreise mit dem Waldshuter Bundestagsabgeordneten Felix Schreiner (CDU). Feedback über die Tage in der Hauptstadt wollte der Abgeordnete hören, und die fiel ausnahmslos positiv aus. Das Bundeskanzleramt, verschiedene Institutionen und Forschungseinrichtungen wie Wasserversorgung und das Fraunhofer-Institut hatten die Schüler beeindruckt. Dabei ergaben sich auch engagierte Gespräche, beispielsweise zum Thema „Roboter in der Pflege", dabei wurde über Für und Wider und die Zumutbarkeit für Patienten diskutiert.

➤ **Über Politik-Karriere:** Felix Schreiner, mit seinen 33 Jahren vom Alter her nah an den Seminarteilnehmern, wurde nach seiner Motivation für den Einstieg in die Politik und seinen Arbeitsalltag befragt. 22 Sitzungswochen pro Jahr absolviere er in Berlin. In der Hauptstadt wie im Wahlkreis seien lange Arbeitstage die Regel. In der Politik gebe es viele alte Menschen, das sei weit weg von der Realität, stellte ein Schüler fest. Es müsse in einem solchen Gremium Junge und Alte geben, erklärte Felix Schreiner. „Das Parlament ist ein Querschnitt der Gesellschaft." In der Rentenkommission sei jedoch kein Mitglied jünger als 40. Keine ideale Alterszusammensetzung bei diesem Thema, stimmte Schreiner zu.

➤ **Über Planung in der Endlosschleife:** Kritik der Schüler an langwierigen Entscheidungsprozessen wie bei der Autobahnplanung, Probleme für Bahnkunden und der Öffentliche Personennahverkehr auf dem Land führten die Fragerunde zurück an den Hochrhein. Es sei wichtig, dass es jetzt zur Planung der A 98 komme, gab Schreiner der Runde recht. Ausschlaggebend sei dabei, dass jetzt das Land die Planung vergebe. Neue Entwürfe und neue Planung erforderten mehr Manpower, und die sei jetzt einsetzbar. „Schade, dass manche Prozesse so lange dauern, doch bei uns hat jeder Bürger die Möglichkeit mitzureden." In der Schweiz dagegen würden Mehrheiten nach einer Abstimmung akzeptiert, es werde nicht weiter demonstriert und das jeweilige Projekt könne auf den Weg gebracht werden.

➤ **Über Pannen bei der Bahn:** Die Schweiz mache es auch beim Bahnbetrieb besser, fanden die Schüler. Die Runde kritisierte aus eigener Erfahrung Pannen und Verspätungen, hohe Ticketpreise, fehlende Elektrifizierung und ungenügendes Zugmaterial am Hochrhein. Wenn die Serviceleistung auf deutscher Seite so schlecht sei, müsse man darüber nachdenken, ob die Schienennetzbetreiber ihren Vertrag mit dem Land erfüllen, so Schreiner. Sein Rat: „Probleme ansprechen und melden, auch an mich." Die Region brauche einen Halbstundentakt und funktionierende Bahnverbindungen, etwa um Anschluss an Zentren wie Basel zu halten und dabei die Möglichkeit, auf dem Land zu wohnen, zu behalten.

➤ **Über Fake News:** Sich informieren, Dinge hinterfragen und überprüfen, riet Felix Schreiner den Wählern, die ab 16 Jahren am 26. Mai zur Stimmabgabe bei den Kommunalwahlen aufgerufen sind. Er würde sich wünschen, dass junge Leute gewählt würden oder sich überhaupt für Politik interessieren. „Das liegt auch an uns", war sich die Runde einig. Man sollte Erstwähler ansprechen, bei jungen Leuten ansetzen, die schon informiert sind und andere nachziehen können. Die Seminarteilnehmer plädierten auch für eine bessere Ansprache von Schülern auf Kommunalebene.

Förderung in Mathematik und Naturwissenschaften

➤ **Förderung:** Seit Beginn des Schuljahres 1984/85 wird an den weiterführenden Schulen in Baden-Württemberg das Programm zur Förderung besonders befähigter Schülerinnen und Schüler durchgeführt. Im Rahmen dieses Programms hat die Abteilung Schule und Bildung des Regierungspräsidiums Freiburg zum Schuljahr 1997/98 für die Gymnasien des Landkreises Waldshut das Hochrhein-Seminar für Mathematik und Naturwissenschaften eingerichtet.

➤ **Angebot:** Jeder Teilnehmer aus Unter-, Mittel- oder Oberstufe entscheidet sich für eine der angebotenen Arbeitsgemeinschaft mit besonderem Anspruchsniveau aus den Bereichen Mathematik, Physik, Technik, Chemie, Biologie oder Informatik. Dazu kommt eine Vortragsreihe. Das Angebot wird durch Studienfahrten, Exkursionen und Wochenendseminare ergänzt und abgerundet wie jüngst eine Woche in Berlin.

➤ **Träger:** Das Hochrhein-Seminar wird vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg, der Stadt Waldshut-Tiengen und dem Landkreis Waldshut getragen. Dazu kommen Institutionen aus Industrie, Handel und Wirtschaft der Hochrhein-Region und die Universität Konstanz.

Weidentipi und heißer Apfelsaft

Kinder der Gruppe Bundspechte bauen wachsende Hütte für den Sommer. BUND-Mitglieder bei ersten Landschaftspflegearbeiten

Eschbach (tao) An den Hängen des Liederbachtals liegt noch Schnee. Trotzdem sind bereits die ersten Landschaftspflegearbeiten im Gange. Oben werden die Obstbäume geschnitten, unten am Bach bekommen die Weiden ihren Frühjahrsschnitt und die Bundspechte, die Kindergruppe der BUND-Ortsgruppe Waldshut-Tiengen, sind dabei, sich aus den frisch geschnittenen Weidenruten ein Tipi zu bauen. „Bauaufsicht" führen die beiden BUND-Mitglieder Hans Jürgen Bannasch und Roland Berger.

Das Tipi hat einen stattlichen Durchmesser von fünf Metern. Weil es rund um einen jungen Obstbaum gebaut wird, bekommt es kein Dach. Aber in Kürze soll ein zweites Tipi mit Bedachung dazukommen. Die stärkeren Weidenzweige werden in die vorbereiteten Löcher gesteckt, dann wird alles mit den dünneren Zweigen zugeflochten. Nur eine kleine Eingangstür bleibt offen. Das Besondere an dem Gehäuse: Die Weiden treiben Wurzeln und im Laufe des Sommers werden sich die Wände begrünen und dicht zuwachsen. Neben ihrem Tipi haben die Kinder eine Feuerstelle eingerichtet. Darüber hängt ein Kessel mit Apfelsaft. Heißer Apfelsaft? Schmeckt denn das? Da sind sich alle Bundspechte einig: „Klar, das schmeckt super."

Die Vegetation am Bachlauf, so erklärt Hans Jürgen Bannasch, hat sich in den vergangenen Jahren verändert. Die Eschen sind wegen der Krankheit, bei der die Triebe absterben, fast vollständig vernichtet. Der BUND ist bemüht, die Lücken durch Weiden und Schwarzerlen zu schließen. Damit die Weiden ihre typische kompakte Form behalten, ist allerdings jedes Jahr ein radikaler Rückschnitt erforderlich. Dabei fallen haufenweise Ruten an, die unter anderem zum Flechten von Körben verwendet werden können. „Wer Zweige braucht, kann sich bei uns gerne bedienen", erklärt Bannasch.

Aus Sicht des Naturschutzes sei es wichtig, dass der Talgrund begrünt ist und der Bachlauf beschattet wird, damit sich das Wasser nicht zu sehr erwärmt. „Kaltes Wasser bindet mehr Sauerstoff", erklärt Bannasch, „und das ist für anspruchsvolle Lebewesen wie etwa den Edelkrebs lebenswichtig". Allerdings bekomme man die Krebse tagsüber kaum zu Gesicht, es seien nachtaktive Tiere, man müsse bei Dunkelheit mit einer Taschenlampe kommen oder sie in einer Reuse fangen.

Ein interessantes Bauprojekt für die BUND-Kindergruppe Waldshut-Tiengen: ein Tipi aus Weidenzweigen im Liederbachtal. „Bauaufsicht" führen Hans Jürgen Bannasch (links) und Roland Berger. BILD: MANFRED DINDAI

Am Talgrund wurden in den vergangenen Jahren Teiche angelegt, in denen sich Kleintiere angesiedelt haben. Ein weiteres Anliegen des BUND ist die Pflege der Hochstämme, um den Charakter des Tals zu erhalten. Hier arbeitet die Gruppe eng mit dem Eschbacher Landschaftspflegeverein zusammen.

Exkursion der Unter- und Mittelstufe

Am 27. Juni führte uns die Exkursion zum Max-Planck-Institut für Verhaltensforschung und zum Pfahlbaumuseum in Unteruhldingen am Bodensee.

Beim Max-Plank-Institut bekamen wir von Herrn Dr. Stierle viele Eindrücke über die Forschungsprojekte zur Wanderbewegungen der Tiere, insbesondere von Störchen und anderen Vögeln. Mit einem

kleinen Sender ausgestattet wurden diese bisher durch Mitarbeiter und Helfer der Instituts mit Richtantennen aufgespürt und beobachtet. In der modernisierten Version werden die Positionen der Tiere im Projekt ICARUS aus dem Weltraum ermittelt. Dazu werden die Standorte per GPS ermittelt und an die Raumstation ISS gesendet. Von dort gelangen sie direkt auf die Schreibtische der Forscher. Mit Hilfe von Datenbanken werden die Bewegungen der Tiere weltweit analysiert.
Nützliche Anwendungen wären, z.B. die frühzeitige Flucht von Ziegen vor einen Vulkanausbruch zu erkennen. Die Ziegen bringen sich in Sicherheit, lange bevor der Mensch einen drohenden Vulkanausbruch voraussagen kann.
Man möchte auch herausfinden, warum die Tiere weiterziehen. Es gibt Vogelarten (z.B. Amsel), bei denen nur ein Teil der Tiere im Winter in den Süden zieht. Wer oder was "entscheidet" also, welches Tier zieht und welches nicht? Dazu werden im Institut Amselschwärme aus Frankreich, Russland und Deutschland zusammengetragen und getrennt aufgezogen. Im Herbst 2019 werden sie wieder freigelassen und beobachtet.

Wir konnten mit Hilfe der App "animal tracker" des MP-Instituts aktuelle Standorte der markierten Tiere weltweit einsehen.

Eine Besichtigung des Forschungsgeländes rundete unseren Besuch beim Max-Plank-Institut in Radolfzell ab.

Nach dem Grillen konnten wir eine Führung im Pfahlbautenmuseum am Bodensee genießen.

Wir erfuhren, wie die Menschen in der Steinzeit und in der Bronzezeit lebten und Werkzeuge aus Metallen, Astgabeln und Tierknochen herstellten. Die hergestellten Axten waren so gut, dass man damit Bäume im Umland in ähnlicher Zeit (ca. 10 Minuten) fällen kann wie mit einer modernen Metallaxt.
Wir bekamen einen Eindruck davon, wieviel Mühe es kostet, aus geerntetem Getreide ausreichend Mehl für die Mahlzeit einer ganzen Familie zu mahlen. Und wir konnten erkennen, dass fahrende Händler, erkennbar an deren andersartiger Kleidung, schon damals Handel in der Region am Bodensee trieben. Sie nutzen Fähren über den Bodensee und verwendeten als Zahlungsmittel Muscheln, Steine und selbst hergestellte Schmucksteine.

Zum Glück hatte unser Bus eine Klimaanlage, so dass wir nach unserer Rückfahrt alle wieder um 18:00 Uhr ausreichend gekühlt zu Hause ankamen.