

Jahresbericht 2024/2025

Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung 7 Schule und Bildung





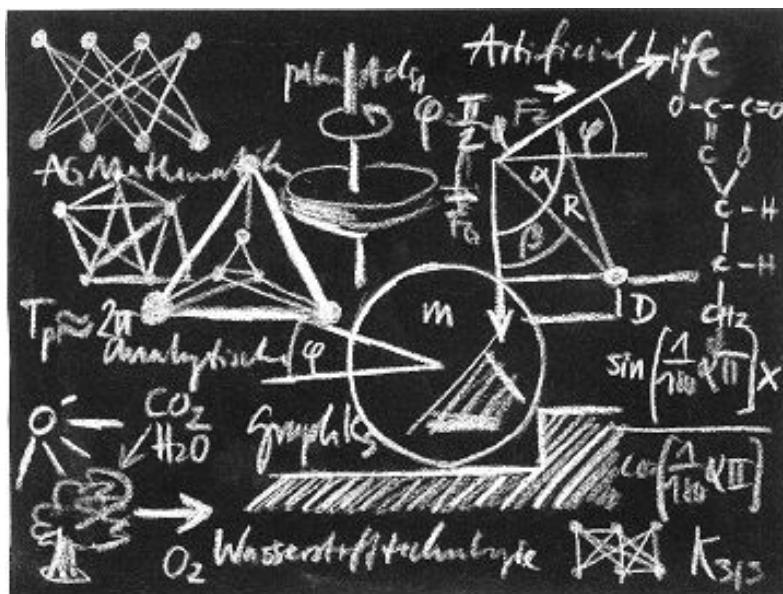
Hochrhein-Seminar.de
für Mathematik und Naturwissenschaften
Landesprogramm zur Förderung besonders befähigter Schülerinnen und Schüler

1997 - 2025

Bericht der Seminarleitung



Regierungspräsidium Freiburg
Abteilung 7 Schule und Bildung



Grafik von Matthias Sochor, Hoahrhein-Gymnasium Waldshut

Redaktion:

Roland Goldau, Technisches Gymnasium Waldshut

Tamara Hallmann, Klettgau-Gymnasium Tiengen

unter Mitarbeit der

Leiterinnen und Leiter der Arbeitsgemeinschaften

sowie von Seminarschülerinnen und -schülern

und mit freundlicher Unterstützung der Referentinnen und Referenten.

Herausgeber:

Regierungspräsidium Freiburg

Abteilung 7 Schule und Bildung

Druck:

Regierungspräsidium Freiburg

Abteilung 7 Schule und Bildung

Inhalt	
VORWORT	3
SEMINARBESCHREIBUNG	4
KONTAKTDATEN	4
Leitung des Seminars	4
Kuratoriumsvorsitz	4
Kontaktlehrer	5
DAS KURATORIUM	6
DAS HOCHRHEIN-SEMINAR IM AKTUELLEN SCHULJAHR	7
KURATORIUM	7
OBERSTUFE	7
UNTER- UND MITTELSTUFE	7
ZIELE	7
STATISTIK	8
Anmeldezahlen und Geschlechterverteilung	8
Arbeitsgemeinschaften und Schulen	9
AG-Anmeldungen nach Klassenstufen	10
Flexibilität	11
Mobilität	12
Vorträge	12
Datenschutz	12
Kalender 25/26	13
ARBEITSGEMEINSCHAFTEN DER OBERSTUFE	15
Biologie: „Biologie und Gesellschaft“	
U. Faller, Scheffel-Gymnasium, Bad Säckingen	15
Mathematik/Physik: Young Science AG	
Dr. Patrick Becker, Wirtschaftsgymnasium Waldshut	26
Mathematik: Angewandte Mathematik	
H. Richter – Klettgau-Gymnasium Tiengen	29
Physik: Vorbei an Pegasus zum Andromeda Nebel	
Michael Ehm, Justus-von-Liebig-Schule Waldshut	33
ARBEITSGEMEINSCHAFTEN DER UNTER- UND MITTELSTUFE	34
Chemie: Wir erforschen unsere Welt	
T. Pfeifer – Klettgau-Gymnasium Tiengen	34
Mathematik/Informatik: Spaß am logischen Denken	
S. Kintzi , M. Eichhorn – Hochrhein-Gymnasium Waldshut	38
Chemie: Brille auf ... und forschen	
J. Ott ,– Hochrhein-Gymnasium Waldshut	41
ABSCHLUSSVERANSTALTUNG DER AGS	43
Unter- und Mittelstufe	43
Oberstufe	43

VORTRAGSREIHE DER OBERSTUFE	44
Eintauchen in die fraktale Geometrie	
Prof. Dr. Franz Gmeineder, Department of Mathematics and Statistics, Universität Konstanz	44
Die Physik des Quantencomputers	
Prof. Dr. Guido Burkard, Fachbereich Physik, Universität Konstanz	50
Seethermie	
Prof. Dr. Peter Stein, Hochschule Konstanz für Technik, Wirtschaft und Gestaltung	55
Proteindesign mit Maschinellen Lernen:	
Wie Computer die Konzepte der Natur entschlüsseln	
Lars Dornfeld, Masterstudent Biochemistry, ETH Zürich	64
VORTRAGSREIHE DER UNTER- UND MITTELSTUFE	68
"Warum sind Seifenblasen rund?"	
Prof. Dr. Franz Gmeineder, Department of Mathematics and Statistics, Universität Konstanz	68
Die Orgel: Ein außergewöhnliches Musikinstrument:	
Dr. Markus Funck, Waldshut-Tiengen	71
EXKURSIONEN	73
Studienfahrt der Oberstufe Hamburg; 27.1.-31.1.2025	73
Stadtführung Hamburg	74
DESY in Hamburg	76
Airbus	77
Theater: Anne Frank	78
Miniatur Wunderland	85
Internationales maritimes Museum	87
Theaterschiff	88
Exkursion der Unter- und Mittelstufe	89

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

in Ihren Händen halten Sie das Jahrbuch 2025 des Hochrhein-Seminars – einem im Landkreis Waldshut-Tiengen einzigartigen Treffpunkt für besonders begabte und interessierte junge Menschen, bei dem Neugier, Leidenschaft und der Entdeckergeist im Mittelpunkt stehen.

Auch das diesjährige Seminar bot ein vielfältiges Angebot an Arbeitsgemeinschaften, die darauf abzielten, die spannenden Zusammenhänge zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu ergründen. Die Arbeitsgemeinschaft "Biologie und Gesellschaft" (Scheffel-Gymnasium Bad Säckingen) ermöglichte es Schülerinnen und Schülern der Oberstufe, die Wechselwirkungen zwischen unserem natürlichen Lebensraum und den gesellschaftlichen Herausforderungen zu erleben. In der "Young Science AG" (Wirtschaftsgymnasium Waldshut) sowie in den Arbeitsgemeinschaften Angewandte Mathematik (Klettgau-Gymnasium Waldshut-Tiengen), Physik und Chemie (Hochrhein-Gymnasium Waldshut) erhielten die Lernenden Einblicke in die fundamentalen Prinzipien, die unsere Welt gestalten – und das auf einem Niveau, das weit über den alltäglichen Schulunterricht hinausgeht.

Ein besonderes Highlight des Seminars war auch im vergangenen Schuljahr die thematisch breit angelegte Vortragsreihe für die Unter- und Mittelstufe sowie die Oberstufe. Experten verschiedener Hochschulen teilten ihr Wissen und ihre Leidenschaft für die Wissenschaft und eröffneten so neue Perspektiven und Impulse für die weitere berufliche und akademische Entwicklung der jungen Forscherinnen und Forscher. So gab es etwa Einblicke in die Welt der Quantencomputer oder der Seethermie und des Orgelbaus. Theoretische Erkenntnisse wurden durch spannende Exkursion, z.B. nach Hamburg oder an den Rhône-Gletscher ergänzt.

Ich freue mich sehr, dass Schülerinnen und Schüler sich neben ihrem eigentlichen Unterricht intensiv mit Wissenschaft auseinandersetzen, ihre Fähigkeiten erweitern und sich mit Gleichgesinnten austauschen. Sie nutzen dieses Seminar, um Fragen zu stellen, zu diskutieren und gemeinsam Neues zu entdecken – und das ist sehr wichtig, denn die Zukunft der Wissenschaft liegt in ihren Händen!

Ich danke der Seminarleitung sowie allen AG-Leitungen für ihre wichtige Arbeit und wünsche Ihnen eine spannende Lektüre.

Bernd Rieckmann
Schulleiter Scheffel-Gymnasium, Bad Säckingen

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. Die Teilnehmenden entscheiden sich für eine der angebotenen Arbeitsgemeinschaften mit besonderem Anspruchsniveau aus den Bereichen Mathematik, Physik, Technik, Chemie, Biologie oder Informatik. Gemeinsames Band für alle Seminarteilnehmer/innen ist eine Veranstaltungsreihe mit Vorträgen. Dieses Angebot wird durch Studienfahrten, Exkursionen und Wochenendseminare ergänzt und abgerundet.

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen 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, das Staatliche Schulamt Lörrach sowie die beteiligten Gymnasien.

Kontakt Daten

Leitung des Seminars

Roland Goldau	Technisches Gymnasium Waldshut Friedrichstr. 22 79761 Waldshut-Tiengen	E-Mail: goldau@hochrhein-seminar.de
Tamara Hallmann	Klettgau-Gymnasium Tiengen Sudetenstr. 1, 79761 Tiengen	E-Mail: hallmann@hochrhein-seminar.de

Kuratoriumsvorsitz

OStD Dr. Markus Funck

Hochrhein-Gymnasium Waldshut Waldtorstraße 8, 79761 Waldshut-Tiengen	E-Mail: markus.funck@hochrhein-gymnasium.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@scheffeltgym.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
Michael Ehm	Justus-von-Liebig Schule Waldshut Von-Kilian-Straße 5, 79761 Waldshut Tel.: 07751884 100, E-Mail: Michael.Ehm@jls-wt.de
Patrick Becker, Dr.	Kaufmännische Schule Waldshut Friedrichstraße 18, 79761 Waldshut Tel.: 0+49 7751 884-200, E-Mail: becker@ks-wt.de

Das Kuratorium

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport
Gymnasialreferat

Regierungspräsidium Freiburg –
Abteilung Schule und Bildung

Stadt Waldshut-Tiengen

Landkreis Waldshut

Fakultät für Physik der Universität Konstanz

Allgemeinbildende Gymnasien

Berufliche Gymnasien

Staatliches Schulamt Lörrach

Leitung des Hochrhein-Seminars

Vorsitzender

Kassiererin

Kassenprüfer

Referatsleiter Rüdiger Hocke

Abteilungspräsident Thomas Hecht
Ltd. Regierungsschuldirektorin Christiane Sturm

Oberbürgermeister Martin Gruner

Landrat Dr. Martin Kistler

Professor Dr. Johannes Boneberg

Oberstudiendirektor Dr. Markus Funck

Oberstudiendirektor Bernd Rieckmann

Oberstudiendirektorin Regina Goeres

Oberstudiendirektor Frank Decker

Oberstudiendirektor Dr. Andreas Ackermann

Oberstudiendirektorin Isabella Pritzel

Dr. Rudolf Schick

Oberstudienrat Roland Goldau

Studienrätin Tamara Hallmann

Oberstudiendirektor Dr. Markus T. Funck

Studienrätin Tamara Hallman

Oberstudiendirektorin Regina Goeres

Oberstudiendirektor Bernd Rieckmann

Das Hochrhein-Seminar im aktuellen Schuljahr

Kuratorium

Die Sparkasse Hochrhein wird ab 2025 auf eigenen Wunsch nicht mehr mit einer personellen Abordnung im Kuratorium vertreten sein, die Arbeit des Hochrheinseminars aber weiterhin gerne finanziell unterstützen.

Oberstufe

In den Bereichen Mathematik, Biologie und Gesellschaft, Mathematik & Physik und Astrophysik konnten in diesem Jahr vier Arbeitsgemeinschaften für die Oberstufe ausgeschrieben werden. Drei AGs konnten zum Schuljahresbeginn mit ausreichender Teilnehmerzahl ihre Arbeit aufnehmen.

Unter- und Mittelstufe

Im aktuellen Schuljahr konnten drei Arbeitsgemeinschaften in den Bereichen Mathematik, Informatik und Chemie ausgeschrieben werden, die auch zum Schuljahresbeginn gestartet werden konnten.

Die Arbeitsgemeinschaften für die Unter- und Mittelstufe bestehen seit Februar 2012.

Ziele

Ziel des Hochrhein-Seminars ist es, den hochmotivierten Schülerinnen und Schülern der weiterführenden Schulen ein ergänzendes Angebot im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich zu machen, 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
- 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 Forschungen und Entwicklungen, zu denen auswärtige Referenten eingeladen werden
- Mit der Unter- und Mittelstufe wurde eine Exkursion zum Kraftwerk in Häusern/Schwarzwald durchgeführt
- Für die Oberstufe wurde eine fünftägige Studienfahrt nach Hamburg durchgeführt

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 Leiterinnen und Leitern der Arbeitsgemeinschaften für ihren engagierten Einsatz.
- den Teilnehmerinnen und Teilnehmern für ihre ausdauernde Mitwirkung
- den Referentinnen und Referenten unserer Vortragsreihe für die Einblicke in die aktuelle Forschung
- den besuchten Einrichtungen für die Gastfreundschaft bei der Gewährung der Einblicke in ihre Arbeiten inklusive der Vorträge und Führungen
- den Schulleitungen der beteiligten Gymnasien sowie den Kontaktlehrerinnen und Kontaktlehrern an den Schulen für ihre Kooperation und Hilfe.
- 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 die Bereitstellung der Infrastruktur zum Druck dieses Jahrbuchs.

Statistik

Anmeldezahlen und Geschlechterverteilung

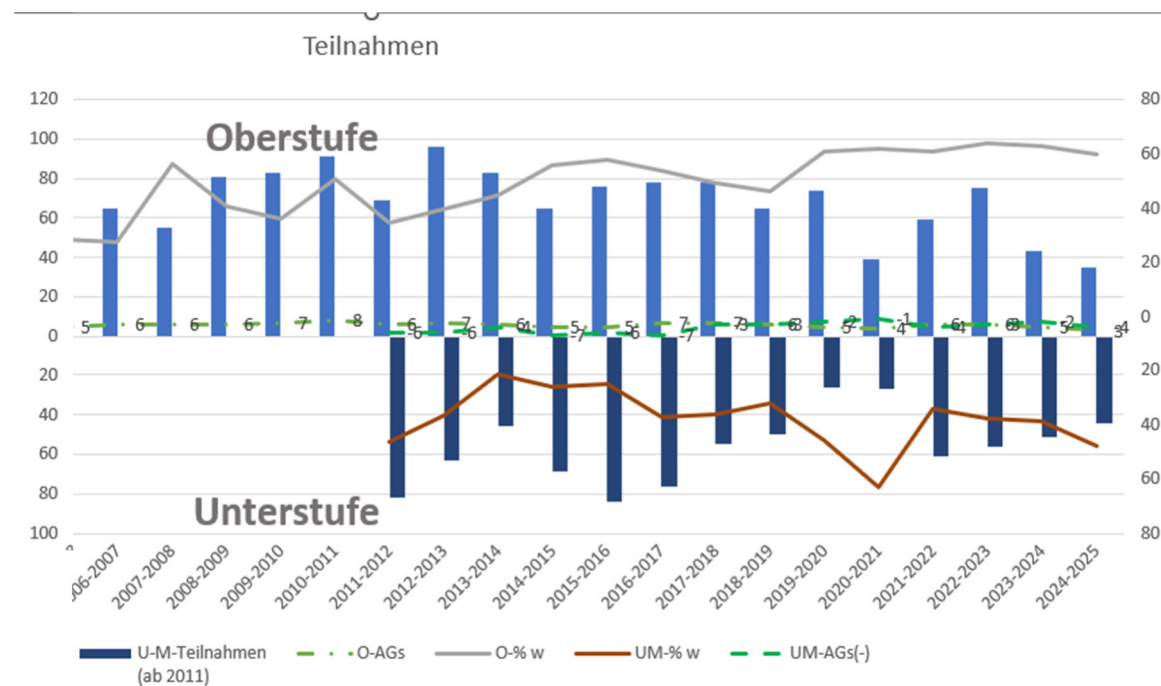
Aus den 84 Anmeldungen resultierten in diesem Jahr im Nachhinein 79 Teilnahmen. Eine AG konnte aufgrund geringer Anmeldezahlen nicht gestartet werden. Einzelne Schüler haben sich zu mehreren AGs angemeldet, aber nur eine begonnen. Wenige haben entgegen der Anmeldung später nicht an der AG teilgenommen. Im Folgenden wird daher direkt die Teilnehmendenzahl in Bezug genommen. Die abnehmende Teilnehmerzahl korreliert in der Oberstufe mit der geringeren Anzahl angebotener AGs in Kombination mit der zunehmenden Tendenz in der Schülerschaft, AGs an der Stammschule zu präferieren.

Der AG-Betrieb wurde zum Schuljahresbeginn mit **79 Teilnahmen** (2024: 94) aufgenommen.

In der Oberstufe konnten die AGs mit 35 Teilnahmen (59->75->43->35) bei einem üblichen Anteil von ca. 60 % (61%->64%->63%->60%) weiblicher Teilnehmerinnen mit leicht reduzierter Teilnehmerzahl gestartet werden. Die letzte Oberstufenreform („Kurssystem“) hat zu vermehrtem Nachmittagsunterricht geführt, so dass freie Termine für die AGs schwer zu finden sind. Die beruflichen Gymnasien sind mangels AG-Angeboten leider kaum noch vertreten. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei

den Projekt- und Seminarkursteilnahmen in den beruflichen Gymnasien.

In der Unter- und Mittelstufe starteten die AGs mit 44 Teilnahmen (61->56->51->44) fast auf Vorjahresniveau, bei einem deutlich gestiegenen Anteil von 48% weiblicher Teilnehmerinnen (63%->34%->40%->48%).



Arbeitsgemeinschaften und Schulen

Oberstufe: Vier 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
Astrophysik: Vom Mikrokosmos zum Makrokosmos (M. Ehm) *	Justus-von-Liebig-Schule	Waldshut
Mathematik/Physik: Young Science AG (Dr. Becker)	Wirtschaftsgymnasium	Waldshut-Tiengen
Mathematik: Angewandte Mathematik (H. Richter)	Klettgau-Gymnasium	WT-Tiengen

*nicht gestartet

Unter- und Mittelstufe: Drei Arbeitsgemeinschaften

AG-Bezeichnung	ausführende Schule	Schulort
Chemie: Wir erforschen unsere Welt (T. Pfeifer)	Klettgau-Gymnasium	WT-Tiengen
Mathematik/Informatik: Spaß am logischen Denken (M. Eichhorn, S. Kintzi)	Hochrhein-Gymnasium	Waldshut-Tiengen
Chemie: Brille auf und ... forschen! J.Ott	Hochrhein-Gymnasium	Waldshut

entsendende Schulen:

	Anzahl
Hochrhein-Gymnasium Waldshut	29
Kaufmännische Schule Waldshut	10
Klettgau-Gymnasium Tiengen	19
Scheffel-Gymnasium Bad Säckingen	18
Kolleg St. Blasien	1
Alemannenschule Wutöschingen	2
Gesamtergebnis	79

Es gab Teilnahmen aus „Drittschulen“. Die Justus-von-Liebig-Schule und das Technische Gymnasium Waldshut (beides beruflichen Gymnasien) verzeichneten in diesem Jahr keine Teilnehmer.

AG-Anmeldungen nach Klassenstufen

Alle Arbeitsgemeinschaften umfassen Teilnehmer und Teilnehmerinnen aus mehreren Klassenstufen und stellen somit nach wie vor in besonderer Weise ein klassenstufenunabhängiges Förderangebot im Sinne des Hochrhein-Seminars dar.

KlassenNr	5	6	7	9	10	11	12	Gesamtergebnis
O				1	11	17	7	36
Mathematik: Angewandte Mathematik				1	6	1	3	11
Biologie: Biologie und Gesellschaft					5	9		14
Mathematik/Physik: Young Science AG						7	4	11
UM	25	16	2					43
Chemie: Wir erforschen unsere Welt	7	6						13
Mathematik/Informatik: Spaß am logisc	15	2	1					18
Chemie: Brille auf und ... forschen!	3	8	1					12
Gesamtergebnis	25	16	2	1	11	17	7	79

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

Die Unterschiede in den Gruppengrößen haben sich deutlich reduziert.

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 der Oberstufe machte von dieser Anmeldeöglichkeit Gebrauch. In der Unter- und Mittelstufe stößt die persönliche Anmeldung bei der Lehrkraft auf deutlich mehr Akzeptanz.





Flexibilität

Erfreulicherweise bietet das Hochreinsseminar einzelnen Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, AG-Angebote wahrzunehmen, die nicht an ihrer Stammschule angeboten werden.

AG_Schule					
Stammschule	Scheffel-				Gesamt
	Hochrhein-Gymnasium Waldshut	Klettgau-Gymnasium Tiengen	Gymnasium Bad Säckingen	Wirtschafts gymnasium Waldshut	
O		10	14	11	35
Hochrhein-Gymnasium Waldshut			1		1
Kaufmännische Schule Waldshut				10	10
Klettgau-Gymnasium Tiengen		8			8
Scheffel-Gymnasium Bad Säckingen		2	13		15
Kolleg St. Blasien				1	1
UM	30	14			44
Hochrhein-Gymnasium Waldshut	26	2			28
Klettgau-Gymnasium Tiengen	1	10			11
Scheffel-Gymnasium Bad Säckingen	2	1			3
Alemannenschule Wutöschingen	1	1			2
Gesamtergebnis	30	24	14	11	79

Insbesondere das Klettgaugymnasium scheint hier einen größeren Einzugsbereich zu bedienen. Im Trend werden überwiegend AGs an der Stammschule in Anspruch genommen, obwohl alle AGs zu Schuljahresbeginn von den lokalen Ansprechpartnern beworben werden.

Mobilität

Anzahl	AG-Ort 			Gesamt
Ort der Stammschule 	Bad Säckingen	Tiengen	Waldshut	ergebnis
 O	14	10	11	35
Bad Säckingen	13	2		15
Tiengen		8		8
Waldshut	1		10	11
St. Blasien			1	1
 UM		14	30	44
Bad Säckingen		1	2	3
Tiengen		10	1	11
Waldshut		2	26	28
Wutöschingen		1	1	2
Gesamtergebnis	14	24	41	79

Die Ortsbindung zeigt sich hier noch gravierender als bei der Flexibilität in der AG-Wahl. Im Landkreis Waldshut existieren derzeit keine anderen außerschulischen Bildungs- und Förderungsangebote im Sekundarschulbereich. Die nächste Einrichtung wäre das phaenovum in Lörrach (60km/>50 Min).

Vorträge

In diesem Jahr besuchten im Mittel nur 40% (VJ 50%) der OberstufenschülerInnen die angebotenen Vorträge. Der letzte Vortrag im Schuljahr wurde von 45% der Teilnehmenden besucht. In den folgenden Jahren sollen regionale Exkursionen zu Instituten und Formen das Angebot ergänzen. Der Zeitaufwand bzw. Unterrichtsausfall wäre für die Schüler aber entsprechend höher.

In der Unter- und Mittelstufe konnten dieses Jahr zwei der drei geplanten Präsenzvorträge durchgeführt werden. Der dritte Vortrag musste kurzfristig krankheitsbedingt abgesagt werden. Die Vorträge waren sehr gut besucht. Eine Anwesenheitskontrolle wird in der Unter- und Mittelstufe nicht durchgeführt.

Datenschutz

Die Datenerhebung und -speicherung orientiert sich am gesetzlich geregelten schulischen Bedarf und Bestand. Daher waren nur sehr wenige persönliche Daten und Kontaktinformationen erforderlich (i.W. Anmelde Listen zu den AGs und Exkursionen). Die Löschung der Teilnehmerdaten erfolgt spätestens mit Veröffentlichung des Jahrbuchs im November des Folgeschuljahres.

Schülerfotos werden im Jahrbuch – falls überhaupt - nur mit unkenntlich gemachten Gesichtern abgebildet.

Kalender 25/26

2025										2026									
HR Hochrhein-Seminar.de für Mathematik und Naturwissenschaften Landesprogramm zur Förderung besonders befähigter Schülerinnen und Schüler										Leitung des Hochrhein-Seminars: Tamara Hillmann tamara@hochrhein-seminar.de Rainer Goldau goldau@hochrhein-seminar.de									
Unterrichtsstruktur Oberstufe										Stand 6.5.2025									
Jahr	Jul 25	Aug.	Sepember 25	Oktober 25	November 25	Dezember 25	Januar 26												
01 Di	01 Fr	01 Mo	01 Mi	01 Sa	01 So	01 So	01 So	01 So	01 So	01 So	01 So	01 So	01 So	01 So	01 So	01 So	01 So	01 So	01 So
02 Mi	02 Sa	02 Di	02 Do	02 Fr	02 So	02 So	02 So	02 So	02 So	02 So	02 So	02 So	02 So	02 So	02 So	02 So	02 So	02 So	02 So
03 Do	03 So	03 Mi	03 Fr	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So	03 So
04 Fr	04 Mo	04 Do	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So	04 So
05 Sa	05 Di	05 Fr	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So	05 So
06 So	06 Mi	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So	06 So
07 Mo	07 Do	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So	07 So
08 Di	08 Fr	08 Mo	08 Mi	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So	08 So
09 Mi	09 So	09 Di	09 Do	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So	09 So
10 Do	10 So	10 Mi	10 Fr	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So	10 So
11 Fr	11 Mo	11 Do	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So	11 So
12 Sa	12 Di	12 Fr	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So	12 So
13 So	13 Mi	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So	13 So
14 Mo	14 Do	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So	14 So
15 Di	15 Fr	15 Mo	15 Mi	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So	15 So
16 Mi	16 So	16 Di	16 Do	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So	16 So
17 Do	17 Mo	17 Do	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So	17 So
18 Fr	18 Mi	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So	18 So
19 Sa	19 Di	19 Fr	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So	19 So
20 So	20 Mi	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So	20 So
21 Mo	21 Do	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So	21 So
22 Di	22 Fr	22 Mo	22 Mi	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So	22 So
23 Mi	23 So	23 Di	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So	23 So
24 Do	24 Mo	24 Do	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So	24 So
25 Fr	25 Mi	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So	25 So
26 Sa	26 Di	26 Fr	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So	26 So
27 So	27 Mi	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So	27 So
28 Mo	28 Do	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So	28 So
29 Di	29 Fr	29 Mo	29 Mi	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So	29 So
30 Mi	30 So	30 Di	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So	30 So
31 Do	31 Mo	31 Do	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So	31 So

HR

Hochrhein-Seminar.de

SS

Lernort: am 1. und 2. Wochenende des Seminars

Lernort: am 1. und 2. Wochenende des Seminars

Lernort: am 1. und 2. Wochenende des Seminars

Unsere Ziele

Oberschule

Lektion des Hochrhein-Seminars

Tutorien

Robald Goldau

2025 - 2026

Oberschule

U-Pflichtveranstaltung, V = Vortrag

Legende	(Ablauf)	Freitag	Samstag
FT			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			
AGL			

Arbeitsgemeinschaften der Oberstufe

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 neuen Techniken und Möglichkeiten betreffen individuelle Ent-

scheidungen, andere gesetzliche Regelungen, um die im politischen Diskurs gestritten werden 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 auf diese Weise zu ausgewogenen Stellungnahmen zu kommen. Hier setzte auch dieses Jahr der Kurs "Biologie und Gesellschaft" an.

Der diesjährige 12. Kurs „Biologie und Gesellschaft“ wurde von 14 Schüler*innen besucht, wobei aus schulischen Gründen zwei Schülerinnen nur unregelmäßig teilnehmen konnten. Besonders freute mich, dass einige Teilnehmende schon zum zweiten, eine zum dritten Mal in Folge an unseren Gesprächen dabei waren.



Schule der Zukunft

Schulkritiker

Mit dem ersten Thema habe ich die Schülerinnen und Schüler eingeladen ein Schulentwicklungsprojekt unseres Scheffलगymnasiums gedanklich zu begleiten. Wir haben – übrigens mit sehr großer Zustimmung seitens der Beteiligten – zwei Zweistundenfächer jeweils halbjährig vierstündig unterrichtet. Ein kleiner Schritt im Rahmen des Möglichen unsere Schule vor Ort zu verbessern.

Im Kurs allerdings haben wir uns grundlegendere Gedanken gemacht und uns vor allem sogenannte Dalton-Schulen und die Alemannenschule in Wutöschingen näher angeschaut, letztere auch besucht.

Zunächst haben wir uns die Argumente einiger prominenter Schulkritiker angehört und darüber reflektiert, wo wir ihre Argumente nachvollziehen können. Hier ein kleiner Eindruck aus der Fülle an Kritiken:

- Die Schülerverehrerin aus Thüringen Maja Zaubitzer bei Markus Lanz: „Frontalunterricht und Stofffülle verunmöglicht, dass in der Schule „Demokratie gelebt wird“. Z.B. werden spontane Ideen von Schülerinnen und Schülern, wie der Unterricht weitergehen könnte, abgelehnt, um die Unterrichtsziele zu erreichen.“
- Mirko Drotschmann, wissen2go/YouTube, TerraX-Moderator: Zu den Schulräumlichkeiten: „Wir sehen keine Orte für das Leben und das Lernen, sondern Kasernen. An langen Fluren steht ein Raum neben dem anderen stramm. [...] Die Kinder werden hineingepfercht, alle nach vorne zur Tafel ausgerichtet. [...] Das ist eine industrielle Anordnung, der die Massenabfüllung als Idee zugrunde liegt.“ - So wie Schulen heute gebaut sind kann modernes Lernen nicht funktionieren. Und zur Zeitstruktur: „Durch die Einführung der Kurzstunde (=6x45Minuten am Vormittag) ist [...] die peinliche Innehaltung [...] der Zeit von 45 Minuten strenges Erfordernis geworden. (Die Lehrer werden) systematisch zu militärischer Pünktlichkeit, wenn nicht zu übertriebener Hast angetrieben, die jede Behaglichkeit verbannt und die Nerven schädigt.“ (findet sich schon im Lexikon der Pädagogik 1914)
- Richard David Precht (Philosoph, Bestsellerautor, bekannter Redner) bei Markus Lanz: „Heute leben wir in einer Gesellschaft in der die meisten Berufe, die die Kinder ergreifen werden, noch nicht erfunden sind: Darum brauchen wir sie nicht für spezifische Berufe ausbilden! Wir brauchen kreative, selbstständige Menschen. Dazu aber dient das heutige Schulsystem nicht.“



Nun folgen einige Aspekte aus unserem Gespräch zur Schule von morgen:

- Sowohl Schüler*innen als auch Lehrer*innen brauchen erheblich mehr Freiräume zeitlicher und räumlicher Art. Nur so lässt sich das gemeinsame Lernen als kreativer Prozess gestalten, nur so ergibt sich Raum für Unvorhergesehenes, also das, was erst im kreativen Miteinander geschieht. Genau das aber meint „Demokratie leben“ wohl mehr als nur, dass Abstimmungen in der Schule durchgeführt werden.
- Freiräume betreffen auch thematische Freiräume, um an den Stellen in eine Vertiefung gehen zu können, wo der Funke gezündet hat. Die GFSe (gleichwertige Feststellung von Schülerleistungen, „Referate“) sollten hierfür eine Gelegenheit sein. Sie sind es auch immer dann, wenn Kollegen den Schülerinnen und Schülern diese Freiräume thematischer Art auch gewähren, was nicht immer der Fall ist. Viele engen die Themen auch wegen Stoffdruck erheblich ein.
- Trotzdem sollte es auch weiterhin so sein, dass es Pflichtthemen gibt. Reines Lernen nach Spaß würde wohl auch Vieles nicht zum Zug kommen lassen, von dem die Schülerinnen und Schüler erst später merken, dass hier Wichtiges zu lernen ist.

Eine Frage, die uns hieraus folgend besonders beschäftigt hat: Wo haben wir in der Schule Räume zeitlicher und physischer Art, die zum Lernen ohne Druck im selbstverständlichen und gewohnten Miteinander einladen? In der Mediathek des Scheffelgymnasiums finden sich hierfür Möglichkeiten, die aber erheblich ausgebaut werden könnten. Im Oberstufenraum ergibt sich eine Arbeitsatmosphäre, die so manchen veranlasst, trotz späten Schulbeginns früher zu kommen, um gemeinsam in Ruhe zu lernen. In diesem Zusammenhang wichtig ist auch der Austausch mit Schulkameraden aus anderen Kursen oder Jahrgangsstufen.

Dalton-Schule

Nachdem wir uns mit den Einwänden prominenter Schulkritiker auseinandergesetzt hatten, wollten wir uns mit einem Schulkonzept auseinandersetzen, das in den letzten Jahren bundesweit immer mehr Verbreitung findet: Die Dalton-Stunden. Bundesweit sind aktuell neben anderen Schultypen 11 Gymnasien als Dalton-Schulen zertifiziert. Im Besonderen in den Niederlanden haben Dalton-Schulen eine weite Verbreitung.

Am Beispiel des Alsdorf-Gymnasiums haben wir uns ein Dalton-Gymnasium näher angeschaut, das zudem noch ein „Gleitzeit-Modell“ verwirklicht hat. Nebenstehend ein Stundenplan dieses Gymnasiums. Das Prinzip:

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
Dalton	Dalton	Dalton	Dalton	Dalton
Erdkunde	Biologie	Englisch	Deutsch	Englisch
Deutsch	Kunst	Sport	Chemie	Religion
Dalton	Dalton	Dalton	Dalton	Dalton
Englisch	Latein	Latein	Latein	Sport
Geschichte	Deutsch	Deutsch	Englisch	Sport
Dalton	Dalton	Dalton	Dalton	Dalton
		Erdkunde		
		Chemie		

- Je nach Umsetzung wird ein Drittel bis ein Viertel der Unterrichtsinhalte in Dalton-Stunden selbständig erarbeitet.
- Im obigen Beispiel (Alsdorf Gymnasium) müssen zwei Dalton-Stunden pro Tag von den Schülerinnen und Schülern besucht werden (frei ist, ob eine davon die erste oder letzte Stunde ist). Das ist eine Besonderheit dieser Schule und gehört nicht grundsätzlich zum Dalton-Konzept.
- In anderen Dalton-Schulen sind die Dalton-Stunden nicht regelmäßig verteilt.

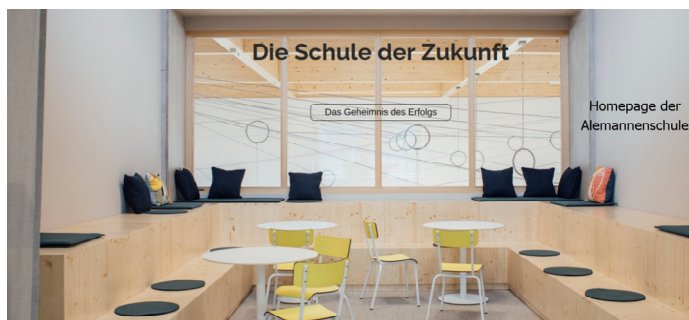
Insgesamt kam das Dalton-Konzept sehr gut bei den Teilnehmenden an. Viele Aspekte wurden in mehreren Gruppen herausgearbeitet und nach angepassten Möglichkeiten gesucht, sich von diesem Konzept eine „Scheibe abzuschneiden“. Hier einige dieser Aspekte:

- Vorteile vom Dalton-Konzept: → Man kann seine Zeit besser und individuell nutzen, um das zu lernen, bei dem man Schwierigkeiten hat. → Man lernt seine Aufgaben selbstständiger zu planen.
- Nachteile vom Dalton-Konzept: → Durch weniger Druck verschiebt man die Fächer, die man nicht mag, nach hinten, wodurch sich am Ende der Zeitperiode mehr Stoff der Fächer, die man nicht mag, ansammelt.
- Besonders gut ist, dass... → ... die Eigenorganisation von Schülerinnen und Schülern gefördert wird → ... auf die individuellen Wünsche/Bedürfnisse eingegangen wird → ... ausgefallene Stunden sinnvoll genutzt werden können → ... Lernweisen, Lerngruppen und Lehrer*innen selbst gewählt werden können → ... die Zeiteinteilung nach individuellen Bedürfnissen vorgenommen werden kann.
- Eventuelle Probleme: → Probleme mit der Organisation (Unterstufe). → Selbstbestimmung über Lernkontrollen (müssen festgelegt werden) → vielleicht zu wenig Kontrolle von Lehrkräften → manchen Schüler*innen fällt die Selbstorganisation nicht so leicht.
- Gut finden wir vor allem das stufenübergreifende Lernen mit Unterstützung von Lehrern. So verzweifelt keiner an seinen Hausaufgaben, sondern kann diese produktiv erledigen und bei Bedarf direkt Hilfe erhalten.
- Zum Beispiel könnten wir uns dies in Form eines allgemein zugänglichen Raumes am Nachmittag vorstellen, in dem die Schüler*innen, betreut von einem Lehrer, ihre Hausaufgaben gemeinsam erledigen könnten.
- Probleme an dem Gesamtkonzept sehen wir aber bei der erforderlichen Selbstdisziplin der Schüler*innen und an dem herrschenden Lehrermangel.

- Wir finden das Dalton-Prinzip fortschrittlich und praktisch, da die Selbstständigkeit schon früh gefördert wird. Wegen der stufenübergreifenden Dalton-Stunden können einem nicht nur die Fachlehrer, sondern auch die anderen Schüler*innen helfen. Außerdem kann die Lernzeit individuell bestimmt werden und die Schüler*innen, die morgens besser lernen können, früher kommen, während andere länger bleiben. So steigert sich die Leistungsfähigkeit und die Noten werden besser. Je nach Stärke kann die zur Verfügung stehende Zeit selbstständig auf die Fächer verteilt werden. Durch die Lernpläne wird ein bestimmtes Pensum an Aufgaben pro Fach aufgegeben, was den Schülern Struktur gibt.

Alemannenschule in Wutöschingen

Die Alemannenschule in Wutöschingen verwirklicht in besonders konsequenterweise, Lernen in die Eigenverantwortung und Organisation der Schüler*innen zu legen. Frontalunterricht im herkömmlichen Sinne findet hier nicht statt, sondern wir haben nur „Impuls-Stunden“ für notwendigen Input. Der Rest wird – meist digital –



von den Schülerinnen und Schülern eigenständig in Austausch mit ihren „Lernbegleitern“, wie hier die Lehrer*innen heißen, geleistet. Man kann sagen: „Dalton extrem“. Wir durften die Schule einen halben Vormittag besuchen und uns mit ihren Schüler*innen und einer Lernbegleiterin intensiv austauschen. Besonders bestechend wirkten die Räumlichkeiten, die ganz auf das Konzept der Schule ausgerichtet sind. Es lohnt sich über dieses so konsequent andere Schulkonzept zu informieren. Vielen Dank für den Einsatz der Alemannenschule auch an dieser Stelle!

Aus der nachfolgenden Reflexion seien hier zwei Zitate unserer Teilnehmenden angeführt:

„Grundsätzlich waren wir sehr angetan von der Alemannenschule. So haben uns die räumlichen Konzepte und die Möglichkeiten zum individuellen und selbstbestimmten Lernen sehr zugesagt. Vor allem auch die Digitalisierung ist dort sehr fortgeschritten. Allerdings fragen wir uns, ob dieses Modell auf Grund der hohen Kosten massentauglich und zukunftsfähig ist. Wir fänden es aber eine gute Überlegung, einzelne Elemente in unsere Schule zu integrieren, wie einen Raum, in dem Schüler/innen stufenübergreifend selbstständig und mit Lehrkräften in Reichweite lernen können.“

„In erster Linie verwunderte mich, dass so ein offenes Schulkonzept ohne große Einschränkungen verwirklicht werden konnte. Besonders hilfreich fand ich die Selbsterarbeitung mit denen sich die Schüler*innen das Wissen selbst aneignen konnten. Jeder kann sein Lerntempo und seine Strategien selbst wählen. Dies sollte auch im Scheffel Gymnasium standardisiert werden, dass es immer wieder Stunden zur Selbsterarbeitung geben kann.“

Schulnoten: Notwendiges Übel oder hilfreiche Motivation für den Schulerfolg?

Als Einspieler diente eine „Quarks-Sendung“: „So sinnvoll und gerecht sind Schulnoten“, die sehr kritisch auf Notengebung blickt. Das Thema ließ keinen kalt. Es kam zu angeregten Diskussionen in den zwei Teilgruppen. Hier einige Aspekte aus den Gedankengängen der Teilnehmenden:

- Überraschenderweise waren trotz der Einwände nicht alle grundsätzlich gegen Schulnoten. Hilft der „Notenkick“ vielleicht doch das eine oder andere Lerntief zu überwinden?
- Es gab den Einwand, warum sich mit diesem Thema beschäftigen, wenn wir an der Tatsache der Noten doch nichts ändern können. Politisch natürlich zunächst nicht viel. Allerdings gibt es auch Schulen ohne direkte Noten. Aber: Es ist auch eine Frage, wie wir mit dem Thema umgehen, welchen Stellenwert Noten haben. Da sind wir durchaus selbst gefragt.
- Hierfür ist allerdings von Seiten der Schülerinnen und Schüler ein grundsätzliches Vertrauensverhältnis zur Lehrkraft von Nöten – das sicherlich nicht immer gegeben ist.
- Bei Ein- und Zweistundenfächer ist es besonders schwierig ein intensiveres und damit auch vertrauterer Verhältnis zu den Schülerinnen und Schülern aufzubauen. Es würde das Stundenkonzentrations-Modell helfen.
- Die Frage, wie sich die „Beurteiler-Rolle“ aus der Lehrer-Rolle herausdividieren ließe, führte zu keinem Ergebnis. Auf digitale Tests zu setzen, verarmt die Möglichkeit, die Schülerleistung individuell zu würdigen, KI hin oder her. Den Kollegen die Beurteilung zu überlassen, würde die Möglichkeit minimieren, dass auch der Unterricht individuell sein sollte.
- Auf alle Fälle sollte man bemüht sein, die Rolle der Noten nicht zu hochzuhängen. Leicht gesagt, wenn am Ende des Tages Noten über den persönlichen Werdegang entscheiden können (Stichwort Numerus clausus).
- Im Besonderen stillere, zurückhaltendere Schüler*innen können beim Noten-Thema zu kurz kommen, da sie sich vielleicht erst später trauen, mit der Lehrkraft zu sprechen. Vielleicht sollte man ein solches Gespräch institutionalisieren.

Stress

Der nächste Themenkreis unseres diesjährigen Kurses wurde von dem Bedürfnis der Teilnehmenden angestoßen, dass wir uns mit dem Thema „Stress“ auseinandersetzen, dem sich die meisten ausgesetzt fühlen.

Wir begannen mit einer umfangreichen Befragung um herauszufinden, was konkret Stress hervorruft. Besonders herausgestochen waren folgende Stressoren:

1. ... ob ich mir zukünftig den Wohlstand leisten kann, den ich kenne: 2,4 von 3
2. ... dass ich zu wenig Schlaf finde: 1,8 von 3
3. Stress bereitet mir der Medienkonsum und die damit verbundene Reizüberflutung: 1,9 von 3
4. ... die negativen Nachrichten, die auf mich einströmen: 1,7 von 3

Stress durch Angst vor Wohlstandsverlust

Um in diesen Themen weiterzukommen haben wir zunächst einmal eingekreist, um welche Vorstellungen es beim Thema Wohlstands-Gefährdung eigentlich geht. Was genau bedeutet also „Wohlstand“, den wir erhalten wollen. In der politischen Debatte wird der Begriff meist mit sehr materiellen Wohlstandsvorstellungen gleichgesetzt, die nur durch eine „wachsende Wirtschaft“ gewährleistet sein soll. Dass dies letztlich eine Verkürzung des Wohlstandsbegriffes darstellt, kam schon aus den Statements unserer Teilnehmenden heraus. Hier einige Zitate zur Frage, was wir mit Wohlstand verbinden:

- ausreichend Nahrung, sich mal was gönnen können, Geld für Kleidung und Schuhe, beheiztes Haus, Wohnung, „nicht jeden Cent zweimal umdrehen müssen“.
- In erster Linie denkt man oft an finanziellen Wohlstand, ich würde aber sagen, dass es ebenso familiärer oder sozial zu betrachten ist, da diese Punkte ebenso sehr wichtig sind.
- leckeres und gesundes Essen, Familie und Bekannte, ein Bett/Raum für jeden, Zeit.

- ein glückliches Leben mit genug Geld, um mich zu versorgen und mir noch das zu leisten, was ich mir wünsche (nichts Übertriebenes, Urlaub..., Hobbys, leckeres Essen)
- Mehr zu haben als das, was man benötigt, Kapazitäten zu haben für das, was man nicht direkt braucht
- ein gutes Leben haben, alle Grundbedürfnisse „gestillt“, ausreichend Geld, darüber hinaus die Möglichkeit haben, sich sein Leben besser zu machen, Nahrung, „Haus“, glücklich sein, Frieden, Freude, Familie, Gesundheit, Möglichkeiten, Glück.
- alle Personen, die mir nahe stehen sind gesund. Frieden. Ein Dach über dem Kopf zu haben. Sich keine Sorgen um die finanzielle Zukunft machen zu müssen.
- In den meisten Kontexten verbinde ich mit Wohlstand den finanziellen Stand. Also mein Konsumstand in welchem Haus ich wohne und welche Sachen ich besitze. So gesehen ist dieser Wohlstand eng verbunden mit meinem gesamten Lebensstandard.

Wenn man diese Aspekte liest, wird ja sehr schnell deutlich, dass die meisten Zuschreibungen zu dem, was wir unter Wohlstand verstehen, nicht von allzu großem materiellem Reichtum abhängt, sondern mehr von dem Lebensstil, den wir für uns gefunden haben. Insofern bräuchten wir eigentlich keine Zukunftsangst zu haben. Diesbezügliche Ängste sind mehr in Bezug auf drohenden Job-Verlust (z. B. in der Automobilbranche) oder z. B. den steigenden Mieten berechtigt. Wenn man sich mit diesem Thema auseinandersetzt, wird man merken, dass die Gründe hierfür nicht darin liegen, dass wir ohne ständiges Wirtschaftswachstum Jobs gefährden, sondern eine Transformation des Wirtschaftssystems notwendig ist, die sehr grundlegend aber für die allermeisten Menschen – und im Besonderen für den Mittelstand – eher positiv ist. Hier blieb mir im Kurs nur ein Hinweis auf entsprechende Literatur/YouTube-Beiträge (z. B. Niko Paech mit dem Stichwort Postwachstumsökonomie). Mit anderen Worten: Mit einer entsprechenden Gestaltung des eigenen Lebensstils, der weniger auf materiellen Wohlstand als auf die nicht käuflichen Werte setzt und einer gewissen Flexibilität bei der Berufsfindung kann man die Wohlstandsverlust-Ängste schon deutlich minimieren.

Stress durch Mangel an Entspannung und Schlaf

Um auf das Thema „Schlaf und Entspannung“ einzugehen habe ich im Kurs eine praktische Einheit eingelegt, die die Teilnehmenden mit dem „Autogenen Training“ bekannt gemacht hat, einer seit langem in der Medizin verankerten Methode.

Steinzeithirn trifft Internet

Hochaktuell ist das Thema Medienkonsum und Reizüberflutung. Um diesem beizukommen haben wir ein Interview der Neurowissenschaftlerin und Professorin für Medienpsychologie Maren Urner auseinandergesetzt mit der Fragestellung: „Was tun gegen Informations-Fatigue (Fatigue = Müdigkeit)“: Hier ein zentrales Zitat aus diesem Interview:

„Wir leben in einer Zeit, in der wir viel mehr Informationen ausgesetzt sind bzw. wir mehr Informationen konsumieren, als das noch vor wenigen Jahren oder Jahrhunderten der Fall war! Ich habe eine Studie entdeckt, die gezeigt hat, dass wir innerhalb eines Tages als durchschnittlicher Mensch der irgendwie mit Computer, Zeitung und vielleicht diversen anderen Geräten hantiert, ungefähr 74 Gigabyte an Informationen verarbeiten müssen. [...] Gehen wir 500 Jahre zurück, dann war es so, dass eine hochgebildete Person innerhalb ihrer Lebenszeit ungefähr 74 Gigabyte Informationen verarbeitet hat! [...]

Das heißt, wir hatten vor ein paar hundert Jahren noch sehr viel mehr Zeit, alles zu verarbeiten,

einzuordnen oder zu sortieren. Die Phasen, während derer wir nicht bewusst neue Informationen aufnehmen und das Gehirn alles sortieren kann, fallen jetzt häufig weg. Uns fehlen die Pausen, was zu einer Informations-Müdigkeit führt. In der Psychologie auch Informations-Fatigue genannt.“

In diesem Kontext haben wir uns mit der Bedeutung von Langeweile in unserem Leben und Ihre Bewertung intensiver auseinandergesetzt. Das immer griffbereite Smartphone verhindert ja Zeiten des Träumens, des Nachsinnens, der inneren Ruhe also der „langen Weile“. Deutlich wurde, dass wir diesen psychischen Modus neu und vor allem positiv bewerten müssen.

Auch mir ist mehr als vorher bewusst geworden, dass der „analoge Modus“, den unser „Steinzeithirn“ aber unbedingt benötigt, durch die digital verlockende Informationsflut mehr als bedroht ist. Auch ich war durch diese Auseinandersetzung angeregt, die analogen Zeiten zu verlängern, vieles nicht digital, sondern analog zu verarbeiten (handschriftliche Notizen statt immer ins Tablet tippen), wieder mehr zu lesen, statt zu viel über Podcast und YouTube-Vorträge aufzunehmen. Was ja nicht heißt, die digitalen Errungenschaften der Modernen zu verdammen, sondern ihnen einen angemessenen zeitlichen Rahmen, der unserer evolutiv gewachsenen Psyche gerecht wird, zuzuschreiben.

Generation Z: Zwischen Weltrettung und Lebensängsten?

Lastet auf der aktuellen Jugendgeneration ein konstituierender Stress? Hierzu fand ich einen 3sat-Filmbeitrag mit obigem Thema, den ich in der Runde zur Diskussion gestellt habe. Kurzgefasst folgende Infos aus dem Film:

- **GEN Z:** geboren zwischen 1995 und 2012, 11,6 Millionen in Deutschland (Statista 2022), die erste echte Digitalgeneration, Wohlstand, (scheinbar grenzenlose Wahlmöglichkeiten) - „Laut McKinsey sind die Angehörigen der Gen Z echte Digital Natives, die von frühester Jugend mit Internet und sozialen Netzwerken vertraut sind und sehr gut damit zurechtkommen, viele Informationsquellen zu sammeln, zu vergleichen und virtuelle mit Offline-Erfahrungen zu verbinden.“
- Sorgen der Gen Z: 47% langfristige Zukunft, 42% Finanzen, 39% (bei der Elterngeneration waren dies 19%) psychische Gesundheit, 44% Klimawandel/Umweltschutz (Elterngeneration nur 23%),
- Gen Z und Sozial Media: tägliche „bad news“ (Botschaften mit Furcht, Ärger, Zorn, Wut, Eckel) gehen viral, neutrale Botschaften und positive Botschaften sind deutlich unterrepräsentiert.
- Verbreitetes Gefühl der Gen Z: Mit uns beschäftigt sich niemand: Politik richtet sich an Mehrheiten aus, die nicht von der jungen Generation gestellt werden! Die Mehrheiten hat die Generation 60+! → Gefühl von Ohnmacht: Die Älteren machen nichts, nehmen Wissenschaftler nicht ernst.
- Folge für viele aus der Gen Z: Wir leben jetzt – wir wissen nicht, was in 10 Jahren ist. 86% der Gen Z sind nicht bei Fridays 4 Future, konsumieren wie keine Generation vor ihnen und haben kein Problem mit Flugreisen etc.!
- Andere schöpfen aktive Hoffnung durch Aktivismus und Konsequenzen für den persönlichen Lebensstil (41% weniger Fast Fashion, 19% Vegetarier*innen oder Veganer*innen, 76% für nachhaltiges Reisen aber nur 20% weniger Flugreisen): Lücke zwischen Wunsch und Wirklichkeit? Agieren die F4F'ler nur im sozial erwünschten Kontext ihrer Internet-Blase? Ist Klima Aktivismus nur ein Trend?

Unsere Diskussionen zeigten, dass sich die Teilnehmenden von der Analyse angesprochen fühlten.

Zu sechs Fragen gab es eine angeregte Diskussion:

- Frage: „Gibt es, wie im Filmbeitrag angedeutet, eine Spaltung Ihrer Generation in diejenigen, die sich mit Lebensängsten herumplagen und auf eine Weltrettung hoffen und denjenigen, die den heute

möglichen Konsum unreflektiert ausnutzen?“ Mit 8 von 9 Ja-Stimmen wurde diese Aussage bejaht. Damit zeigt der Beitrag nur eine Seite der GenZ. Nämlich diejenigen, die von den angesprochenen Zukunftsfragen einerseits berührt wurden und andererseits zumindest versuchen, daraus Konsequenzen zu ziehen. Sei es nur, indem sie dieses Themengebiet verfolgen und mehr oder weniger ernst nehmen.

Aber es gibt eben auch wie bei den Älteren diejenigen, die es schaffen, die Dramatik der gegenwärtigen Situation aus ihrem Leben auszublenden. Insofern ist die GenZ eine gesplante Generation mit den „Klima- und Nachhaltigkeitsaktivisten oder Sorgenträgern“ auf der einen Seite und auf der anderen diejenigen, die diese Sorgen weder teilen noch sich in ihrem Konsumverhalten beeinträchtigen lassen. Das macht deutlich, dass es sich in dieser Frage nicht nur, vielleicht auch nicht vordergründig um einen Generationenkonflikt handelt. Denn auch bei der 50+ Kohorte – das sei versichert – gibt es viele in Nachhaltigkeitsfragen sehr engagierte Persönlichkeiten, aber eben auch die „unbekümmerten Konsumer“.

- Frage: „Prägen vor allem negative Nachrichten Ihr Weltbild? (Klima, Artensterben, Plastik im Meer usw.) Ist das Gift für Ihre Jugendjahre?“ Die Antwort hierauf wurde von der Runde relativiert: Prägen nicht, wohl aber tangieren. Trotzdem war deutlich, wie sehr die Flut negativer Nachrichten vielen zu schaffen macht. Es gelingt aber doch meist, sich nicht überwältigen zu lassen „das Handy zur Seite zu legen“.
- Frage: „Kann man von einer „Flucht in digitale Welten? (2 Stunden auf Ticktok mit 20sec. Clips)“ bei Ihrer Generation sprechen, die während Corona aus dem Ruder lief? Mit Folgen bis heute?“ Hier fühlte sich so mancher ertappt, andere praktizieren mehr oder weniger wirksam die Eindämmung der Handyzeiten.
- Frage: „Haben Sie als Gen Z Lust darauf, Teil der Lösung zu sein.“ Hier muss man zwei Aspekte bedenken: Den öffentlich-politischen: Klimaaktivismus von Demos bis hin zu politischer Teilhabe und zweitens den persönlichen. Hier ist man schon aktiv, wenn man nur den eigenen Lebensstil mit den Menschen, Freunden und Bekannten vor Ort zukunftstauglich macht.
- Frage: „Entscheidende Wahlen stehen ins Haus: Haben Sie den Eindruck, dass die Lebensfragen Ihrer Generation Z angesprochen werden? Oder geht es wieder vor allem um die 60+‘ler? Was würden Sie sich wünschen? Eindeutige Antwort: Die Belange der jungen Generation sind viel zu wenig berücksichtigt. Kein Wunder: Politik schielt in erster Linie auf Mehrheiten. Und die stellen die Menschen 60+ im Lande.
- Frage: Wie sollen wir hier am Scheffel-Gymnasium mit den Nachhaltigkeitsfragen umgehen: → Verschweigen? (0 Zustimmung) → Schönreden? (0 Zustimmung) → „Tacheles“ reden? (volle Zustimmung) → Dramatisieren? (0 Zustimmung)

Vom Anthropozän zur Sapiezoikum – Haben wir das richtige Narrativ für die Zukunfts-Fragen?

In einer ersten Rundäußerung wurde deutlich, dass etwa die Hälfte der Teilnehmenden mit dem Stichwort „Anthropozän“ nicht viel anfangen konnten, einige aber im Rahmen des Erdkunde-Unterrichtes davon gehört hatten. Insofern kann man feststellen, dass es zumindest in unserem Hause überhaupt kein Narrativ ist, also keine Erzählung, von der welche Kraft auch immer ausgeht.

Im zweiten Schritt ging es darum, dass wir uns gefragt hatten, welche Vorstellungen wir von dem Ablauf der Erdgeschichte mit uns herumtragen. Drei Gruppen haben diese unabhängig voneinander visualisiert und uns vorgestellt. Bei allen war es so, dass insbesondere die Zu-

kunftsperspektiven nicht besonders rosig ausfielen. Ansonsten waren doch einige wichtige Elemente der Geschichte unseres Planeten bekannt.

Der Ausdruck „Anthropozän“ soll vor allem auf die problematische Seite des menschlichen Handelns aufmerksam machen. Der Mensch wird als „Parasit der irdischen Ökosysteme“ dargestellt. Man muss sich fragen, ob es sich dabei um eine zum besseren Handeln motivierende, Zukunftsperspektiven verleihende, Erzählung handelt. Oder anders: Kann man Anthropozän auch so erzählen, dass man das Gefühl hat, da möchte ich mitmachen, da möchte ich dabei sein, hier möchte ich mich positiv einbringen, da freue ich mich auf die Aufgaben, die sich mir im Hinblick auf eine gute Zukunft stellen. Und das, ohne unehrlich über die Probleme hinwegzusehen.

Als alternativen Begriff habe ich den Kurs mit der Erzählung des „Sapiezoikums“ vertraut gemacht, die aus der Astrobiologie stammt und mit der Frage verbunden ist, ob es sinnvolle Argumente dafür gibt, dass auch auf anderen, vielleicht vielen Planeten in unserem Universum kulturtragende Spezies entstanden sind und dort über sehr lange geologische Zeitabschnitte Bestand haben. Das allerdings beinhaltet, dass aus dem Parasiten ein Symbiont der planetaren Ökosysteme geworden ist, da sonst ein möglicherweise auch eingetretenes „Anthropozän“ eine in geologischen Maßstäben gemessene sehr kurze Dauer hätte, was uns - sollten wir uns nicht grundlegend ändern - auch blühen könnte.

Wie könnte eine solche Erzählung aussehen? Hierzu haben wir uns einen 2019 gedrehten australischen Film angeschaut mit dem Titel „2040“, der versucht, eine mögliche nahe Zukunft lösungsorientiert darzustellen. Der Regisseur meint hierzu: „Unser Umgang mit dem Klimawandel sei im Moment so, als würden wir jeden Tag zum Arzt gehen und der Arzt würde jeden Tag sagen, wir seien krank. „Aber irgendwann will ich doch wissen: Hey, wie werde ich wieder gesund?“

Wir haben uns Ausschnitte des Films in mehreren Gruppen angeschaut und im Gespräch auf ihre Inspirationskraft ausgelotet. Und, ja dieser positive Blick auf eine mögliche – symbiontische – Zukunft hat mehr Inspirationskraft als die ständigen Destruktionen, die wir vorgeführt bekommen. Lenkt doch die lösungsorientierte Erzählung den Blick auf die Nachrichten so, dass man die vielen Initiativen, die nach neuen Wegen suchen, eher wahrnimmt und damit der Hoffnungsfunke genährt wird anstatt immer das Ohnmachtsgefühl, wenn man auf die viele Stellen aufmerksam gemacht wird, an denen unser Planet brennt. Es bleibt zwar immer auch der Einwand im Hintergrund, dass man sich die Situation unangemessen schönredet. Aber haben wir eine andere Wahl?

Wer wollen wir gewesen sein? Eine besondere Anregung

An dieser Stelle kam mir eine besondere Idee. Als ich das Alter der Teilnehmenden hatte, waren viele der Nachhaltigkeitsthemen schon präsent, manche noch nicht. Einige haben sich ins Gute gewendet: Z.B. die Verschmutzung der Seen und Flüsse. Andere waren in der Bedeutung damals noch nicht im öffentlichen Bewusstsein angekommen, wie der Klimawandel. Ich war damals schon im Naturschutz engagiert. Wenige Dokumente aus dieser Zeit sind mir erhalten geblieben die mich heute noch daran erinnern, wie ich seinerzeit meinen Lebensweg im Zusammenhang mit der Entwicklung der Gesellschaft gesehen habe. Das heute zu lesen ist sehr inspirierend.

So habe ich folgende Anregung weitergegeben:

„Sie schreiben allein/zu zweit/zu dritt/oder ... einen offenen/nur persönlichen Brief an sich selbst/ihre Kinder, die Sie möglicherweise haben. Adressiert in das Jahrzehnt 2070 folgend, in

dem Sie etwa so alt sein werden, wie ich heute bin. Sie sind sich bewusst, dass Sie im Anthropozän leben, mit allen Herausforderungen, die das für Ihre eigene Biografie und die Biografien der Freunde und Bekannte bedeutet, mit denen Sie heute zu tun haben und künftig zu tun haben werden. Sie haben gehört, dass den Herausforderungen auch Chancen gegenüberstehen, die wir (vielleicht) mit dem Narrativ eines heranbrechenden Sapiezoikum verbinden. Vielleicht tun Sie das ja auch nicht. Schreiben Sie diesen Brief so, wie Sie sich heute fühlen. Optimistisch? Pessimistisch? Ehrlich!“

Die meisten der „Briefe“, die hier entstanden, wurden als persönliches Kleinod mitgenommen. Zwei Teilnehmende aber haben zugestimmt, Ausschnitte aus dem entstandenen Brief an dieser Stelle zu veröffentlichen. Dem möchte ich hiermit nachkommen:

„Lieber B. und N.!

Wenn Du diesen Brief im Jahre 2070 liest, herzlichen Glückwunsch! Der dritte Weltkrieg wurde offensichtlich nochmal erfolgreich abgewendet. Die Auswirkungen des Klimawandels sind in Deutschland deutlich zu spüren, im Großteil der Welt noch heftiger. Allerdings hat die Menschheit durch zahlreiche Katastrophen gelernt und kümmert sich nun um den Klimawandel.

Dies ist unter anderem möglich, da die großen Diktaturen von innen friedlich aufgelöst wurden und nun vernünftig und demokratisch organisiert sind. Die Welt ist fast vollkommen Kohlenstoffdioxid-neutral, fossile Brennstoffe gibt es ohnehin nicht mehr.

Auch ist man in allen Bereichen wesentlich weiter, unter anderem auch wegen Euch: N. ist mit großzügiger finanzieller Unterstützung von B. der Durchbruch gelungen, Wasserstoff als Allzweckkraftstoff massentauglich zu machen. Selbst große Flugzeuge können damit fliegen.

Auch gesellschaftlich hat sich in Deutschland einiges getan. Die grün-links-liberale Regierung hat letztes Jahr gemeinsam mit allen Bürgern 130 Jahre Grundgesetz gefeiert. Zudem hat sie es geschafft, soziale Medien einzudämmen und somit die Gehirnverdummung gestoppt.

Geopolitisch ist die Menschheit deutlich zusammengerückt, statt Nationalismus ist nun der Globalismus weit verbreitet und es gibt starke internationale Friedensbündnisse.“

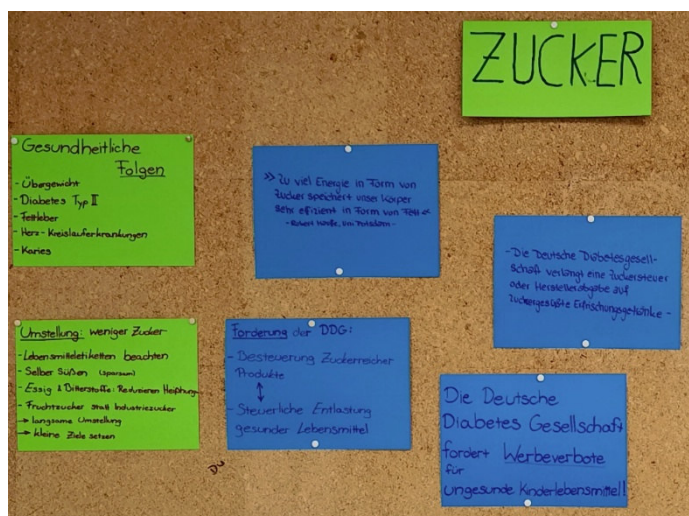
Vielen Dank!

Drei weitere Themen haben uns beschäftigt

Mit Pillen zum Super-Abi: Für alle? Für keinen? Auch für mich?

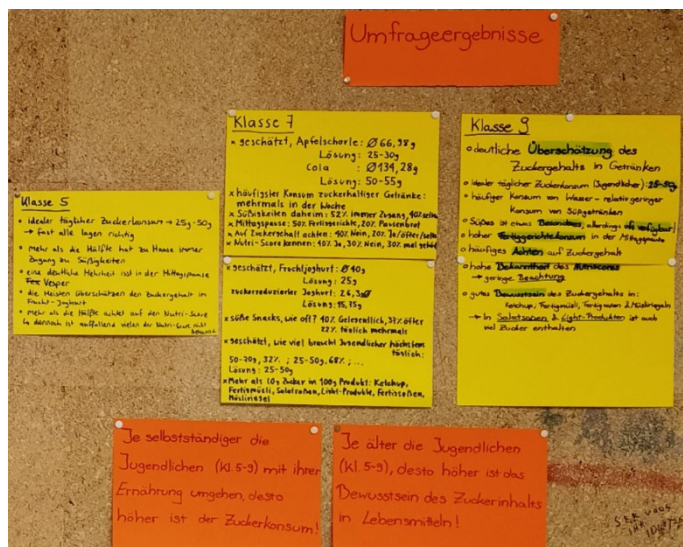
- Sollten alle Drogen legal sein, also neben Alkohol, Nikotin und Cannabis auch LSD, Heroin, Ritalin, ... Alle!?
- Zucker – so schlimm wie Rauchen? Wie sollen wir mit dem exorbitanten Zuckerkonsum umgehen, zu dem die Deutsche Diabetes Gesellschaft drastische Maßnahmen fordert, um diesen im Interesse der Gesundheit einzuschränken.

Zu letzterem Thema haben wir eine kleine Umfrage zum Zuckerkonsum bei einer 5. 7. Und 9. Klasse durchgeführt und ausgewertet. Die folgende Seite zeigt die Ergebnisse so, wie sie



im Biologiebereich auf einer Pinnwand präsentiert wurden.

*Auch dieses Jahr blicke ich auf sehr anregende Gesprächsrunden zurück. Gerade der offene Dialog zwischen mir als Vertreter der älteren Generation und den Jugendlichen erlebte ich wie in den letzten Jahren als sehr bereichernd. So bleibt mir, mich bei den Kursteilnehmer*innen für die offene Diskussionsbereitschaft zu bedanken.*



Mathematik/Physik: Young Science AG

Dr. Patrick Becker, Wirtschaftsgymnasium Waldshut



Teilnehmende Schülerinnen und Schüler:

Bereits zum dritten Mal in Folge fand die Young Science AG an der Kaufmännischen Schule statt mit dem Ziel interessierten Schülern den Weg zur selbständigen wissenschaftlichen Forschung aufzuzeigen. Der Fokus sollte hier vielmehr auf Forschung allgemein gesetzt werden, als auf eine spezifische naturwissenschaftliche Disziplin. Unterstützt wurden die Schülerinnen und Schüler dabei vom Leiter der AG Dr. Patrick Becker, der selbst mehrjährige Forschungserfahrung im Bereich Glaziologie und Physik hat. Die AG wurde in 3 Module gegliedert:

- 1 Mathematik
- 2 Physikalische Modellierung
- 3 Selbständige Forschung im Bereich Gletscherphysik.

1 Mathematik

Dieses Modul handelte davon, den Schülern zu vermitteln, *wie Mathematik* funktioniert. Insbesondere sollte die Mathematik von den Rechentechniken der Schulmathematik abgegrenzt werden.

Wie bereits im vorletzten Jahr veranstalteten wir einen Einführungskurs in die Komplexe Analysis.

In diesem Jahr haben wir uns mit dem Thema Kryptografie befasst. Angefangen bei der einfachen Cäsar-Verschlüsselung bis hin zum Diffie-Hellman Algorithmus. Dieser ermöglicht einen öffentlichen Austausch eines Schlüssels, den nur die beiden beteiligten Kommunikationspartner kennen und der von potenziellen Mithörern auch nicht berechnet werden kann. Unterstützt wurden wir hierbei von angehenden Mathematiklehrern am Karlsruher Institut für Technologie, die zu diesem Thema einen Workshop veranstaltet haben.



Auch in diesem Jahr haben wir ein Treffen mit ehemaligen Schülern und jetzigen Studenten organisiert. Hierzu kamen Studenten aus den Fächern Mathematik, Informatik, VWL, Elektrotechnik und Digital Management von den Universitäten in Karlsruhe und Mannheim. Durch den direkten Austausch konnten sich die AG-Teilnehmer ein konkretes Bild von den verschiedenen Studiengängen und Universitäten machen.

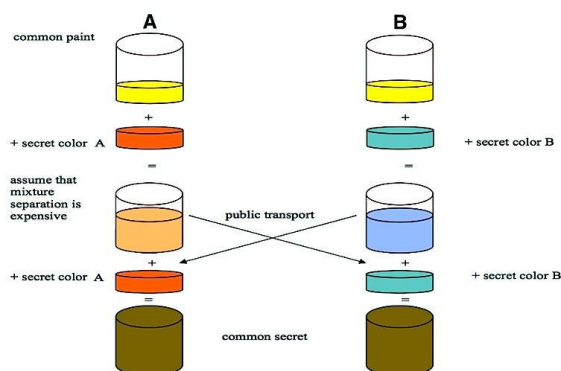


Abbildung 1 Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch mit Farben veranschaulicht

2 Physikalische Modellierung und Gletscherphysik

In diesem Modul haben wir untersucht, wie man mit Hilfe der mathematischen Sprache physikalische Phänomene in Gleichungen formulieren kann. Weiterhin können diese Gleichungen dann benutzt werden, um Vorhersagen für die Zukunft zu prognostizieren. Vor allem für komplexere Modelle eignet sich hierfür die Berechnung am Computer durch Softwareimplementierung.

Dieses Jahr war das vorgegebene Ziel die zeitliche Entwicklung eines Gletschers unter einem vorgegebenen Klima zu simulieren. Eingeteilt in mehrere Gruppen haben die Teilnehmer jeweils verschiedene Teilmodule hierzu in Python programmiert. So musste die Physik des Gletscherbettes, des Schneefalls im Winter, der Schneeschmelze im Sommer, des Gleitprozesses verursacht durch die Hangabtriebskraft sowie die grafische Ausgabe in einzelnen Klassen entwickelt werden. Zuletzt wurden dann die Klassen miteinander abgestimmt und im Ganzen gestartet. Durch Variation der verschiedenen Klimaparameter wie bspw. 0°C -Grenze, Schneefallmenge oder Schneeschmelze konnten die Teilnehmer direkt den Einfluss des Klimas auf die Gletscher simulieren und verstehen.

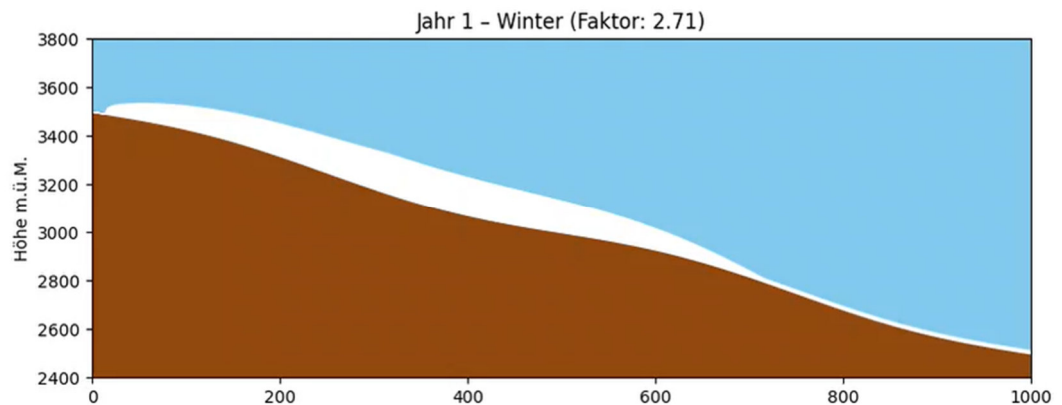


Abbildung 2 Computermodell eines Gletschers

3 Gletscher- und Klimaphysik und Exkursion in die Schweizer Alpen

Im dritten und letzten Modul lies der AG-Leiter Dr. Becker seine Schülerinnen und Schüler an seiner eignen Forschung teilhaben. Hierzu beschäftigten sich die Teilnehmer ausführlich mit Glaziologie, Glazialer Morphologie, Klimatologie und Klimawandel. Der Leiter berichtete von seiner Forschung, der numerischen Modellierung von eiszeitlichen Gletschern. Hierzu wurden gezeigt, wie man die Vergletscherung zum Maximalstand der letzten Eiszeit modelliert und anhand dieses Modells Rückschlüsse auf die damals vorherrschenden Temperaturen und Niederschlagsmengen und -Verteilungen ziehen kann.

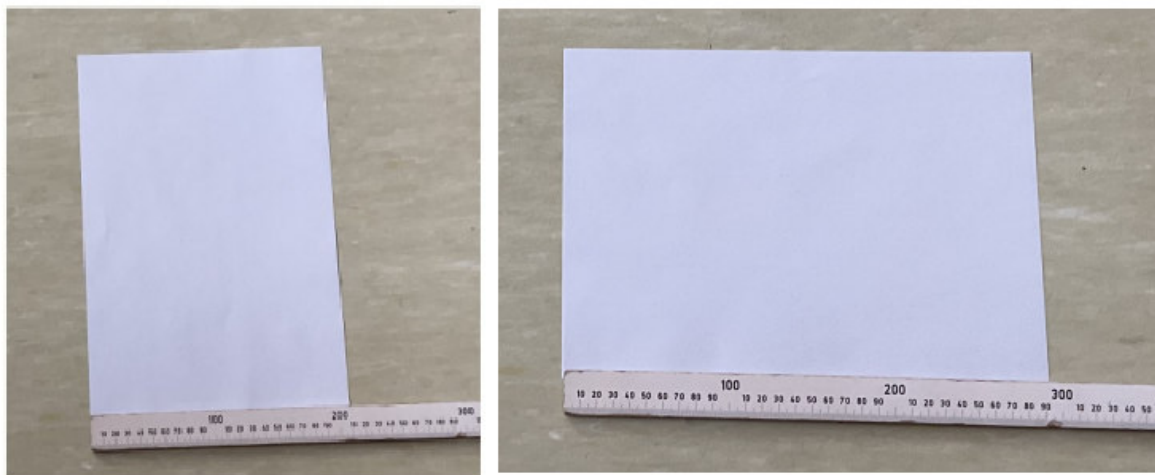


Um die genannten Themen für die Teilnehmer auch praktisch erfahrbar zu machen ist auch dieses Jahr wieder eine Exkursion ins Hochgebirge der Alpen geplant.

Mathematik: Angewandte Mathematik

H. Richter – Klettgau-Gymnasium Tiengen

Angeregt durch einen der Vorträge für die Oberstufe aus dem letzten Schuljahr, beschäftigten wir uns mit dem DIN-Format. Als erstes wurden die Seitenverhältnisse der Formate DIN A3, A4, A5, A6, A7 und A8 untersucht. Beim A3 Blatt wurden die Seitenlängen gemessen. Anschließend wurde es zu A4 halbiert und so wurden die Blätter immer kleiner. Die gemessenen Seitenlängen wurden in einer Tabelle notiert und anschließend wurde das Verhältnis gebildet.



Format	Länge [cm]	Breite [cm]	Verhältnis
DIN A4	29.7	21.0	1.41
DIN A5	21.0	14.9	1.41
DIN A6	14.9	10.5	1.42
DIN A7	10.5	7.4	1.42

Es stellte sich heraus, dass Verhältnis immer zwischen 1,41 und 1,42 liegt. Gibt es da etwa eine Gesetzmäßigkeit? Die Schüler vermuteten schnell, dass der genaue Wert die Wurzel aus 2 ist. Und zeigen kann man das durch ein Näherungsverfahren so:

$$1.41 \times 1.41 = 1.41^2 = 1.9881 < 2$$

$$1.414 \times 1.414 = 1.414^2 = 1.999396 < 2$$

$$1.4142 \times 1.4142 = 1.4142^2 = 1.99996164 < 2$$

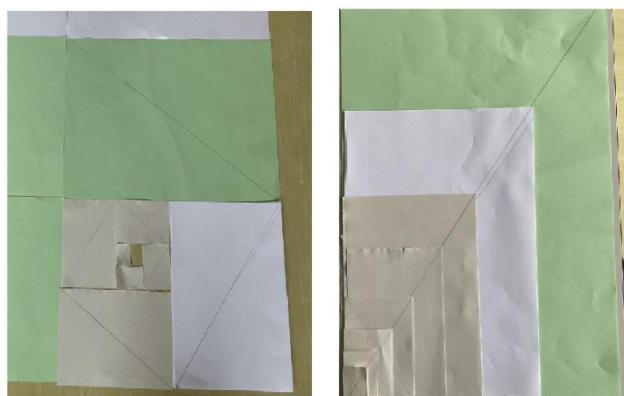
$$\sqrt{2} = 1.414213562373095$$

$$1.4143 \times 1.4143 = 1.4143^2 = 2.00024449 > 2$$

$$1.415 \times 1.415 = 1.415^2 = 2.002225 > 2$$

$$1.42 \times 1.42 = 1.42^2 = 2.0164 > 2$$

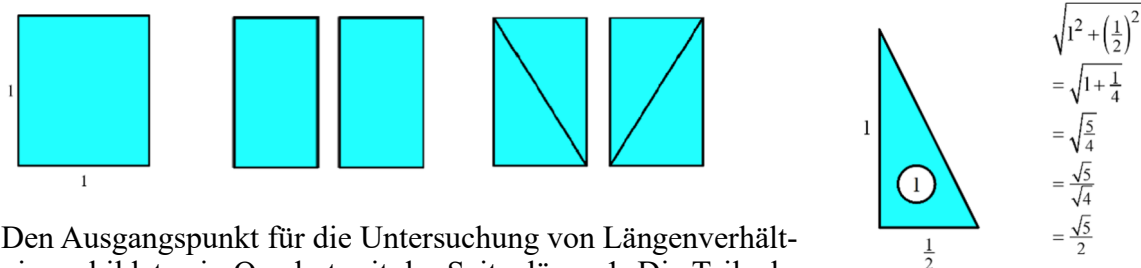
Interessant waren auch diese Anordnungen.



Wir fragten uns: Wer hat das erfunden? Recherchen nannten Dr. Walter Porstmann als Erfinder. Er reichte 1922 seinen Entwurf beim Deutschen Institut für Normung ein. Es wurde die DIN

476 festgelegt, die auch den internationalen Standard für Papierformate ISO 216 bestimmt. Wir waren überrascht, wie sich die Formate geschichtlich entwickelt haben und welche anderen Formate es auch gibt. Schon im 14. Und 15. Jahrhundert waren auf dem Gebiet des heutigen Italiens, der Schweiz und Deutschland Bogenformate von 30 x 43 cm üblich. Die Größe entspricht fast dem heutigen DIN A3 Format. Man geht davon aus, dass diese Größe zum Papierschöpfen von Hand ideal war. Das Seitenverhältnis $1 : \sqrt{2}$ wurde bereits 1786 von Georg Christoph Lichtenberg vorgeschlagen und ab der französischen Revolution verwendet.

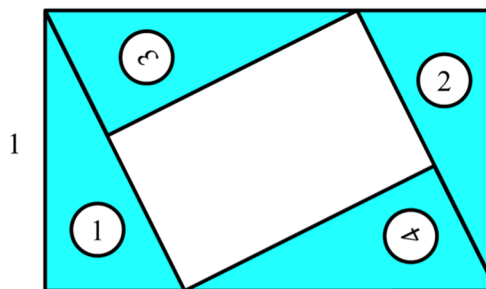
Im Laufe dieser Überlegungen tauchte die Frage nach dem goldenen Schnitt auf.



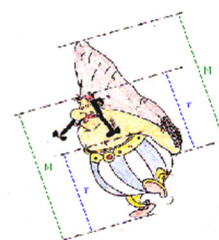
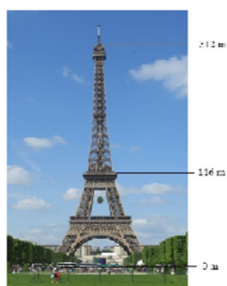
Den Ausgangspunkt für die Untersuchung von Längenverhältnissen bildete ein Quadrat mit der Seitenlänge 1. Die Teilnehmer hatten die Gelegenheit, mit Papier die Teilung des Quadrats in zwei gleiche Hälften vorzunehmen. Die Hälften des Quadrats wurden entlang der Diagonalen erneut halbiert.

Die Berechnung der Diagonalenlängen $\sqrt{5}/2 = d$ gelingt mit dem Satz des Pythagoras.

Die kurze Seite des Rechtecks hat die Länge 1. Die lange Seite setzt sich aus der halben Quadratseite und einer Diagonalenlänge zusammen. Damit verhalten sie sich fast im Verhältnis 1 : 1,168 zueinander. Das Verhältnis wird mit dem großen Phi bezeichnet und entspricht dem goldenen Schnitt. Das Rechteck wird deshalb auch als goldenes Rechteck bezeichnet.



$$\Phi = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{5}}{2} \approx 1.618033988749895$$



Außerdem beschäftigte wir uns auch mit Wettbewerbsaufgaben wie dieser:

„Bestimmen sie alle fünfstelligen Quadratzahlen, die folgende Eigenschaften haben.

- Die Quadratzahl ist durch 3 teilbar.
- Sie enthält genau zweimal die Ziffer 6 und die Ziffer 7.
- Die Zehnerziffer ist ungerade.“

Auf den ersten Blick ist das verwirrend. Aber wenn man die Informationen ordnet und etwas probiert, kann man die Lösung doch finden.

Die AG Teilnehmer beteiligten sich sehr erfolgreich an der 1. und 2. Runde des Landeswettbewerbes Mathematik des Landes Baden-Württemberg. Sie bekamen 1. und 2. Preise und auch bei der Mathematikolympiade waren einige der jüngeren Teilnehmer durchaus erfolgreich. Zwei Schülerinnen der Oberstufe errangen beim Bundeswettbewerb Mathematik in der ersten Runde einen 2. Preis.



Diskutiert wurden auch die Fragen: Was ist Unendlichkeit? Wie kann man sie beschreiben?

Selbst große Mengen, wie die Anzahl der Teilchen im Universum oder seine Ausdehnung und sein Alter sind begrenzt. Um Unendlichkeiten beschreibbar zu machen begründete Georg Cantor ab 1874 die Mengenlehre. Er formulierte 1895 eine Definition des Begriffs Menge:

„Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung M von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten m unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente von M genannt werden) zu einem Ganzen.“

Am einfachsten nachvollziehbar ist die Unendlichkeit der Menge der natürlichen Zahlen.

$$\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \dots\}$$

Jeder weiß, dass eine noch so große Zahl einen Nachfolger hat. Die Axiome nach Peano definieren das.

1. $0 \in \mathbb{N}$
2. $\forall n(n \in \mathbb{N} \Rightarrow n' \in \mathbb{N})$
3. $\forall n(n \in \mathbb{N} \Rightarrow n' \neq 0)$
4. $\forall n, m(m, n \in \mathbb{N} \Rightarrow (m' = n' \Rightarrow m = n))$
5. $\forall X(0 \in X \wedge \forall n(n \in \mathbb{N} \Rightarrow (n \in X \Rightarrow n' \in X)) \Rightarrow \mathbb{N} \subseteq X)$

Wir haben diese kryptischen Ausdrücke für uns verständlich gemacht und Mengen bezüglich ihrer Mächtigkeit verglichen. Erstaunlicherweise sind die Mengen der natürlichen Zahlen und die Menge der Brüche gleich mächtig. Die Menge der reellen Zahlen ist mächtiger. Und dann war da noch Hilberts Hotel.

Physik: Vorbei an Pegasus zum Andromeda Nebel

Michael Ehm, Justus-von-Liebig-Schule Waldshut

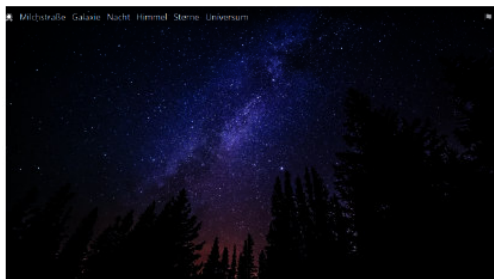
**diese AG wurde nicht durchgeführt*

Eine laue Sommernacht an einem Lagerfeuer. Wer hat nicht schon mal an den Nachthimmel geschaut und sich gefragt, was dort draußen wohl los ist. Seit es die Menschheit gibt, wird darüber spekuliert: Wo kommen wir her?

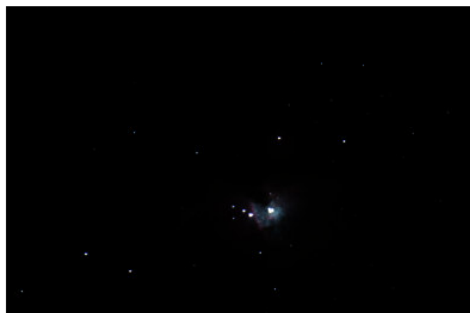
Die Menschheit eine Spezies, die sich im Mittelpunkt des Kosmos befindet. Genau in der Mitte von astronomischen Größen und dem Mikrokosmos. Astronomie, die Physik des Universums und der Sterne; Phänomene wie Urknall, Neutronensterne und Kernfusion faszinieren nicht nur Wissenschaftler. Ist das Universum wirklich unendlich? Aus was besteht es?

Viele Fragen, die auf eine Antwort warten. Diese Fragen sollen in diesem Kurs gemeinsam bearbeitet werden. Dabei ist natürlich auch eine gewisse Selbstverantwortung und wissenschaftliche Neugierde notwendig. Beobachten und selber mit den eigenen Augen sehen, sollen nicht zu kurz kommen. Dafür sollen gemeinsame Beobachtungsabende mit Teleskop und anderen Hilfsmittel, sowie ggf. geeignete Exkursion stattfinden. Auch die Sonne können wir mit Hilfe geeigneter Hilfsmittel gefahrlos beobachten.

Also, wenn du immer mal nach den Sternen "greifen" wolltest, Interesse daran hast was sich außerhalb unseres Planeten, Sonnensystems und unserer Galaxie befindet und bestimmte Dinge darüber hinaus auch mal mit den eigenen Augen sehen möchtest, dann melde dich für diesen Kurs über die unten angegebene Mailadresse an. Ich freue mich über die Zusammenarbeit mit dir.



<https://pixabay.com/de/photos/milchstra%C3%9Fe-galaxie-nacht-himmel-984050/>



Fotographie der AG von 2021/22

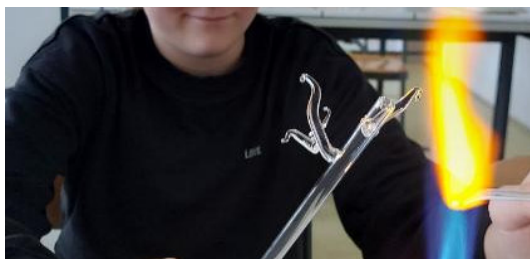
Kursleiter:	Michael Ehm; Michael.Ehm@jls-wt.de
Vorraussetzungen:	Abends/Nachts für Beobachtungsabende Zeit haben und an den entsprechenden Ort kommen können.
Teilnehmer/-innen:	ab der 11. Klasse (Kl. 10 / G8)
Teilnehmerzahl:	12 Personen
Termin:	Nach Vereinbarung (pro Monat ca. 2 mal Theorie am Nachmittag und einmal Vorortveranstaltung (wetterabhängig))
Ort:	Justus-von-Liebig-Schule, Von-Kilian-Straße 5 in Waldshut, Gupfen bei Bannholz

Arbeitsgemeinschaften der Unter- und Mittelstufe

Chemie: Wir erforschen unsere Welt

T. Pfeifer – Klettgau-Gymnasium Tiengen

In diesem Schuljahr stand die Chemie-AG unter dem Motto „Feuer und Flamme“. Die Neugierde und Vorfreude der Teilnehmer:innen war von Anfang an spürbar – denn wer träumt nicht davon, wie ein echter Chemiker mit Feuer zu experimentieren? Doch bevor es richtig losgehen konnte, mussten wir uns mit den Grundlagen der Sicherheit vertraut machen. Feuerlöscher, Gefahrstoff-Symbole und die wichtigsten Glasgeräte wurden genau unter die Lupe genommen. Mit Schutzbrille und zusammengebundenen Haaren wagten sich die Teilnehmer:innen schließlich an den Gasbrenner. Einige brauchten ein bisschen Ermutigung, aber schließlich bestanden alle den „Gasbrenner-Führerschein“. Nun ging es ans Eingemachte: Glasrohre wurden gebrochen und geschmolzen, heiße Kunstwerke entstanden... Sanduhren, gläserne Bäume und sogar eine kleine Schnecke. Geduld und Konzentration waren gefragt, und die Ergebnisse waren beeindruckend!



In den nächsten Monaten beschäftigten wir uns mit unserem eigentlichen Thema, nämlich der Kerze. Was auf den ersten Blick unscheinbar wirkte, entpuppte sich als wahres Wunderwerk der Chemie. Die Teilnehmer:innen merkten, dass weder Docht noch Wachs alleine brannten... was also brennt bei einer Kerze? Sie vermuteten, dass wohl ein brennbares Gas entsteht und versuchten, den Rauch einer ausgepusteten Kerze wieder zu entzünden.

Und tatsächlich: Es klappte! Eine Gruppe schaffte es sogar, die Kerze aus 7cm Entfernung wieder zu entzünden... ein kleiner Rekord!



Nun untersuchten die Teilnehmer:innen den Kerzenrauch weiter. Sie leiteten ihn direkt aus der Flamme einer brennenden Kerze in ein abgedecktes Becherglas und versuchten, ihn zu entzünden. Es war beeindruckend - die Flammen tanzten im Becherglas hin und her. Um zu beweisen, dass es sich beim Rauch um Wachsdampf handelt, saugten ihn Teilnehmer:innen aus der Kerzenflamme ab und pusteten ihn auf Wasser. Und tatsächlich bildete sich eine dünne Wachs-schicht auf der Wasseroberfläche!

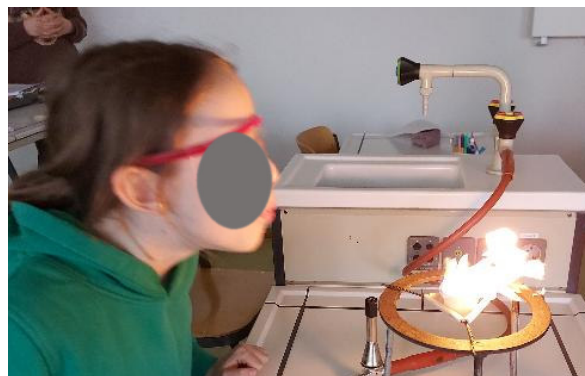


Zur Weihnachtszeit wurde es dann etwas besinnlicher: Beim Kerzenziehen mit Bienenwachs entstanden fantasievolle Formen wie Spiralkerzen, Schlangen und sogar Zahlenkerzen. Die Teilnehmer:innen ließen ihrer Vorstellungskraft freien Lauf. 😊



Danach wurde erneut die Kerze unter die Lupe genommen. Die Schüler:innen wussten nun, dass verdampftes Wachs brennt. Also versuchten sie, Wachs in einem Keramiktiegel so stark zu erhitzen, dass entzündbarer Wachsdampf entsteht. Schließlich waren sie erfolgreich und beobachteten fasziniert das vollkommen ohne Docht brennende Wachs. Doch wie löscht man brennendes Wachs? Die Schüler:innen hatten einige Ideen: Wasser, Sand, Feuerlöscher, Abdecken, Auspusten. Während Sand und Feuerlöscher wie erwartet gut löschten, überraschten die anderen Versuche: Auspusten vergrößerte die Flamme. Und zur großen Überraschung der Teilnehmer:innen ließ sie sich sogar durch Abdecken mit einem Schulheft löschen, ohne dass dieses

beschädigt wurde. Abschließend zeigte ich den durch eine Schutzscheibe geschützten Teilnehmer:innen, was passiert, wenn man Wasser zum Löschen verwendet – es gab eine meterhohe Stichflamme! Die Erklärung fanden sie dann sogar selber: Wasser sinkt aufgrund der höheren Dichte ins flüssige Wachs, verdampft schlagartig und schleudert brennende Wachstropfen in die Luft.



In den folgenden Sitzungen erforschten wir schließlich die nicht sichtbaren Vorgänge der brennenden Kerze: Braucht sie Gase zum Brennen? Wir probierten es aus: Eine Kerze in reinem Sauerstoff brannte heller, in Kohlenstoffdioxid erlosch sie augenblicklich. Als Letztes erforschten wir noch, welche Stoffe beim Verbrennen entstehen. Die Teilnehmer:innen bekamen viele Glasgeräte zur Verfügung gestellt und konstruierten mit viel Kreativität Apparaturen zur Untersuchung der Verbrennungsgase. Am Schluss wurde das verwendete Kalkwasser milchig trüb (was Kohlenstoffdioxid nachwies) und Watesmo-Papier blau (ein Wassernachweis).



Zum Abschluss stellten wir Zeichenkohle her: Holzstäbchen wurden mit Kupferblech umwickelt und in die Brennerflamme gehalten. Es entwich brennbarer Rauch und nach dem Wiederauspacken hatten die Teilnehmer:innen verkohltes Holz – perfekte Zeichenkohle! Damit endete das offizielle Schuljahr.



Doch die Begeisterung der Schüler:innen war so groß, dass sie auch nach dem offiziellen Ende der Chemie-AG weiter experimentieren wollten. Ich ließ mich überreden, die AG bis zum Schuljahresende fortzuführen. Wir stellten aus Hunderten geschmolzenen Gummibärchen einen Riesen-Gummihasen her, so groß wie ein echtes Kaninchen! Die Form musste nach dem Erkalten zerschnitten werden, um das Kunstwerk zu befreien.

Alle Teilnehmer:innen bekamen ein großes Stück des Riesen-Gummihasen – ein süßer Abschluss für dieses tolle Schuljahr!



Mathematik/Informatik: Spaß am logischen Denken

S. Kintzi, M. Eichhorn – Hochrhein-Gymnasium Waldshut

Inhalte, Ablauf, Methoden

In dieser AG ging es um verschiedenste Fragestellungen aus den Bereichen Mathematik und Informatik. Das gesamte Schuljahr wurde in mehrere Blöcke unterteilt: Kryptologie, Einführung in die Programmierung, Erstellen von Escape-Rooms, Mathe an der Uni, Drehen von Erklärvideos und Knobelrätsel und -spiele in allen denkbaren Variationen. Wir trafen uns jeden Donnerstag für eine Doppelstunde.

Das Schuljahr startete mit dem Themenblock „Kryptologie“. Zunächst lernten die Schüler:innen einige Geheimcodes wie den Freimaurer-Code, die Lochschablone und den Buchtrick kennen. Sie durften verschlüsselte Botschaften knacken und anschließend auch selbst erstellen. Die Kinder waren sehr kreativ im Erfinden eigener Geheimsprachen und im Erstellen diverser verschlüsselter Texte, die von den anderen Schüler:innen entschlüsselt werden sollten. Dabei wurden sogar mehrere Geheimcodes kombiniert. Etwas kniffliger zu Verstehen war die Ver- und Entschlüsselung mit der Skytale. Dies alleine im Kopf durchzuführen, hat große Konzentration gefordert. Der Cäsarcode war dann wieder etwas einfacher zu verstehen. Im Zusammenhang mit diesem haben die Schüler:innen die Häufigkeitsanalyse als Methode zum Knacken eines verschlüsselten Textes kennengelernt.

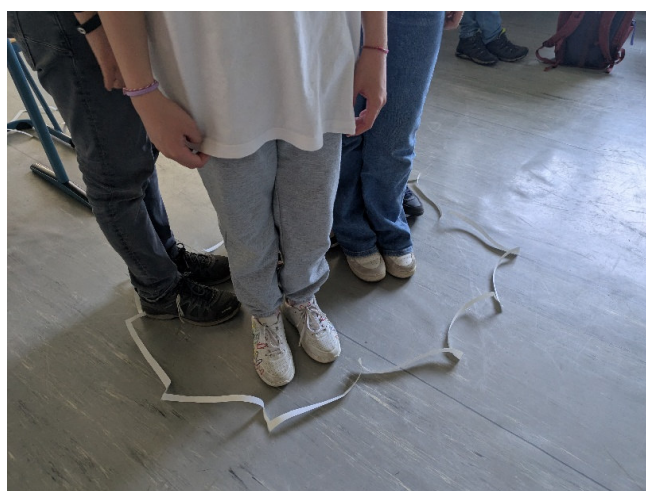
Im Themenblock „Programmieren“ erhielten die Kinder mit der Programmiersprache „Scratch“ einen Einblick in die Welt der Programmierung. Sie konnten sich in individuellem Tempo zunächst mit der Benutzeroberfläche vertraut machen und nach und nach mit Hilfe von Lernvideos das Programmieren eigener Spiele in verschiedenen Schwierigkeitsniveaus aneignen. Einige Schüler:innen hatten schon Erfahrungen mit Scratch gesammelt und konnten den Neulingen helfen. So lernten die Teilnehmer:innen nicht nur das Programmieren, sondern übten sich auch im gegenseitigen Erklären.

Die Motivation in dieser Einheit war bei allen Teilnehmer:innen 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 Themenblock „Escape-Rooms“ beschäftigten sich die Schüler:innen zunächst mit bereits existierenden Escape-Rooms. Neben dem Entwickeln von Lösungsstrategien hatten die Teilnehmer:innen aber auch die Aufgabe darauf zu achten, wie die Escape-Rooms aufgebaut sind, wie die Aufgaben und Rätsel gestellt wurden und welche Tricks und Mechanismen die Ersteller benutzt haben. Auf diese Weise konnten sich die Schüler:innen auf den zweiten Teil des Themenblocks – dem Erstellen eigener Escape-Rooms – vorbereiten. In diesem Teil arbeiteten die Schüler:innen in Kleingruppen und erstellten mit äußerster Sorgfalt knifflige, spannende und abwechslungsreiche Escape-Rooms auf dem ganzen Schulgelände. Das gegenseitige Testen der fertigen Escape-Rooms bereitete allen sehr viel Freude.

Anschließend beschäftigten wir uns mit dem Thema „Mathe an der Uni“. Die Teilnehmer:innen konnten zum ersten Mal einer (altersgerechten) Vorlesung von Prof. Albrecht Beutelspacher



lauschen und durften Mathematik so auf eine andere Weise erleben. Die Schüler:innen zeigten sich motiviert und interessiert. So lernte der ganze Kurs neue Rechenkniffe, wie man durch eine Postkarte steigt und wie man aus einem Din A4-Blatt ohne Schere und Kleber ein Tetraeder basteln kann.

Zum Abschluss des Schuljahres stand noch das Thema „Erstellen von Erklärvideos“ an. Mit viel Kreativität und Recherchearbeit bereiteten die AG-Teilnehmer:innen in Kleingruppen kurze Sequenzen vor, in welchen sie Themen wie „Primzahlen“, „schriftliche Rechenverfahren“ oder „das Koordinatensystem“ erklärten. Nach dem Erstellen eines Drehbuchs und mehrfacher Trockenübung, wurden die ersten Entwürfe nochmals überarbeitet und verbessert, bevor wir sie schließlich abdrehten und anschließend gemeinsam anschauten.



Immer wieder zwischendurch bekamen die Kinder von uns diverse Knobelaufgaben, die sie mit großer Ausdauer und Neugier zu lösen versuchten. Sie zerbrachen sich über verschiedenste Rätselgeschichten die Köpfe, tüftelten ausdauernd über teilweise sehr schwierigen Logicals und waren immer wieder mit Freude dabei, diverse 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 Schüler:innen gerecht zu werden. Jede:r konnte nach seinem Tempo arbeiten, entweder alleine, mit Partner:in oder in Kleingruppen. Zwischendurch gab es auch Phasen, in denen gemeinsam etwas erklärt oder erarbeitet wurde. Mal gab es Arbeitsblätter, mal sollten die Schüler:innen eigene Präsentationen erstellen.

Abschließende Beurteilung

Durch den großen Altersunterschied zwischen Fünft- und Siebtklässler:innen war die Gruppe vom Wissensniveau her sehr heterogen. Bei vielen Knobelaufgaben konnte dem entgegenge wirkt werden, indem Aufgaben in verschiedenen Schwierigkeitsniveaus angeboten wurden. Auch die anderen Themen waren gut geeignet, dem eigenen Niveau entsprechend zu arbeiten – und sich gegebenenfalls auch gegenseitig unter die Arme zu greifen. Die Schüler:innen waren insgesamt sehr aufgeweckt und zeigten großes Interesse an den verschiedensten Problemstellungen.

Abschließend lässt sich sagen, dass die Schülerinnen und Schüler das gesamte Schuljahr über sehr motiviert mitgearbeitet haben und mit Freude bei der Sache waren. Es ist schön zu sehen, mit welcher Begeisterung die Kinder die AG besuchen.

Chemie: Brille auf ... und forschen

J. Ott, – Hochrhein-Gymnasium Waldshut

Inhalt und Methoden

In der Chemie-AG sollte es in diesem Schuljahr bunt zugehen und die Schüler:innen konnten zum Thema Farben experimentieren, sowie eigene Fragen und Ideen einbringen.

Wir trafen uns jeden Donnerstag für eine Doppelstunde. Die praktischen Arbeitsphasen standen im Fokus der AG. Daneben gab es aber auch notwendige Inputphasen, um neue Arbeitsweisen kennenzulernen oder gemeinsam zu planen. Die Schüler:innen durften in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit arbeiten. Um möglichst viele Dinge testen zu können, teilten sie Einzelversuche zwischen den Gruppen auf und tauschten sich gegenseitig über die Ergebnisse aus.

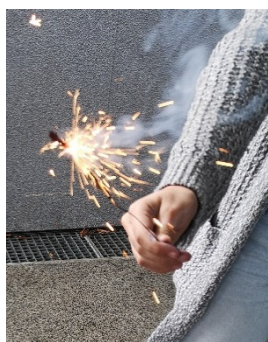
Zu Beginn der AG wurden die Schüler:innen in die geltenden Sicherheitsregeln eingewiesen und sie lernten die Vielzahl an Laborgeräten mit Namen kennen. Dabei durften sie beim Mischen von Farben die Vor- und Nachteile von Laborgeräten selbst herausfinden. Lassen sich Flüssigkeiten besser im Becherglas oder Erlenmeyerkolben vermischen? Im Zuge der Einführung des Gasbrenners, stellten die Schüler:innen ihre eigenen Glaspipetten her, die sie im Verlauf der AG immer wieder und sehr gerne nutzen konnten. Bereits dabei zeigten die Schüler:innen viel Potential: sie unterstützten sich untereinander, zeigten Geduld und Kreativität beim Lösen von Problemen.



Im ersten Teil der AG standen Farben an sich im Fokus. Die Schüler:innen mischten und trennten Farben. Um das Entstehen des optischen Eindrucks einer neuen Farbe besser zu verstehen, bauten die Schüler:innen zu dem Farbkreisel. Die Anleitung hierfür las sich simpel, aber es kam auf viele verschiedene Faktoren an. Um ein optimales Ergebnis zu erzielen, wurden zahlreiche Farbstifte, Farbvarianten und Drehmöglichkeiten getestet. Sehr viel Spaß brachte das Gewinnen von Farben aus Naturmaterialien und das anschließende Färben damit.

Jede:r konnte Naturmaterialien für die Gewinnung von Farben vorschlagen und dazu online recherchieren. Mit Unterstützung gelang es den Schüler:innen verschiedene Möglichkeiten zu finden, wie man die Farben gewinnen könnte. Es wurde Möhrenkraut geschnippelt, es wurden Zwiebeln geschält und Himbeeren püriert. Das an sich war für manche eine kleine Herausforderung, die mit gegenseitiger Hilfe gemeistert wurde. Mit den Farben zurecht geschnittene Stoffstücke zu färben, machte allen großen Spaß und es entstand das ein oder andere Andenken an die AG.

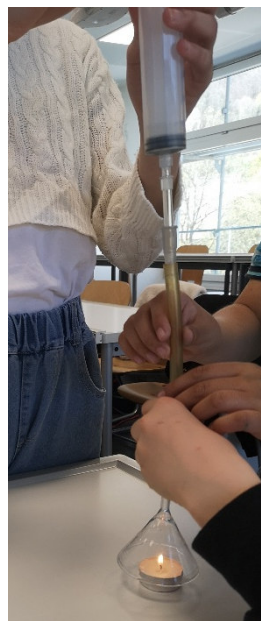




Knifflig und ein echtes Geduldsspiel war die Herstellung eigener Wunderkerzen. Das wollten und durften die Schüler:innen mehrmals machen. Wir recherchierten gemeinsam verschiedene Anleitungen und Arbeitstechniken zum Aufbringen der Metallpulver-Mischung. Da die Wunderkerzen bis zum nächsten AG-Treffen trocknen mussten, trafen wir uns sehr gespannt, für das Testen. Auch hier zeigte sich, dass die Schüler:innen sehr motiviert waren, weil in der AG Freiraum zum Ausprobieren eigener Ideen da war und das Ergebnis nicht absehbar war: wie würden die Wunderkerzen brennen?

Im weiteren Verlauf der AG ging es thematisch auf Wunsch in Richtung Feuer. Hier konnten die Schüler:innen weitere Arbeitstechniken kennenlernen. So kamen Materialien aus dem Medizinbedarf zum Einsatz, die sie sehr motivierten. Aus dem Infusionsbeutel konnten sie mit Spritzen Kohlenstoffdioxid-Gas abfüllen, um mit diesem separat einen Test auf Kalk durchzuführen. Hier stellte der Dreiweghahn eine Kniffelstelle dar, die wieder im Team gelöst werden konnte. Nun durften die Schüler:innen einen Versuch selbst planen und auch optimieren: wie könnte man das an der Kerzenflamme entstehende Kohlenstoffdioxid-Gas auffangen? Bei der Lösung wurde das notwendige Stativmaterial durch helfende Hände ersetzt und nach einigen Anläufen klappte es. Es war sehr schön zu sehen, wie stolz die Schüler:innen auf ihre gemeinsame Leistung waren.

Zum Abschluss untersuchten die Schüler:innen die Bedingungen für ein Feuer und die Zündtemperatur verschiedener Materialien. Anhand der Versuche erarbeiteten wir das Verbrennungsdreieck. Dabei entstand Diskussionsbedarf: wo sollte zuhause der Feuerlöscher aufbewahrt werden? Der Versuch zur Zündtemperatur wurde den Schüler:innen in freierer Form gestellt. Sie erkannten, je nach Anordnung der Materialien und Durchführung des Versuchs, ergaben sich verschiedene Beobachtungen. Zwischen den Arbeitsgruppen wurden Ergebnisse ausgetauscht und die Schüler:innen zeigten erneut: wir sind erst zufrieden, wenn es optimal klappt!



Abschließende Beurteilung

Die AG bot den Schüler:innen innerhalb des schulischen Rahmens einen Ort, an dem sie kreativ werden konnten, an dem ihre Fragen zählten und untersucht werden konnten und wo sie gemeinsam so viel mehr erreichen konnten als alleine. Die Schüler:innen haben das Schuljahr über toll mitgearbeitet und waren mit viel Freude bei der Sache.

Abschlussveranstaltung der AGs

Unter- und Mittelstufe

Die Abschlussveranstaltung der Unter- und Mittelstufe hat am 4.7.2025 stattgefunden. Die AGs präsentierten dann im Forum die Arbeiten des vergangenen Schuljahres für die AG-TeilnehmerInnen der jeweils anderen AGs.

„



Oberstufe

Für die Oberstufe wurde wegen der teilnehmenden AbiturientInnen das Abschlusstreffen aller AGs schon am 6.6.2025 durchgeführt.

NATURLICHOLYMPIADE

NACH PEANO

- $0 \in \mathbb{N}$
- $\forall n(n \in \mathbb{N} \Rightarrow n' \in \mathbb{N})$
- $\forall n(n \in \mathbb{N} \Rightarrow n' \neq 0)$
- $\forall n, m(m, n \in \mathbb{N} \Rightarrow (m' = n' \Rightarrow m = n))$
- $\forall X(0 \in X \wedge \forall n(n \in \mathbb{N} \Rightarrow (n \in X \Rightarrow n' \in X)) \Rightarrow \mathbb{N} \subseteq X)$

Geophysik und Geomorphologie

$u(r) = \ln(r) + i(\phi + 2\pi k)$

verfestete Kristalle, Nadeln, verfestete Kristalle, hohle Säulen, sternförmige Plättchen, Plättchen, Säulen und Plättchen, Säulen und Plättchen

Jahr 70 - Sommer

400, 600

Steigender Wasser

sterben, üren, ewellen, heitserreger

Dalton-schulsystem

MONTAG	DIENSTAG	MITTWOCH	DONNERSTAG	FRIDAY
MATHE	DEUTSCH	DEUTSCH	ENGLISCH	KUNST
MATHE	MATHE	DEUTSCH	ENGLISCH	KUNST
DALTON	DALTON	TUTOR	MUSIK AG	DALTON
ERDKUNDE	ENGLISCH	MATHE	SPORT	DEUTSCH

Vortragsreihe der Oberstufe

Die Vorträge fanden jeweils an einem Freitag von 15:00 – 16:30 Uhr statt.

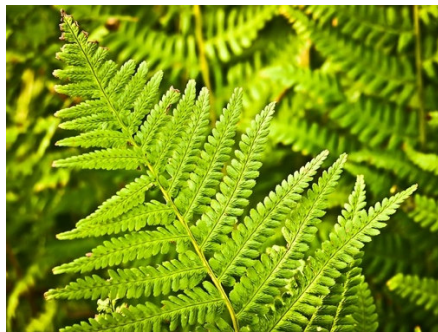
Eintauchen in die fraktale Geometrie

Prof. Dr. Franz Gmeineder, Department of Mathematics and Statistics, Universität Konstanz

8.11.2024

Seinen Vortrag beginnt Prof. Gmeineder von der Universität Konstanz mit dem Bild eines Gemüses, nämlich dem Romanesco-Kohl. Was hat dieses Gemüse mit Mathe zu tun oder genauer gefragt, mit der fraktalen Geometrie? Eine Antwort auf diese Frage will uns Herr Gmeineder im Laufe seines Vortrages liefern.

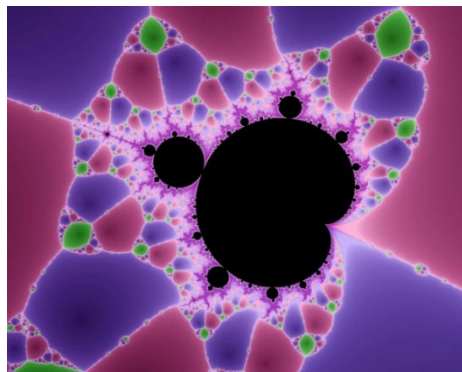
Romanesco ist ein typisches Beispiel für ein fraktales Gebilde, einem Muster, das sich selbst auf unterschiedlichen Skalen wiederholt. Beim Romanesco-Kohl wiederholen sich die kleinen „Türmchen“ immer wieder in ähnlicher Form innerhalb der größeren Struktur.



Ein weiteres Beispiel aus der Natur für solche selbstähnliche Strukturen ist der Farn. Auch dort wiederholen sich Strukturen auf verschiedenen Ebenen.

Besonders beeindruckend ist auch das nächste Beispiel für ein mathematisches Fraktal, nämlich die Mandelbrotmenge, die nach dem Mathematiker Benoit Mandelbrot benannt ist. Interpretiert man diese Menge als geometrische Figur, erhält man das wunderschöne „Apfelmännchen“.

Und wo ist jetzt da Mathematik? Herr Gmeineder teilt mit, dass sich solche Bilder auf quadratische Gleichungen zurückführen lassen. Und um das genauer zu verstehen, werden wir nun den relativ komplizierten Begriff „Dimension“ ausführlicher betrachten.



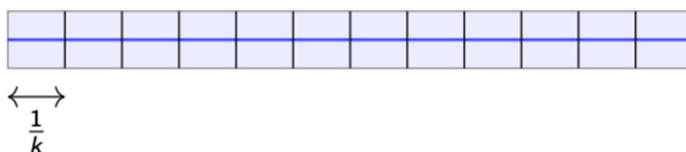
Dimensionen sagen uns heuristisch, wie viel wir machen können bzw. wie viel Freiheiten wir haben. Beispielsweise kann man sich im eindimensionalen Raum in genau eine Richtung

bewegen, im zweidimensionalen Raum in zwei Richtungen usw.

Aber wie können wir Dimensionen mathematisch beschreiben?

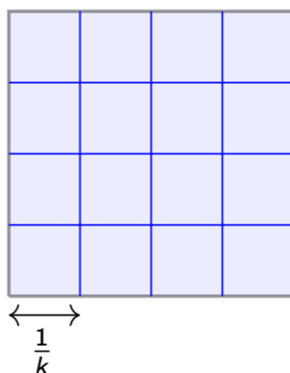
Das wollen wir zunächst für eine Dimension betrachten: Zur Überdeckung einer eindimensionalen Strecke der Länge $l = 1$ werden k Quadrate mit der Seitenlänge $1/k$ benötigt.

Strecke der Länge $l = 1$:



In zwei Dimensionen werden zur Überdeckung eines Quadrates mit der Seitenlänge $l = 1$ k^2 Quadrate der Seitenlänge $1/k$ benötigt:

Quadrat mit Seitenlänge $l = 1$:



Mithilfe der Rechenregeln des natürlichen Logarithmus können wir die Dimensionen von Strecken und Quadraten durch Überdeckung extrahieren.

Durch Anwenden weiterer Rechenregeln erhalten wir für die Dimensionen ganze Zahlen:

Wie extrahieren wir nun die Dimension?

- In einer Dimension:

$$\text{Dimension} = 1 = \frac{\ln(k^1)}{\ln(k)}$$

- In zwei Dimensionen:

$$\text{Dimension} = 2 = \frac{\ln(k^2)}{\ln(k)}$$

Wir schreiben das nun mit den Rechenregeln für \ln um:

$$\ln(ab) = \ln(a) + \ln(b) \quad \text{und} \quad \ln(a^b) = b \ln(a).$$

Das gibt uns im ersten Fall

$$\text{Dimension} = 1 = \frac{\ln(k^1)}{\ln(k)} = -\frac{\ln(k^1)}{\ln(\frac{1}{k})} = -\frac{\ln(\text{Anzahl Quadrate})}{\ln(\text{Seitenlänge})}$$

Das gibt uns im zweiten Fall

$$\text{Dimension} = 2 = \frac{\ln(k^2)}{\ln(k)} = -\frac{\ln(k^2)}{\ln(\frac{1}{k})} = -\frac{\ln(\text{Anzahl Quadrate})}{\ln(\text{Seitenlänge})}$$

Herr Gmeindeder teilt uns mit, dass die Dimensionsbestimmung auf diese Art nur dann ganzzahlige Werte liefert, wenn die Objekte hinreichend schön bzw. nicht rau sind. Sobald die grundlegenden Objekte hinreichend kompliziert sind, dann ist die Dimension keine natürliche Zahl und das bringt uns auf den Begriff der Fraktale.

Fraktale besitzen weitere verblüffende Eigenschaften, die Herr Gmeineder nun an Beispielen veranschaulicht:

Die Landoberfläche Englands weist eine begrenzte Fläche auf. Sie kann ganz einfach durch eine Überdeckung z.B. mit einem Rechteck, wenn auch sehr grob, abgeschätzt werden. Durch Anwendung kleinerer Rechtecke kann man die Fläche genauer bestimmen, d.h. die so errechnete Fläche wird beliebig genau.



Fährt man jedoch die Kanten der Küstenlinie Englands ab, um deren Länge zu bestimmen, so bemerkt man, dass diese länger wird, je exakter man an der Küstenlinie entlangfährt. Beginnt man mit einem Metermaß mit sehr langen Elementen, z.B. mit 200 km langen Elementen, so ergibt sich eine recht grobe Abschätzung der Küstenlänge. Verkleinert man die Maßelemente



Stablänge: 200km
Küstenlänge: ca. 2.400km



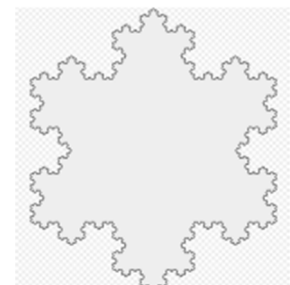
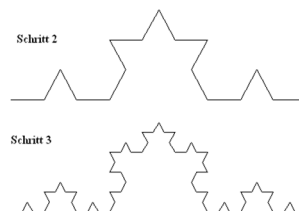
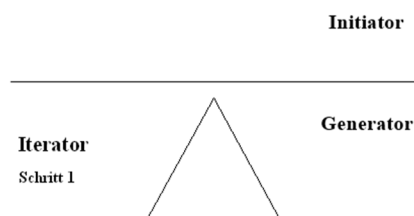
Stablänge: 100km
Küstenlänge: ca. 2.800km



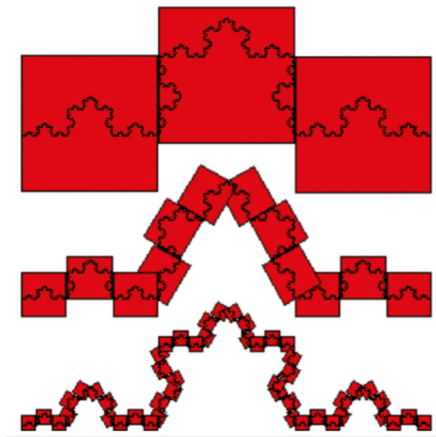
Stablänge: 50km
Küstenlänge: ca. 3.400km

schrittweise bis auf die Größe eines „Zollstocks“, dann wird die gemessene Umrandung der Küstenlinie immer länger. Wenn also die Stablänge beliebig klein gewählt wird, dann wird die Küstenlänge beliebig groß. Fraktale Gebilde besitzen also eine endliche Fläche, aber eine unendliche Länge!

Als nächstes verdeutlicht Professor Gmeineder das Fraktale Prinzip anhand der sogenannten Kochschen Schneeflocke. Die Kochsche Schneeflocke wird durch wiederholte Iteration konstruiert: eine Startlinie wird in drei gleiche Teile zerlegt und das mittlere Drittel wird durch zwei Linien ersetzt, die ein gleichseitiges Dreieck formen, das nach außen zeigt. Dieser Schritt wird auf jedem neuen Teilabschnitt wiederholt. Mit jeder Iteration wird der Umfang der Figur größer, da immer mehr „Zacken“ hinzugefügt werden, während die Fläche innerhalb begrenzt bleibt.



Wird die Dimension der Kochschen Schneeflocke durch die „Überdeckungsmethode“ bestimmt, so ist das Ergebnis eine nicht ganzzahlige Zahl:



Seitenlänge	Anzahl Quadrate
$\frac{1}{3}$	3
$\frac{1}{9} = \left(\frac{1}{3}\right)^2$	$4 \cdot 3$
$\frac{1}{27} = \left(\frac{1}{3}\right)^3$	$4 \cdot 4 \cdot 3$
\vdots	\vdots
$\left(\frac{1}{3}\right)^n$	$4^{n-1} \cdot 3$

$$\text{Dimension} = - \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln(4^{n-1} \cdot 3)}{\ln\left(\left(\frac{1}{3}\right)^n\right)} = \frac{\ln(4)}{\ln(3)} \approx 1,262$$

Zum Abschluss des Vortrages möchte Herr Gmeineder auf den als „Vater der fraktalen Geometrie“ bekannt gewordenen französisch-US-amerikanischen Mathematiker Benoit Mandelbrot eingehen. Er prägte den Begriff „fraktal“ und führte als erster durch Computergrafik unterstützte Iterationen durch. Dabei entstanden wunderschöne „mathematische Bilder“ wie z.B. die nach ihm benannte Mandelbrot-Menge, die auch als das sogenannte Apfelmännchen bekannt ist. Um die Iterationen hierfür verstehen zu können, ist ein kurzer Ausflug in die komplexen Zahlen erforderlich. Die Besonderheit der komplexen Zahlenmenge besteht darin, dass eine imaginäre Zahl i definiert ist, deren Quadrat -1 ist.

Die Mandelbrot-Menge ist definiert durch die rekursive Formel:

Für einen komplexen Wert c betrachten wir

$$z_0 := 0 \quad \text{und} \quad z_{n+1} := z_n^2 + c.$$

Beispiel

Die Wahl $c = 1$ gibt uns

$$z_0 = 0, \quad z_1 = z_0^2 + 1 = 1, \quad z_2 = z_1^2 + 1 = 2, \quad z_3 = z_2^2 + 1 = 5, \dots$$

- ❶ Die Iterationen explodieren.
- ❷ Die Iterationen nähern sich genau einem Wert an.
- ❸ Die Iterationen wiederholen sich und springen zwischen Werten.
- ❹ Weder noch: Die Iterationen zeigen chaotisches Verhalten.

Die Mandelbrot-Menge lässt sich durch einen Algorithmus als geometrische Figur darstellen. Dabei wird ein Bereich der komplexen Zahlen gewählt und in Gitter (Pixel) unterteilt. Für jeden Pixel werden Iterationen durchgeführt und untersucht, welchen „Verlauf“ die Iterationen haben, also z.B. ob sie „explodieren“ oder sich genau einem Wert annähern. Bleiben die Werte eher klein, „explodieren“ also nicht, werden die Pixel häufig schwarz gefärbt, kommt es zu einer „Explosion“ der Zahlenwerte, wird die Anzahl der dafür notwendigen Iterationen als Farbe kodiert und man erhält so wunderschöne Bilder wie das „Apfelmännchen“. Durch Computergrafik ist es inzwischen auch möglich, nahezu unendlich oft in solche fraktale Muster „einzutauschen“, was Herr Gmeinender eindrucklich zum Abschluss mit einem kurzen Video-Rundflug in das Apfelmännchen veranschaulicht.

Das Hochrhein-Seminar bedankt sich für eine spannende Einführung in die Welt der fraktalen Geometrie.

Die Physik des Quantencomputers

Prof. Dr. Guido Burkard, Fachbereich Physik, Universität Konstanz

17.01.2025

Professor Burkard eröffnete seinem Vortrag am Hochrheinseminar am 17.1.2025 mit dem Hinweis auf das aktuelle „Quantenjahr“, in dem 100 Jahre „Quantenmechanik“ gefeiert werden. Begründet wurde die Quantenphysik durch Werner Heisenberg vor mehr als 100 Jahren. Im Jahr 2001 konnte die Nobelpreisverleihung an den deutschen Professor W. Ketterle gefeiert werden.

Werner von Heisenberg erkannte, dass Teilchen innerhalb von Atomen sich anders verhalten, als es die Newtonsche Mechanik voraussagt.

Die Elementarteilchen können sich nicht auf beliebigen Umlaufbahnen befinden, sondern nur zwischen genau bestimmten, also quantisierten, Umlaufbahnen hin und her springen. Beim Wechsel auf eine andere dieser Umlaufbahn sendet das Teilchen einen entsprechenden Energiebetrag (Quantum) in Form von Licht aus. Heisenberg lieferte eine erste Theorie zum Verständnis dieses Phänomens.

KI, Geschichte, Kontext:

Aktuell sind, im Kontext der Entwicklungen zu künstlicher Intelligenz, die aufwändigen Berechnungen in den Rechenzeiten ein großes Hindernis. Hier kann die intelligente Nutzung von Quantenphänomenen die bestehenden Beschränkungen umgehen.

Das Spiel GO ist aufgrund seiner Feldgröße komplexer als Schach. Der bisherige Weltmeister Lee Sedol wurde vor einiger Zeit erstmalig von einem KI-basierten System besiegt.

Im Jahr 2024 wurde der Nobelpreis in Physik für die Grundlagenforschung zu KI/neuronale Netzwerke vergeben.

Im Jahr 2019 hat die Firma Google einen Quantencomputer vorgestellt, der jeweils in einer speziellen Aufgabe besser als JEDER Computer ist. Der 1x1cm große Chip basiert auf einer besonderen Technologie, die lediglich bei -273 Grad funktionsfähig ist und daher ständig eine aufwändige Heliumkühlung erforderlich macht.

Seit der Bereitstellung des Systems kann es als kommerzielles System „IBM-Q“, von Jedermann genutzt werden.

Die ursprüngliche Motivation bei der Entwicklung von Quantencomputern war die Simulation von Quantensystemen; eben mit genau einem sogenannten Quantencomputer. Dieser Ansatz ist vergleichbar mit den ersten Versuchen, Flugbahnen zu berechnen oder die Raumstruktur von Molekülen vorauszuberechnen.

In einem Quantencomputer simuliert man mittels supraleitender Leiterbahnen einzelne Qubits. Durch Zusammenschaltung lassen sich dann, wie beim Byte=8 Bit, größere Register bilden. Grundsätzlich können Quantencomputer geeignet aufbereitete Berechnungen besser, d.h. schneller durchführen. Sie können z.B. die Faltung eines komplexen Proteins mit 100 Atomen

innerhalb von Düngemitteln berechnen. Es existieren zwar chemische Verfahren dazu (Haber-Bosch-Prozess), welche aber sehr energie- und zeitintensiv sind.

Leistungssprung

Das bekannte traveling-salesman-Problem ist ein nachweislich sehr aufwändiges Problem in der Informatik (NP: nicht mit polynomiellem Aufwand lösbar). Es ist theoretisch bewiesen, dass es schnell(er) zu lösen sein muss. Die Entdeckung des passenden Verfahrens dazu steht aber noch aus.

Quantencomputer sind Spezialgeräte, die nicht als Ersatz zu heute bekanntem Computersystem verstanden werden können. Wie bei vielen Themen der Grundlagenforschung, ist derzeit noch ungeklärt, ob ein kosteneffizienter Einsatz von Quantencomputern überhaupt möglich ist.

Ein sehr wichtiges Einsatzgebiet von Quantencomputern, wurde im „Snowden“-kontext im Jahr 2014 in der Presse erwähnt. Man vermutet seitdem, dass die NSA (National Security Agency: US-Auslandsgeheimdienst) eigenständig Quantencomputer entwickelt, um schwere kryptografische Ziele zu knacken. Die heute übliche public-key-Verschlüsselung wäre mit einem funktionstüchtigen Quantencomputer in vernachlässigbarer Zeit zu brechen.

Entschlüsselung als schweres Problem

Es gibt eigentlich nur einen denkbaren Verschlüsselungscode, der absolut nicht zu brechen wäre. Dazu müsste jedes einzelne Zeichen der Nachricht um einen geheimen und zufälligen Offset verschoben werden. Ein Code, also die Abfolge der ermittelten Buchstabenverschiebungen, dürfte jeweils nur ein einziges Mal verwendet werden, um Korrelationen zu verhindern. Korrelationen zu anderen Nachrichten oder Buchstabenhäufigkeiten würden ein Knacken des Codes ermöglichen.

Schon im Jahr 1994 wurden die sogenannten sowjetischen „Atomspione“, u.a. Klaus Fuchs, enttarnt, weil sie einen Schlüssel mehrmals verwendeten.

RSA-Verschlüsselung

Prof. Burkard gibt einen kurzen Einblick in die Konstruktion des RSA-Verschlüsselungsverfahrens, das heute vor allem im Internet verwendet wird.

Sender und Empfänger führen dabei im Wesentlichen Multiplikation mit Zahlen durch.

Der Sender berechnet einen Wert $N=p \cdot q$, bildet also ein Produkt aus zwei geheimen, sehr großen Primzahlen: z.B. $p=7, q=17 \Rightarrow N=7 \cdot 17=119$

Anschließend wird ein $\phi(N)$ mit Hilfe der Primzahlennachbarn berechnet

$$\phi(N)=(p-1)(q-1)=6 \cdot 16=96$$

Wähle nun ein zu $\phi(N)$ teilerfremdes e , d.h. $\text{ggT}(e,96)=1$.

Die Zahl $e=5$ erfüllt in unserem Beispiel diese Bedingung.

Suche (und finde) nun damit ein d unter der Bedingung

(Bem: modulo, d.h. ganzzahliger Rest, z.B. $5 \bmod 3=2, 8 \bmod 3=2$)

$$d \cdot e \bmod 96=1, \text{ also mit } d \cdot 5 \bmod 96=1.$$

$d=77$ wäre eine solche Lösung.

Wie definieren nun daraus unsere öffentlichen und privaten Schlüssel:

öffentlicher Schlüssel: $(N=119, e=5)$

privater Schlüssel: $d=77$

Der Sender „verschlüsselt“ nun seine Nachricht an den Empfänger mit *dessen* öffentlichem Schlüssel. Der Empfänger kann später mit *seinem* zugehörigen privaten Schlüssel diese Nachricht relativ einfach wieder entschlüsseln:

Eine Botschaft z.B. $x=10$, wird also verschlüsselt [Anm: a^b : a hoch b]

$$c = x^e \bmod N = 10^5 \bmod 119$$

$c=40$ ist nun die verschlüsselte Krypto-Botschaft c .

Der Empfänger kann mit Hilfe *seines* privaten Schlüssels ($d=77$) einfach folgende Rechenschritte ausführen:

$$x = c^d \bmod N = 40^{77} \bmod 119$$

40^{77} ist zwar sehr groß, aber die Ermittlung des Restes bei Teilung durch 119 ist mit einigen Tricks gut berechenbar. Ergebnis: $x=10$

Für einen Angreifer ist der Exponent zu 40 aber unbekannt. Ohne Kenntnis der beiden Primzahlen ist es sehr aufwändig, alle möglichen, gültigen Werte für d zu errechnen bzw. auszuprobieren.

Die RSA-Verschlüsselung gilt heute als sicher, weil die Herstellung (i.W. Multiplikation) leicht ist, die Primfaktorenzerlegung aber sehr „schwierig“. Damit ist das Erzeugen und Durchtesten von potentiell zugrundeliegenden großen Primfaktoren extrem zeitaufwändig.

Die Eindrücke „schwer“ und „leicht“ sind bis heute nicht mathematisch bewiesen. Die Anzahl der Rechenschritte zur Faktorisierung einer Zahl liegt aber auf jeden Fall in der Größenordnung „Wurzel“ der zu zerlegenden Zahl.

Aktuell werden RSA(512)-Verschlüsselungen $p \cdot q$ verwendet, bei denen das Produkt 512-Bit groß ist. Solche Zahlen weisen ca. 150 Dezimalstellen auf. Der Faktorisierungsaufwand mit heutigen Rechenverfahren liegt damit in der Größenordnung Wurzel(2^{512}), also ca. (2^{256}) (d.h. 77 Dezimalstellen, also ca. 10^{77} Rechenschritte). Selbst die schnellsten gängigen Computer wären konstruktionsbedingt zu lange mit dem Durchtesten der möglichen d -Werte beschäftigt.

1996 fand Peter Shor einen Algorithmus für einen Quantencomputer zur RSA-Entschlüsselung. Dieses Rechenverfahren ließe den Rechenaufwand, der hauptsächlich durch den Exponenten bestimmt wird (10^{77}) dramatisch auf einen linearen Anstieg $x \cdot 77$ (x mal 77) zusammenfallen. Damit wäre eine „brute-force“ Methode, d.h. Durchtesten der d -Werte innerhalb kürzester Zeit durchführbar und damit alle heutigen Verschlüsselungen und Kennworte mit einem Schlag unsicher. Voraussetzung dazu ist aber ein funktionstüchtiger Quantencomputer.

Quantencomputer

Der aktuelle Stand der Technik im Bereich Quantencomputing beschreibt ultragekühlte Quantenrechner mit 100 supraleitenden Quantenbits. Die Rechengenauigkeit liegt derzeit bei nur 99%. Die hohe Fehlerrate von 1% ist den physikalischen Grundlagen dieser Bauart geschuldet.

Die Maße eines supraleitenden Quantenchips liegen bei aktuell 0,5x0,5mm. Die Definition des Begriffs „Rechen“-operation ist u.a. wegen der hohen Fehlerrate in diesem Zusammenhang eher spekulativ zu verstehen.

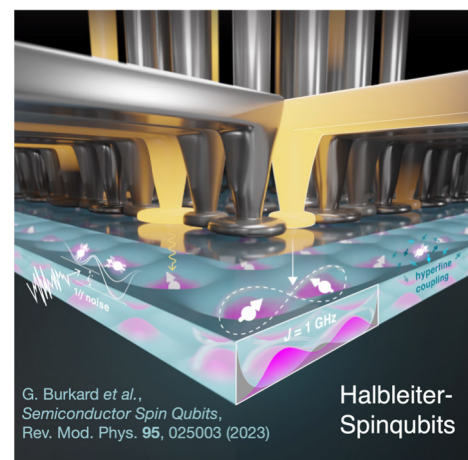
Gemäß Alan Turing sind alle heutigen, „klassischen“ Rechner äquivalent, d.h. sie können sich im Prinzip gegenseitig simulieren (vgl. Turing-maschine). Im Gegensatz dazu ist ein Quantenrechner grundsätzlich nicht äquivalent zu klassischen Rechnern.

Miniaturisierung

Ziel künftiger Miniaturisierungen wäre eine Reduzierung der Ausdehnung eines Quantendots auf 100nm je Qubit, d.h. der „Bit-Behälter“ für ein eingefangenes Elektron sollte eine ähnliche Größenordnung wie ein Elektron (10-100nm) aufweisen. Damit läge die Baugröße auf der Skala von heutigen Transistoren und Speicherbits einer Festplatte.

Konzepte: Quantenbit

Quantenpunkte können auf Computerchips einzelne Elektronen einfangen, die als quantenmechanische Eigenschaft den Eigendrehimpuls (Spin) besitzen (siehe die schematische Darstellung in der Figur). Dieser Spin wiederum kann Quanteninformation abspeichern und somit als die elementare Recheneinheit eines Quantencomputers, d.h. als Quantenbit, eingesetzt werden.



Bei der Idee, Elektronen in einen räumlich begrenzten „Kasten“ einzusperren, treffen mehrere, quantenmechanische Besonderheiten aufeinander:

Welle Teilchen-Dualismus:

Aus dem „Doppelspalt-Versuch“ ist bekannt, dass Elektronen sich vor dem Doppelspalt wie geladene Teilchen, hinter dem Doppelspalt aber wie Wellen „verhalten“, die sich überlagern und Interferenzmuster bilden.

Bei der Messung, also Lokalisierung, der einzelnen Teilchen hinter dem Doppelspalt, fallen Aufenthaltswahrscheinlichkeiten auf, die durch Interferenzmuster der Elektronen-Wellenfunktionen beschrieben werden können.

Unschärferelation:

Gemäß klassischem Verständnis kann die Energie eines Teilchens als Summe der einzelnen Energien der Teilchen beschrieben werden.

$$E = E_{\text{kin}} + E_{\text{Pot}} + E_{\text{...}}$$

Bei Messungen im atomaren Bereich unterliegen Ort und Geschwindigkeit aber einer fundamentalen Unschärfe (Heisenberg), die nicht auflösbar ist. Ort und Geschwindigkeit können nicht gleichzeitig, exakt ermittelt werden. Dies bedingt bei erfolgreicher Lokalisierung eine „ausgleichende“ kinetische Energieunschärfe.

In diesem Zusammenhang nehmen Elektronen sprunghaft nur bestimmte, und nicht beliebige Energieniveaus ein (Energiequanten).

Elektronenspins können sich in Zuständen befinden, die als Drehimpuls (Vektor) interpretiert werden können. Die Spinzustände verhalten sich wie Wellen und können sich gegenseitig überlagern.

Parallelisierung von Berechnungen:

Die Idee der grundsätzlichen Beschleunigung von Berechnungen (vgl. Brechen einer RSA-verschlüsselung) beruht darauf, dass man einem Qubits mehrere Spins zuordnen kann, die sich ohne Zeitverzögerung überlagern. Dieser „Quantenparallelismus“ kann in speziell dafür entwickelten Rechenverfahren ausgenutzt werden und zur dramatischen Beschleunigung von Rechenverfahren führen.

Interferenz mit Umgebungsmaterial:

Technisch herausfordernd ist dabei, dass die Spins der gefangenen Elektronen mit den Spins des Umgebungsmaterials wechselwirken. Während bisher Gallium Arsenid verwendet wurde, hat sich inzwischen Silizium als weitaus weniger störendes Material durchgesetzt.

Logische Qubits

Qubits, die auf Elektronenspins beruhen, unterliegen Fehlern aufgrund von externen Störungen. Deshalb definiert man sogenannte „Logische Qubits“ als nahezu fehlerfreie Baugruppen, welche beim Zugriff eine fast 100%ige Wertstabilität aufweisen.

Hiervon zu unterscheiden sind die Qubits der Firma Google, die eigentlich Schaltkreise mit quantisierten Zuständen darstellen. Der Magnetische Fluss in einem Schwingkreis verhält sich analog zu diesen Qubits. Auch diese Qubits sind fehlerbehaftet und müssen aktiv korrigiert werden.

Leider ist die Zeit schon weit fortgeschritten, in der uns ein erster Blick in die faszinierende Welt der Quantencomputer möglich war. Das Hochrheinseminar bedankt sich bei Prof. Burkard für die ersten Einblicke in die quantenphysikalischen Grundlagen der Bits und Bytes eines Quantencomputers und die anschließende Darstellung der vielfältigen Studienmöglichkeiten in diesem Bereich.

Seethermie

Prof. Dr. Peter Stein, Hochschule Konstanz für Technik, Wirtschaft und Gestaltung

21.2.2024

Am 21.2.25 war Professor Stein von der Hochschule Konstanz für Technik, Wirtschaft und Gestaltung zum Thema „Seethermie“ zu Gast im Hochrheinseminar. Nachfolgend das Handout von Professor Stein [ebd., Konstanz, 2025].

HTWG **M A**

Hochschule Konstanz
Fakultät Maschinenbau

Hochrheinseminar

Seethermie

Seewasserwärme oder warum möchten wir unsere Häuser mit 5°C kaltem Wasser heizen und denken, dass das eine gute Idee ist?

Prof. Dr. Peter Stein
peter.stein@htwg-konstanz.de

Hochschule Konstanz 01.08.25

Inhalt

- Wärmepumpen Historisches
- Thermodynamische Grundlagen
- Wärmepumpe Funktion
- Seewasserwärme
- Weitere Wärmequellen
- Beispielberechnung
- Fazit
- Diskussion

Hochschule Konstanz

01.08.25

2

Wärmepumpe

Historisches

Carnot
Grundsätze
Wärmepumpe



1824

1852



Nachweis von Kelvin,
Kältemaschinen
können zum
Heizen
verwendet
werden

Inbetriebnahme der ersten
größeren Wärmepumpen-
anlage (Zürich)



1938

Wärme-
quelle
Flusswasser



Beginn rasanter
Verbreitung der
Wärmepumpen-
heizung

1990

1834



Kompressions-
kältemaschine
von J.Perkins

Hochschule Konstanz

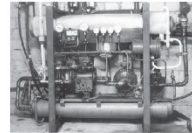
1912



Patent auf
elektrisch
angetriebene
Wärmepumpe

1945

Inbetriebnahme der
ersten erdgekoppelten
Wärmepumpe (USA)



1968

Erstes Wärmepumpen-
Zentralgerät in Deutschland
von Klemens Oskar
Waterkotte

01.08.25

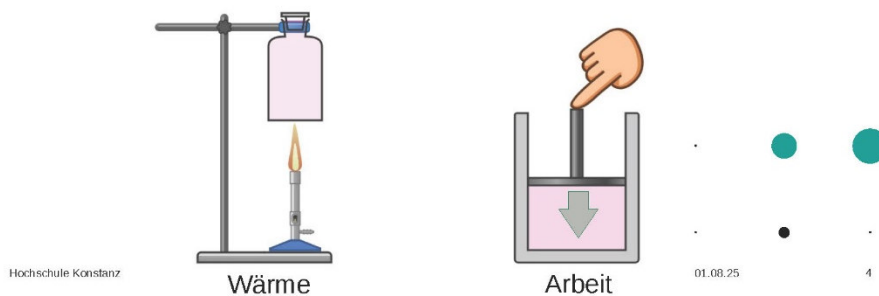
heute

3

Thermodynamische Grundlagen

Was ist Wärme, was ist Arbeit

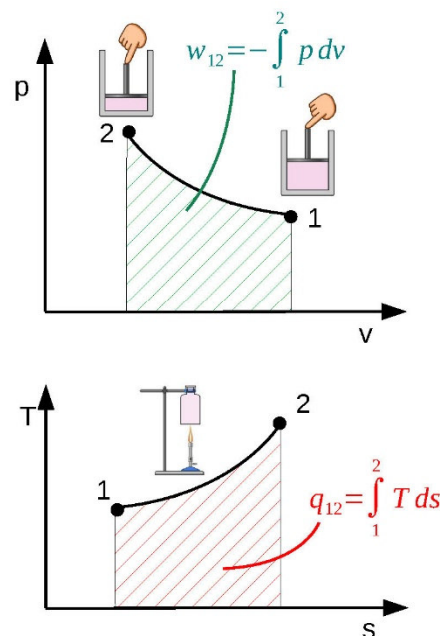
- Ein Medium (z.B. Gas) wird durch seine Zustandsgrößen beschrieben (Druck, Temperatur, Dichte usw.)
- Die Gesamtheit der Zustandsgrößen ergibt einen Zustand
- Ein Zustand kann geändert werden durch Zu- bzw. Abfuhr von Wärme (Q) und/oder Arbeit (W), was einer Energiemenge entspricht
- Arbeit kommt in vielen Formen vor, z.B. mechanisch, elektrisch usw. , Wärme kommt nur in einer Form vor



Thermodynamische Grundlagen

Was ist eine Zustandsänderung

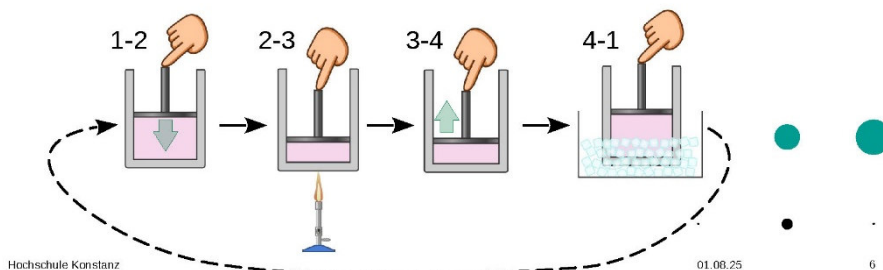
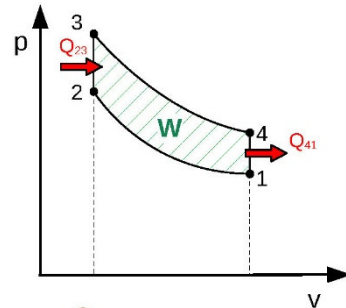
- Eine Zustandsänderung ist eine Änderung von Druck/Temperatur/Dichte usw., die durch Zu- bzw. Abfuhr von Energie erreicht wird
- Zustandsänderungen benennt man nach der Zustandsgröße, die konstant bleibt (z.B. isobar, isotherm, isochor usw.)
- Zustandsänderungen lassen sich in Diagrammen darstellen
- Je nach Diagramm zeigt die Fläche unter der Zustandsänderung die Energiemenge in Form von Wärme bzw. Arbeit an



Thermodynamische Grundlagen

Was ist ein Kreisprozess

- Eine Abfolge von Zustandsänderungen, an deren Ende der Ausgangszustand erreicht wird heißt Kreisprozess
- Je nach Ablauf kann Wärme in Arbeit oder Arbeit in Wärme umgewandelt werden
- Die vom Kreisprozess umschlossene Fläche beschreibt die Arbeit (frei werdend bzw. benötigt)



Hochschule Konstanz

01.08.25

6

Thermodynamische Grundlagen

Was ist der Wirkungsgrad

- In einem Kreisprozess wird kontinuierlich Energie umgewandelt, entweder **Wärme** → **Arbeit** oder **Arbeit** → **Wärme**
- Ob der Kreisprozess besonders gut oder eher mäßig funktioniert (bzw. die Maschine, die man später damit baut) wird über den Wirkungsgrad bestimmt

- Die allg. Definition eines Wirkungsgrads lautet: $\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}}$

- Wenn Wärme in Arbeit umgewandelt wird, folgt: $\eta_{th} = \frac{W_N}{Q_{zu}}$ (Bsp.: Verbrennungsmotor)

- Wenn Arbeit in Wärme umgewandelt wird folgt:

– Kältemaschine $\epsilon_K = \frac{Q_{zu}}{W}$

– Wärmepumpe $\epsilon_W = \frac{Q_{ab}}{W}$

Hochschule Konstanz

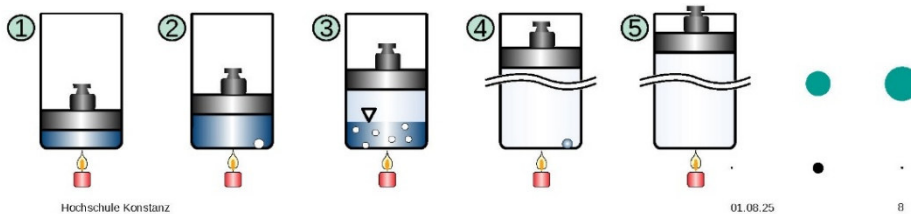
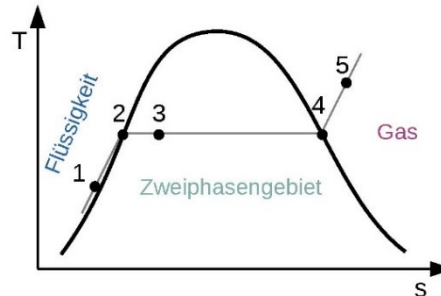
01.08.25

7

Thermodynamische Grundlagen

Wie funktionieren Kondensation und Verdampfung

- Während des Verdampfens bzw. Kondensierens wird das Zweiphasengebiet durchschritten
- Bis die gesamte Flüssigkeit (isobar) verdampft ist, bleibt die Temperatur konstant
- Im Zweiphasengebiet sind Gas und Flüssigkeit im thermischen Gleichgewicht (Druck und Temperatur)



Hochschule Konstanz

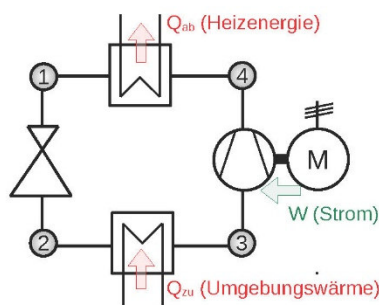
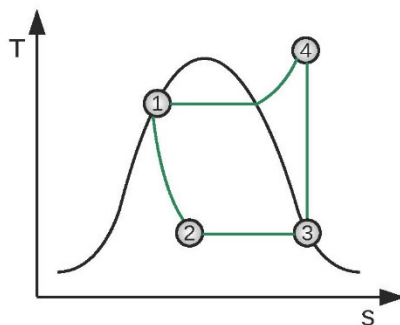
01.08.25

8

Thermodynamische Grundlagen

Wie arbeitet eine Wärmepumpe

- In einer Wärmepumpe wird Arbeit (elektrische Energie) in Wärme umgewandelt
- Der Kreisprozess heißt Plank-Prozess



Hochschule Konstanz

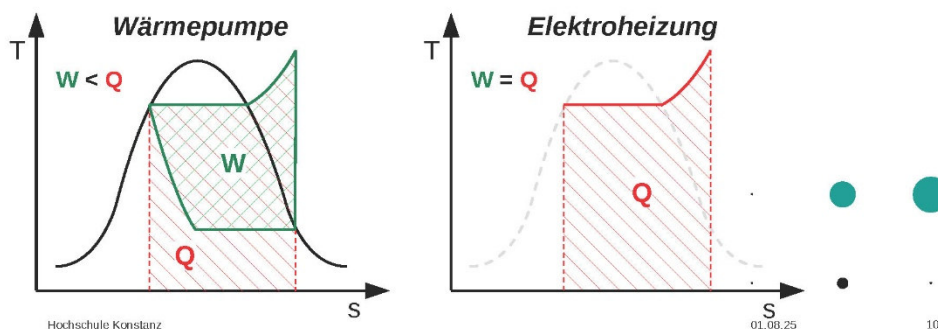
01.08.25

9

Thermodynamische Grundlagen

Warum ist der WP-Kreisprozess besser als rein elektr. Heizen?

- Da bei der Wärmepumpe ein Teil der Energie aus der Umgebung stammt, wird weniger elektrische Energie bei gleicher Heizwärme aufgewendet
- Da alles mit einer Temperatur über dem absoluten Nullpunkt ($= -273.15\text{ °C}$) Energie ist, kann selbst eine Umgebungstemperatur von 0 °C in der Wärmepumpe genutzt werden um zu Heizen
- Je größer der Temperaturhub, desto geringer die Effizienz der WP



Thermodynamische Grundlagen

Einfache Berechnung mit Carnot

Der Carnot-Prozess ist ein idealisierter Kreisprozess mit dem höchstmöglichen thermodynamischen Wirkungsgrad. Die Leistungszahl ist definiert über das obere und untere Temperaturniveau für Wärmepumpen mit:

$$\varepsilon_{c,W} = \frac{\dot{Q}_{ab}}{P} = 1 + \frac{T_{min}}{T_{max} - T_{min}}$$

Eine reale Anlage kann diese Leistungszahl nicht erreichen, Sie schafft ca. 50% davon, somit folgt:

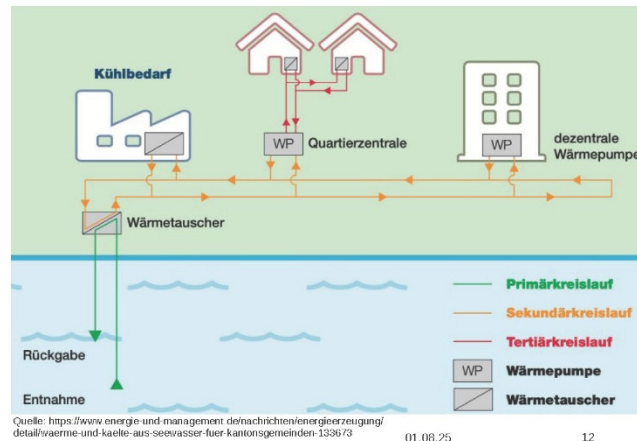
$$\varepsilon_W = \frac{\dot{Q}_{ab}}{P_{el}} = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{T_{min}}{T_{max} - T_{min}} \right)$$

Mit der elektrischen Leistung P_{el} und der Wärmeleistung (Wärmestrom) \dot{Q}_{ab}

Seewasserwärme

Wie funktioniert das, und warum ist das gut

- Ein See speichert Wärme aus dem Sommer, die im Winter genutzt werden kann
- Der See liefert ein beinahe konstantes Temperaturniveau von ca. +5°C
- Der Bodensee kann ein Vielfaches des lokalen Wärmebedarfs decken
- Theoretisch kann mit dem Seewasser im Sommer auch gekühlt werden (Klimaanlagen)



Hochschule Konstanz

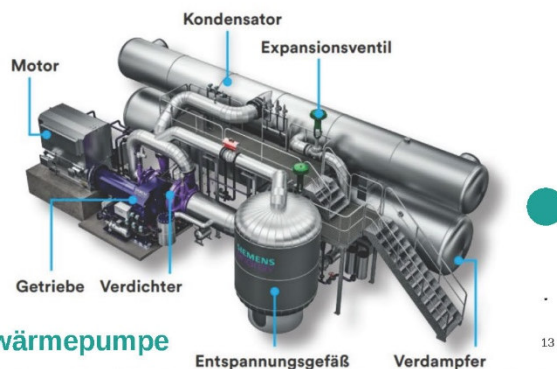
01.08.25

12

Seewasserwärme

Wo sind die Herausforderungen

- Aufgrund der Wärmeverluste in Leitungen ist Seewasserwärme nur in unmittelbarer Nähe der Ufer sinnvoll, bis ca. 1,5 km
- Entnahme und Rückgabe benötigen eine Mindestgewässertiefe
- Da Seen zum Teil auch als Trinkwasserquelle dienen, gelten strenge Vorschriften zur Entnahme und Rückgabe
- Neue „Schädlinge“ wie die Quagga Muscheln verstopfen Wärmetauscher und sind kaum filterbar
- Großanlagen haben auch großen Einfluss auf die Natur, z.B. Laichgebiete von Fischen usw.



Quelle: <https://www.technik-einkauf.de/energiebeschaffung/industriewaermepumpen/die-groessten-waermepumpen-der-welt-315.html>

Hochschule Konstanz

13

Weitere Wärmequellen

Luftwärmepumpe & Geothermie

- Neben Seewasserwärme sind auch andere Wärmequellen für Wärmepumpen nutzbar:
 - Die Luftwärmepumpe bezieht die Umgebungswärme aus der Luft
 - Vorteil: Einfacher Aufbau, quasi überall umsetzbar
 - Nachteil: Teils tiefe Temperaturen mindern die Leistungszahl
 - Geothermische Wärmepumpe
 - Vorteil: Vergleichsweise hohe Temperaturen
 - Nachteil: Hohe Kosten für Bohrung, evtl. Flächenbedarf, nicht überall möglich



Hochschule Konstanz

Quelle: Bundesverband Wärmepumpe
01.08.25 14

Beispielaufgabe

Vergleich Luftwärmepumpe vs. Seewasserwärmepumpe

Vergleiche den Strombedarf (P_{el}) für ein Haus, welches mit einer Luftwärmepumpe betrieben wird und ein Haus, welches mit Seewasserwärme betrieben wird. Die Berechnung ist für einen Punkt durchzuführen:

Benötigte Heizleistung:	\dot{Q}	= 10 kW
Heizkreis Vorlauftemperatur:	T_{max}	= 45°C
Lufttemperatur:	$T_{min,L}$	= -10°C
Wassertemperatur:	$T_{min,W}$	= 5°C



Beachte: Temperaturen werden immer in Kelvin gerechnet

Beispielaufgabe
Vergleich Luftwärmepumpe vs. Seewasserwärmepumpe

Luftwärmepumpe:
 $T_{min} = -10^\circ\text{C} = 263.15\text{ K}$, $T_{max} = 45^\circ\text{C} = 318.15\text{ K}$, $\dot{Q}_{el} = 10\text{ kW}$
 $\epsilon_w = 0.5 \left(1 + \frac{T_{min}}{T_{max} - T_{min}} \right) = 0.5 \left(1 + \frac{263.15\text{ K}}{318.15\text{ K} - 263.15\text{ K}} \right) = 2.89$
 $P_{el} = \frac{\dot{Q}_{el}}{\epsilon_w} = \frac{10\text{ kW}}{2.89} = 3.46\text{ kW}$

Seewasserwärmepumpe:
 $T_{min} = 5^\circ\text{C} = 278.15\text{ K}$, $T_{max} = 45^\circ\text{C} = 318.15\text{ K}$, $\dot{Q}_{el} = 10\text{ kW}$
 $\epsilon_w = 0.5 \left(1 + \frac{T_{min}}{T_{max} - T_{min}} \right) = 0.5 \left(1 + \frac{278.15\text{ K}}{318.15\text{ K} - 278.15\text{ K}} \right) = 3.98$
 $P_{el} = \frac{\dot{Q}_{el}}{\epsilon_w} = \frac{10\text{ kW}}{3.98} = 2.51\text{ kW}$

Stromeinsparung: >27%

Fazit

- Wärmepumpen sind ein effektives Mittel um Energie zu sparen, da Sie sich aus der Energie der Umgebung bedienen
- Da Strom auch aus erneuerbaren Quellen stammen kann, können Wärmepumpen auch CO₂-frei betrieben werden
- Seewasserwärme ist in der Nähe von Gewässern eine gute Option mehr Umweltenergie zu ernten, aber
 - Die Technik ist komplexer und Naturgegebenheiten sowie Naturschutz können ein Hindernis darstellen
 - Über ein Jahr gemittelt kann die gleiche Heizenergie mit ca. 25% weniger Strombedarf erreicht werden
 - Nicht jedes Gewässer ist groß genug für die benötigte Wärmemenge
- Wärmepumpen, egal welcher Quelle sie sich bedienen sind schon weit verbreitet und werden in Zukunft die bedeutendste Rolle im Heizungsmarkt spielen

Hochschule Konstanz

01.08.25

16

Das Hochrheinseminar bedankt sich herzlich bei Professor Stein für die Einführung in die Berechnungsgrundlagen der Wärmepumpentechnologie.

Proteindesign mit Maschinellern Lernen: Wie Computer die Konzepte der Natur entschlüsseln

Lars Dornfeld, Masterstudent Biochemistry, ETH Zürich

14.03.2024

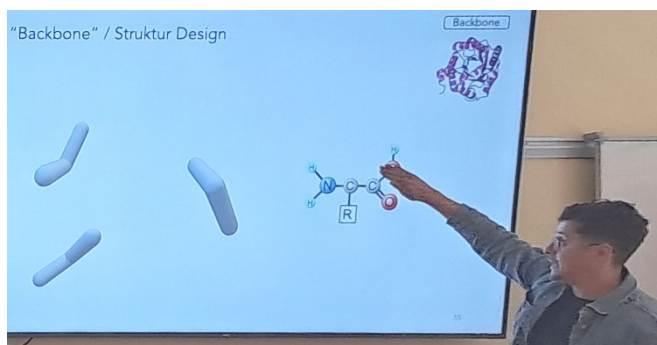
Am 14.3.2025 15:00 war ein ehemaliger Teilnehmer des Hochrheinseminars bei uns zu Gast. Lars Dornfeld, Masterabsolvent Biochemie, Universität Heidelberg hatte für uns den Vortrag „Proteindesign mit Maschinellern Lernen: Wie Computer die Konzepte der Natur entschlüsseln“ mitgebracht.

Herr Dornfeld hat im Jahr 2018 das Abitur an der Justus-von-Liebig-Schule Waldshut abgelegt und forscht nach seinem Masterabschluss in Biochemie nun als Doktorand am Max-Planck-Institut für Biochemie mit Fokus auf computergestütztem Protein Design. Er spricht mit seinem Vortrag Lob und Dank an das Hochrheinseminar aus und steht interessierten Schülern und Schülerinnen gerne nachfolgend als Kontaktperson zum Vortragsthema oder einfach zur Studienwahl zur Verfügung.

Protein

Ein Protein besteht aus einer linearen Kette von Aminosäuren. Jede Aminosäure besitzt ein gemeinsames Grundgerüst sowie einen variablen Rest, der letztlich die Funktion des Proteins, etwa im Körper, bestimmt.

Die Abfolge dieser variablen Reste ergibt die sogenannte Primärsequenz, beispielsweise in der Form M-S-A-G. Aufgrund physikalisch-chemischer Wechselwirkungen wie hydrophoben Effekten oder elektrostatischer Anziehung faltet sich diese Kette zu einer stabilen, dreidimensionalen Struktur, die energetisch günstig ist. Diese räumliche Struktur ist entscheidend für die jeweilige Funktion des Proteins.



Proteine sind die Motoren des Lebens. Nahezu alle Prozesse im menschlichen Körper, von der Verwertung von Nährstoffen bis zur Immunabwehr, werden maßgeblich von Proteinen gesteuert.

Ein anschauliches Beispiel ist das Spikeprotein des Coronavirus. Es ermöglicht dem Virus, an menschliche Zellen anzudocken und in sie einzudringen. Das Immunsystem reagiert darauf mit der Bildung spezifischer Antikörper, ebenfalls Proteine, die an das Spikeprotein binden und das Virus blockieren. Auch hier ist die dreidimensionale Struktur des Proteins entscheidend für seine biologische Wirkung.

Zentrale Ziele der computergestützten Forschung in diesem Bereich sind die Aufklärung der räumlichen Struktur von Proteinen und die gezielte Entwicklung neuer Proteine mit definierten Eigenschaften.

Das Proteinstrukturproblem

Die Funktion eines Proteins hängt unmittelbar von seiner räumlichen Struktur ab – also davon, wie sich die lineare Aminosäurekette im Raum faltet. Diese Faltung vorherzusagen, zählt zu den großen Herausforderungen der molekularbiologischen Forschung.

Experimentelle Methoden wie Röntgenkristallographie oder Kryo-EM beruhen oft auf trial and error und sind sehr aufwendig und teuer. Frühere rechnergestützte Ansätze versuchten, die Faltung mithilfe physikalischer Gesetze zu simulieren, etwa durch Modelle aus Mechanik und Thermodynamik. Theoretisch ist das möglich, praktisch jedoch erfordern solche Simulationen gewaltige Rechenleistungen, mit bis zu 10^{12} (1ms Simulation) Rechenschritten für ein einziges Protein.

Deep Learning als neue Strategie

Ein vielversprechender Ansatz zur Strukturvorhersage basiert auf Deep Learning, in der Alltagssprache auch als Künstliche Intelligenz bezeichnet. Dabei werden keine physikalischen Gleichungen gelöst, sondern statistische Muster in großen Datensätzen erkannt.

Anstelle klassischer Simulationen greifen Deep-Learning-Modelle auf umfangreiche Datenbanken mit hunderttausenden experimentell bestimmten Proteinstrukturen zurück. Sie lernen aus der Beziehung zwischen Aminosäuresequenz und dreidimensionaler Faltung, wie bestimmte Sequenzmuster mit spezifischen Raumstrukturen korrelieren. Diese Methode ist deutlich effizienter als physikalische Modelle und ermöglicht in vielen Fällen präzise Strukturvorhersagen, auch für Proteine, deren Struktur bislang nicht experimentell bestimmt wurde.

Ein zentrales Element dieser Modelle ist die Einbeziehung evolutionärer Information aus sogenannten Multiplen Sequenzalignments (MSAs). Dabei werden verwandte Proteinsequenzen aus verschiedenen Organismen verglichen. Aminosäuren, die sich im Verlauf der Evolution gemeinsam verändern (kovariieren), befinden sich häufig auch räumlich nahe beieinander, ein starker Hinweis auf strukturelle Wechselwirkungen.

Die Kombination von Sequenzdaten, evolutionären Kovariationsmustern und strukturellen Informationen bildet die Grundlage von Modellen wie AlphaFold, das durch diese integrative Herangehensweise erhebliche Fortschritte in der Genauigkeit der Strukturvorhersage erzielt hat.

Im Jahr 2020 wurde die Leistungsfähigkeit von AlphaFold in einem internationalen Vergleichstest, der CASP14, überprüft. Die Ergebnisse waren beeindruckend: Die vorhergesagten Strukturen zeigten eine sehr hohe Übereinstimmung mit den experimentell bestimmten Referenzdaten.

Wie neuronale Netze lernen

Deep learning nutzt zur Erkennung von statistischen Signalen aus Daten sogenannte neuronale Netze.

Neuronale Netze bestehen aus vielen Schichten von künstlichen „Neuronen“, die Eingangsda-

ten wie Aminosäuresequenzen numerisch verarbeiten. Jede Verbindung zwischen den Neuronen hat ein Gewicht, das im Training angepasst wird. Ziel ist, dass das Netz bei neuen Eingaben möglichst zuverlässig den richtigen Output liefert – etwa die dreidimensionale Struktur eines Proteins.

Gute Ergebnisse erfordern hochwertige Trainingsdaten. Es gilt der Grundsatz „bullshit in, bullshit out“.

Von der Vorhersage zum Design

Der Designprozess folgt in der Regel einem klaren Schema:

1. Funktion festlegen – Was soll das Protein leisten?
2. Proteinrückgrat ableiten – Welche räumliche Architektur ermöglicht diese Funktion?
3. Sequenz definieren – Welche Aminosäureabfolge faltet sich in diese Struktur und stellt zugleich die nötigen chemischen Gruppen für die Funktion bereit?

Deep Learning unterstützt diesen Prozess durch sogenannte generative Verfahren. Ein Beispiel ist das Denoising: Dabei wird ein Proteinrückgrat aus gestörten oder verrauschten 3D-Fragmenten (Frames) schrittweise rekonstruiert. Diese Frames bilden die geometrische Grundlage der Zielstruktur. In einem nachgelagerten Schritt kann ein weiteres Modell eine passende Aminosäuresequenz erzeugen, die diese Struktur stabilisiert und funktionelle Seitenketten an den richtigen Positionen bereitstellt.

Darüber hinaus lassen sich mit Large Language Models (LLMs), bekannt durch ChatGPT aus der Sprachverarbeitung, direkt neue Primärsequenzen generieren. Diese Modelle sind in der Lage direkt, ausgehend von einer gewünschten Funktion oder Eigenschaft plausible Proteinsequenzen zu entwerfen.

Erste Erfolge – aber auch klare Grenzen

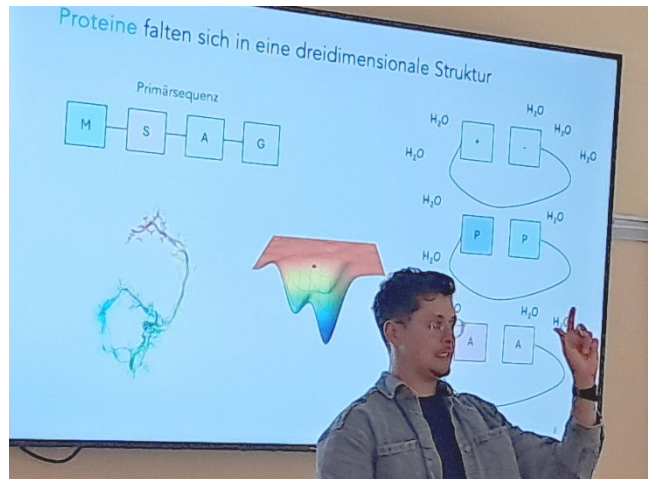
Erste erfolgreiche Anwendungen zeigen, dass dieser Ansatz Potenzial hat. Ein Beispiel ist ein synthetisches Antitoxin, das gezielt ein Schlangengift neutralisiert. Weitere Projekte befassen sich mit Enzymen zum Plastikabbau, organischen Materialien für Photovoltaik oder Biokatalysatoren zur Herstellung nachhaltiger Treibstoffe.

Trotz dieser Fortschritte bleibt das vollständige Design eines funktionsfähigen Proteins aus dem Nichts eine große Herausforderung. Die Zahl möglicher Aminosäurekombinationen ist hoch – für eine Sequenz mittlerer Länge ergibt sich eine Zahl über 10^{260} . Selbst moderne Modelle agieren in diesem enormen Sequenzraum noch sehr fehlerhaft.

Zudem gilt: Jede rechnerische Vorhersage muss experimentell überprüft werden. Eine im Modell plausible Struktur garantiert noch keine biologische Stabilität, Funktionalität oder Herstellbarkeit. Die Validierung im Labor bleibt daher ein unverzichtbarer Schritt im gesamten Designprozess.

Fazit

Herr Dornfeld schließt seinen Vortrag mit der Aufforderung an die Teilnehmer, weiterhin so motiviert und neugierig zu bleiben, auf ihre Interessen zu achten und sie weiterzuentwickeln und den Gedanken „das kann ich nicht“ als bequeme Ausrede zu identifizieren und trotzdem dranzubleiben. Quasi als Schlusswort verabschiedet er seine Schülerkollegen mit der Aufforderung „Fragen stellen und nerven“. Das Hochrheinseminar bedankt sich für den lebendigen und inspirierenden Vortrag unseres ehemaligen Teilnehmers.



Vortragsreihe der Unter- und Mittelstufe

Die Vorträge fanden jeweils an einem Freitag von 15:00 – 16:30 Uhr statt.

"Warum sind Seifenblasen rund?"

Prof. Dr. Franz Gmeineder, Department of Mathematics and Statistics, Universität Konstanz

15.11.2024

Um diese Frage und um deren Antwort(en) soll es im Vortrag von Prof. Gmeineder von der Uni Konstanz gehen. Aber was hat diese Frage eigentlich mit Mathematik zu tun?

Zum Einstieg präsentiert Herr Prof. Gmeineder Abbildungen verschiedener Formen:

Verschiedenste Formen I



Was haben diese Formen miteinander zu tun und wie kommen solche Formen zustande? Gibt es vielleicht allgemeine Gründe, warum sich solche Formen bilden? Wie können wir sie beschreiben? Gibt es vielleicht eine Idee, die alle Formen auf eine Art und Weise verbindet?

Ja, die gibt es tatsächlich. Sie geht auf den französischen Mathematiker und Naturforscher Pierre Louis Moreau de Maupertuis zurück, der zu Beginn des 18. Jahrhunderts das Prinzip der kleinsten Wirkung entdeckte. Knapp formuliert, wollte Maupertuis damit ausdrücken, dass die Natur nicht verschwenderisch ist. Herr Gmeineder erläutert das Prinzip an einem Beispiel: Jeder Mensch verhält sich bei seinen Überlegungen so, dass am Ende der Stress für einen selbst möglichst klein ist.

Wenn die Schülerinnen und Schüler am Morgen nach dem Aufwachen im Bett überlegen, ob sie in die Schule gehen oder doch lieber liegenbleiben sollen, ist der erste Impuls möglicherweise liegenzubleiben. Nach genaueren Überlegungen stellt man dann aber schnell fest, dass das Liegenbleiben mit mehr Stress verbunden ist als in die Schule zu gehen: Fehlen erklären, versäumten Unterricht oder sogar Klassenarbeit nachholen,

Und was hat dieses Prinzip nun mit Seifenblasen zu tun?

Seifenblasen sind spezielle Formen von Minimalflächen. Herr Gmeineder erläutert diesen Zusammenhang an einem Rechenbeispiel und vergleicht bei vorgegebener Oberfläche das Volumen von Würfel und Kugel:

Schauen wir uns Würfel und Kugeln von Seitenlänge ℓ bzw. Radius $r > 0$ an:

- Volumen des Würfels: $V_{\text{Würfel}} = \ell \cdot \ell \cdot \ell$
- Oberfläche des Würfels: $O_{\text{Würfel}} = 6 \cdot \ell \cdot \ell$
- Volumen der Kugel: $V_{\text{Kugel}} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r \cdot r \cdot r$
- Oberfläche der Kugel: $O_{\text{Kugel}} = 4 \cdot \pi \cdot r \cdot r$

Wenn wir die Oberfläche vorgeben, z.B. 6 (Quadratmeter),

- dann hat der Würfel Seitenlänge $\ell = 1$ und damit Volumen 1.
- bei der Kugel:

$$6 \stackrel{!}{=} O_{\text{Kugel}} = 4 \cdot \pi \cdot r \cdot r \Rightarrow \frac{3}{2\pi} = r \cdot r \Rightarrow r \approx 0.69099$$

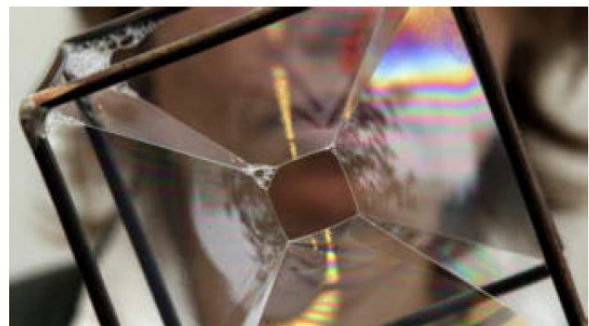
$$\Rightarrow V_{\text{Kugel}} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r \cdot r \cdot r \approx 1.41769 > 1 = V_{\text{Würfel}}$$

Es stellt sich heraus, dass bei vorgegebener Oberfläche die geometrische Form «Kugel» das größte Volumen besitzt. Diese Beobachtung wurde vor ca. 70 Jahren tatsächlich auch mathematisch bewiesen und ist somit unwiderlegbar. Die Kugel ist also eine besondere Form mit Minimalitätseigenschaft.

Herr Gmeineder zeigt Beispiel-Bilder von weiteren Formen, die wie die Kugel Minimalitätseigenschaften aufweisen: Katenoide, DNA-Helix, Scherk-Flächen, Enneper-Flächen.

Zwei Sorten von Minimalflächen

- Flächen, die kleinsten Flächeninhalt haben und ein gegebenes Volumen umfassen (→ Seifenblasen)
- Flächen, die an einem Draht eingehängt sind (→ Seifenhäute)



Zum Abschluss dürfen die Zuhörer:innen selbst unterschiedliche Formen mit Minimalflächen aus Seifenblasen-Flüssigkeit herstellen, was sie mit großer Begeisterung machen.

Das Hochrhein-Seminar bedankt sich herzlich für den sehr interessanten, engagierten und anschaulichen Vortrag.

Die Orgel: Ein außergewöhnliches Musikinstrument:

Dr. Markus Funck, Waldshut-Tiengen

28.03.2025

Die Orgel – ein außergewöhnliches Musikinstrument – so lautet der Titel des heutigen Vortrages. Was macht das Instrument so außergewöhnlich?

Um die Beantwortung dieser Frage soll es heute im Vortrag von Dr. Markus T. Funck gehen. Einige Zuhörer*innen kennen ihn bereits als ihren Schulleiter sowie Musik- und Deutschlehrer am Hochrhein-Gymnasium. Herr Dr. Funck erzählt, dass er bereits mit 7 Jahren das Spielen am Klavier lernte. Bei einem Besuch eines befreundeten Organisten der Familie in Rostock hatte er mit 10 Jahren – so seine eigene Aussage – ein Unerlebnis: beim Orgelspiel beeindruckte ihn, dass der Orgelklang in der Kirche bis zu 8 Sekunden im Raum nachwirken kann. Die Begeisterung und Leidenschaft für das Instrument Orgel war geweckt. Später studierte er u.a. das Fach Musik, und promovierte in Musikwissenschaft. Außerdem widmete er sich in seinem Buch „Die Orgeln der Hansestadt Greifswald“ dem Orgelbaugeschehen der Hansestadt Greifswald von den mittelalterlichen Anfängen bis in die jüngste Gegenwart. Neben seiner Tätigkeit am Hochrhein-Gymnasium ist er auch weiterhin als Organist in Neuhausen am Rheinfluss aktiv.

Aber was macht das Instrument nun so besonders?

Herr Dr. Funck erläutert, dass die Orgel ein Musikinstrument mit besonders vielfältigem Klang ist, dass alle anderen Instrumente an Tonumfang und Klangfülle übertrifft. Die Orgel hat drei Hauptbestandteile: Pfeifenwerk, Spieltisch und Gebläse. Das Pfeifenwerk besteht aus mehreren Pfeifenreihen ganz unterschiedlicher Klangfarbe; die Pfeifenreihe einer Klangfarbe bezeichnet man als Register. Die Klangfarbe ergibt sich dabei aus der Art der Pfeifen (Lippen- oder Zungenpfeifen) und aus ihrer Bauform (z.B. eng, weit, trichterförmig). Lippenpfeifen funktionieren ähnlich wie Blockflöten, während Zungenpfeifen durch eine schwingende Metallzunge den Ton erzeugen. Es gibt Pfeifen aus Holz oder Metall.

Herr Dr. Funck veranschaulicht die Tonerzeugung an mitgebrachten Pfeifenmodellen. Auch die Zuhörer*innen dürfen die unterschiedlichen Pfeifen ausgiebig studieren.

Register unterscheiden sich auch in ihrer Oktavlage, wobei die Oktavlage durch die sogenannte Fußtonzahl angegeben wird. Ein Register mit der Bezeichnung 8' (8 Fuß = 2,40 m) erklingt in der notierten Tonhöhe (d.h. die Taste c^1 bringt den Ton c^1 zum Klingen).



Je länger die Pfeife ist, desto tiefer ist der Ton. So ist z.B. ein um eine Oktave tieferes Register ein 16' Register mit doppelt so langen Pfeifen, 4', 2', und 1' erklingen dagegen eine, zwei und drei Oktaven höher. Es gibt auch Register, die einem Klang bestimmte Intervalle wie z.B. Quin-

ten beifügen können und Register, die aus mehreren Pfeifenreihen bestehen und dadurch besonders klangvolle Effekte erzeugen können.

Die Orgel ist in Werke (Gruppen von Registern) gegliedert, die den verschiedenen Klaviaturen (Manualen) des Spieltisches zugeordnet sind. Das Pedal, das auch eine Klaviatur von etwa zweieinhalb Oktaven ist, spielt man mit den Füßen. Lautstärke und Klangfarbe werden nicht durch den Anschlag, sondern nur durch Registerwahl beeinflusst.

Die Verbindung von Spieltisch und Pfeifen nennt man Traktur. Sie kann mechanisch, pneumatisch oder elektrisch sein. Zusätzlich gibt es Spielhilfen wie Koppeln, mit denen das gleichzeitige Spiel von verschiedenen Werken auf einem Manual oder das Spiel der Manuelregister im Pedal möglich ist. Manche Pfeifen stehen in einem Schwellkasten, dessen Lautstärke per Fußhebel regulierbar. Dies passiert durch Öffnen und Schließen einer Art Jalousie im Luftstrom.

Herr Dr. Funck zeigt auf einer Abbildung, wie früher der für das Spielen der Orgel benötigte Wind von Hilfskräften durch Treten von Blasebälgen erzeugt wurde. Heute wird der Wind durch elektrische Gebläse erzeugt.

Nach dieser sehr informativen theoretischen Einführung dürfen nun alle Teilnehmer*innen in der Liebfrauenkirche Waldshut die Orgel aus nächster Nähe betrachten und dem beeindruckenden Orgelklang lauschen. Die aktuelle Orgel in der Liebfrauenkirche schuf der Orgelbauer Franz Winterhalter im Jahr 1983. Sie hat einen Umfang von 45 Registern auf drei Manualen und Pedal.



Das Hochrhein-Seminar bedankt sich bei Herrn Dr. Markus T. Funck für den sehr informativen und „klangvollen“ Vortrag.

Exkursionen

Studienfahrt der Oberstufe

Hamburg; 27.1.-31.1.2025

Mo			Stadtführung
Di 28.1	 		 „Anne Frank“
Mi 29.1			Freizeit
Do 30.1		 Internationales Maritimes Museum Hamburg	
Fr. 31.1			

Schülerberichte:

Stadtführung Hamburg

Zu Beginn unserer herausragenden Studienfahrt nach Hamburg hatte unsere Gruppe die Möglichkeit bei einer Stadtführung die Stadt Hamburg kennenzulernen.

Die Führung startete am Jungfernstieg und widmete sich zuerst der Geschichte Hamburgs als frühe Handelsstadt und ihren Bewohnern. Anschließend besuchten wir als eindrucksvollen Kontrast die Reeperbahn.

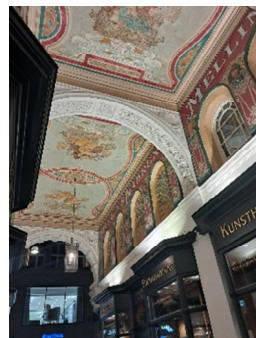


Start- und Treffpunkt unserer Stadtführung war der Jungfernstieg an der Binnen-Alster. Dort trafen wir auf unsere Stadtführerin, welche uns als erstes mit einer historischen Darstellung der Stadt vertraut machte.

Um das Jahr 1830 bestand Hamburg einzig aus der heutigen Innenstadt, welche um den Hafen der Binnenalster herum entstand. Die damalige Stadtmauer umfasste eine Fläche von nur 3.5 km² mit rund 250 000 Einwohnern. Die Stadtmauer schützte die Hafenstadt im 30-jährigen Krieg. Heute wohnen circa 1.892.122 Menschen auf einer Fläche von 755 km². Hamburg belegt, gemessen an der Einwohnerzahl, den zweiten Platz nach Berlin.

Heute finden sich an der Binnen-Alster vor allem teure Hotels mit prominenten Gästen. Die Altstadt profitiert von vielen Luxusgeschäften. Der Name Jungfernstieg weist darauf hin, dass dieser Steg an der Binnen-Alster ehemals ein Treffpunkt für junge Damen auf Brautschau war, welche dort flanierten. Heute ist der Steg, vor allem im Sommer, immer noch ein beliebter Treffpunkt für die anwohnenden Jugendlichen.

In den teuren Einkaufsstraßen der Hamburger Altstadt finden sich noch Spuren der historischen Stadt. Ein bekanntes Beispiel ist die Mellinpassage mitten in Hamburgs Einkaufsviertel. Sie wurde im 19. Jahrhundert erbaut und ist damit die älteste Einkaufsstraße Hamburgs. Die Passage verbindet die Alsterarkaden mit dem sogenannten Neuen Wall, einer der exklusiven Einkaufsstraßen. Besonders beeindruckend ist das Deckengemälde der Gasse, welches im Jugendstil errichtet wurde und Werbung für ein damaliges Geschäft macht. In der Entstehungszeit dieser Passage etablierten sich gleichzeitig neue Berufswege für Frauen, welche nun beispielsweise als Verkäuferin in den neuen Geschäften arbeiten konnten.



Die nächste Station unserer Stadttour war das Hamburger Rathaus, welches imposant in Richtung Binnen-Alster ausgerichtet ist. Es wurde zur Reichsgründung erbaut und fällt sofort durch seine imposante Fassade auf. Über die ganze Breite des Gebäudes schmücken Stadtwappen des Hansebundes, dem auch Hamburg angehörte, die Fassade.

Über dem Hauptportal stehen die Statuen von Karl dem Großen, welcher das Christentum nach Hamburg gebracht haben soll, und von Friedrich Barbarossa, welcher die Zollfreiheit mit dem

auf die Entwicklung Hamburgs, weswegen sie einen Ehrenplatz an der Hauptfassade des Rathauses erhielten.

Allerdings ergaben Nachforschungen, dass die beiden Persönlichkeiten nicht diejenigen waren, als die sie dargestellt werden. Es war nicht Karl der Große, welcher das Christentum verbreitete, es war dessen Sohn. Und Friedrich Barbarossa hat nicht das getan, für das er mit seiner Statue geehrt wurde. Es stellte sich bei Untersuchungen heraus, dass der angebliche Freibrief Barbarossas eine nachträgliche Fälschung war. Dennoch stehen heute noch beide für die Hansestadt Hamburg und ihre Geschichte.

Ein weiterer Punkt auf unserer Stadttour war der Handelsgesellschaftshauptsitz, welcher sich direkt hinter dem Rathaus befindet. Beide Gebäude bilden einen kleinen Innenhof, in dessen Mitte sich ein beeindruckender Brunnen befindet. Das Rathaus wurde bei seinem Neuaufbau an dieser Stelle an den Handelsgesellschaftshauptsitz angebaut, welcher damit deutlich älter ist als das Rathaus. Der Handelsgesellschaftshauptsitz, ist der Sitz der Großen Handelsherren. Diese waren in der Vergangenheit Hamburgs die Personen mit größtem Einfluss und Ansehen, weswegen dort zeitweise sogar Gesetze erlassen wurden. Der Hauptsitz unterhielt damals vielfältige Verbindungen zu den größten Handelsstädten weltweit und verewigte diese Bündnisse, indem der Innenhof mit handgefertigten Wappen dieser Handelspartnerstädte geschmückt wurde.

Dieser erste Teil der Stadtführung zeigte uns vor allem den historischen und touristischen Teil der Stadt Hamburg. Im Anschluss setzten wir die Tour im Stadtviertel der Reeperbahn fort.

Hamburgs Stadtteil St. Pauli hat eine lange Geschichte und wird als Ort für alles, was innerhalb der Stadt keinen Platz fand, betitelt. Im 17. und 18. Jahrhundert wurden auf dieser langen graden Straße Seile für Segelschiffe hergestellt, sogenannte Reepschnüre. Daraus entwickelte sich die sogenannte Reeperbahn. Seemannsleute nutzten dieses Gebiet darüber hinaus als Lagerplatz.

Im 19. Jahrhundert etablierten sich in St. Pauli zahlreiche Freakshows, in denen außergewöhnliche Personen präsentiert wurden, so z.B. „der größte Mensch“ oder „die Frau mit zwei Köpfen“. Im Umfeld dieser Veranstaltungen entwickelte sich allmählich die Prostitution, die zunächst vor allem Seemännern diente.



In den 1950er- und 60er-Jahren gab es auf der Reeperbahn immer mehr skurrile Shows, darunter auch Schlammcatches halbnackter Frauen. Gleichzeitig entwickelte sich das Viertel zu einem Zentrum für Musik und Unterhaltung. Die Beatles begannen hier ihre Karriere und traten in legendären Clubs der Gegend auf. Hamburg wurde in dieser Zeit zunehmend wohlhabender.

In den 1980er-Jahren wurde St. Pauli von Zuhälterkriminalität und einem florierenden Prostitutionsgewerbe geprägt. Dennoch verbesserte sich das Image des Viertels langsam, insbesondere durch das Operettenhaus, in dem das erste Musical Deutschlands „Cats“ aufgeführt wurde. Auch heute

ist Hamburg für seine Musikszene bekannt. Weltstars wie Ed Sheeran begannen ihre Karriere nicht selten mit Auftritten in kleinen, schäbigen Kellern auf dem Kiez.

Ein weiteres Kuriosum ist der Weihnachtsmarkt auf der Reeperbahn, auf dem z.B. eine Stripperin auftritt und mehrere Lagerfeuer zum Aufwärmen einladen.

In den letzten Jahrzehnten entwickelte sich zudem eine offene Kultur rund um Sexshops. Weil es vor einigen Jahrzehnten noch ein Tabu war, Sexspielzeug oder Kondome öffentlich zu kaufen, sollen Menschen sogar vom Binnenland extra nach Hamburg angereist sein, um solche Dinge zu erwerben, die man zu Hause weder kaufen noch bestellen konnte. St. Pauli ist auch für seine verschiedenen Bordellkonzepte bekannt. Es gibt Etablissements, in denen Frauen aktiv Kunden ansprechen, oder auch solche, in denen die Frauen eigene Zimmer angemietet haben und dort selbstständig arbeiten.

Zwei der bekanntesten Bars des Viertels sind der Elbschlosskeller und die Kultkneipe „Zum Goldenen Handschuh“. Der Elbschlosskeller ist eine legendäre 24/7-Bar, die während der Corona-Pandemie Schlagzeilen machte, als man feststellte, dass man das Lokal zu den Sperrstunden gar nicht abschließen konnte, da es dort noch niemals ein Türschloss gegeben hatte.

Zum Goldenen Handschuh erlangte traurige Berühmtheit durch einen Frauenmörder, der dort in den 1970er-Jahren vier Frauen tötete. Ursprünglich öffnete diese Kneipe schon um 4 Uhr morgens, damit Hafearbeiter sich dort ein belegtes Brötchen kaufen konnten.

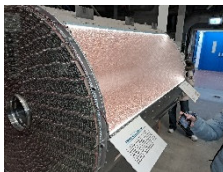
Auffällig waren die vielen Obdachlosen in St. Pauli, die von der Stadt Hamburg toleriert werden.

DESY in Hamburg

Am Dienstag Vormittag dem 28.01.2025 hatten wir, die Gelegenheit, das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY) in Hamburg zu besuchen. Das DESY ist eines der weltweit führenden Forschungszentren für Teilchenphysik, Photonenzissenschaft und Beschleunigertechnologie. Ziel unseres Besuchs war es, Einblicke in die aktuelle Forschung und die Arbeitsweise eines international renommierten Instituts zu gewinnen.



Nach unserer Ankunft wurden wir herzlich von einer Mitarbeitenden des DESY empfangen und erhielten eine Einführung in die Geschichte und die Forschungsbereiche des DESY. Besonders beeindruckend war der Überblick über die verschiedenen Beschleunigeranlagen, inklusive des bekannten, beeindruckend großen Hera Rings, der mittlerweile stillgelegt wurde.

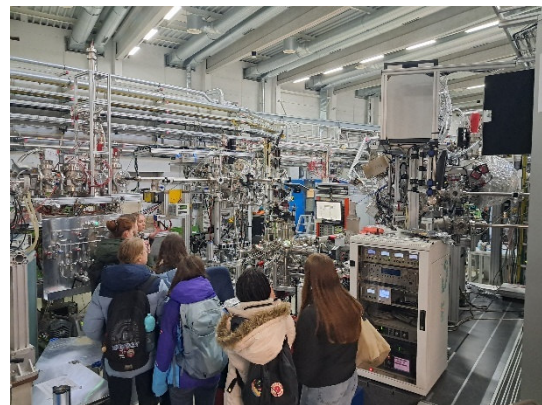


Anschließend stand eine ausführliche Führung durch die DESY-Anlagen auf dem Programm. Wir durften den Hera Ring besichtigen, und bekamen die Technologie hinter der Erzeugung von Synchrotronstrahlung erklärt.



Die Präzision und Komplexität der Maschinen waren überwältigend. Ein Highlight war der Besuch des FLASH-Beschleunigers, der ultrakurze Laserpulse im extremen Ultraviolettbereich erzeugt und für die Erforschung von Materie auf atomarer Ebene genutzt wird.

Wir bedanken uns herzlich bei allen Mitarbeitenden des DESY für die spannenden Einblicke und die freundliche Betreuung. Dieser Besuch wird uns noch lange in Erinnerung bleiben.



Airbus



Am 28. Januar besuchten wir im Rahmen der Studienfahrt mit dem Hochrheinseminar das Airbus-Werk in Hamburg-Finkenwerder. Nach der obligatorischen Ausweiskontrolle und dem Ausschalten unserer Mobiltelefone wurden wir von unserem sachkundigen Führer in Empfang genommen.

Der Standort Hamburg spielt eine wichtige Rolle im weltweiten Produktionsnetzwerk von Airbus. Hier werden unter anderem Struktur- und Endmontagearbeiten an Flugzeugen der A320-Familie durchgeführt. Die verschiedenen Airbus-Standorte arbeiten zur Herstellung eng zusammen. Jedes einzelne Werk ist dabei auf bestimmte Bauteile und Produktionsschritte spezialisiert.

Zur Einführung brachte uns ein Film, die Geschichte von Airbus sowie die wichtigsten Produktionsschritte bei der Flugzeugproduktion näher. Der Film zeigte, wie Airbus als internationales Unternehmen mit Standorten in mehreren Ländern zusammenarbeitet. Einzelne Rumpfteile werden in Hamburg gefertigt und montiert, während Tragflächen und Cockpit-Sektionen, an anderen Standorten produziert werden.

Bei der anschließenden Werksbesichtigung konnten wir die beeindruckende Größe des Geländes erfahren. Das Werk besitzt sogar eine eigene Buslinie, um die großen Distanzen zwischen den verschiedenen Hallen zu überbrücken. Auch wir nutzten diese Busse, um von einer Produktionshalle zur nächsten zu gelangen.

In den Montagehallen erhielten wir einen Eindruck der komplexen Fertigungsprozesse. Besonders faszinierend war die Endmontage der A320-Familie, zu der Modelle wie der A318, A319 und A321 gehören. Die einzelnen Bauteile werden an anderen Airbus-Standorten angeliefert und hier in Hamburg zusammengefügt. Wir konnten beobachten, wie Flugzeuge Schritt für Schritt Gestalt annehmen – von der Verbindung der Rumpfsegmente über die Installation der Kabinenausstattung bis hin zur Endprüfung der Maschinen.

Besonders beeindruckend war die Präzision, mit der gearbeitet wurde. Jedes Flugzeug besteht aus Millionen von Einzelteilen, die exakt aufeinander abgestimmt sein müssen, um Sicherheit und Funktionalität zu gewährleisten.

Neben der A320-Produktion spielt Hamburg auch eine wichtige Rolle für andere Airbus-Programme. Beispielsweise werden hier die Kabinen und Lackierungen für den A380 vorgenommen. Außerdem gibt es hier eines der größten Auslieferungszentren von Airbus, wo Flugzeuge an Kunden aus aller Welt übergeben werden. Der Standort Hamburg ist damit ein zentraler Bestandteil der globalen Produktion von Airbus und trägt wesentlich zum Angebot moderner Verkehrsflugzeuge bei.

Der Besuch bei Airbus war eine beeindruckende Erfahrung und ermöglichte uns einen einzigartigen Einblick in die Welt des Flugzeugbaus. Besonders die Kombination aus hochmoderner Technologie, präziser Handarbeit und logistisch perfekt abgestimmten Abläufen hat uns fasziniert. Die Führung zeigte uns, wie komplex die Produktion eines Flugzeugs ist und wie viele Menschen mit unterschiedlichen Fachkenntnissen daran beteiligt sind.

Theater: Anne Frank

Am 28. Januar 2025 sahen wir uns eine neue Inszenierung von dem Theaterstück Anne Frank nach dem gleichnamigen Buch im Altonaer Theater an.

Bei unserer Ankunft war die Kulisse schon aufgebaut. Diese bestand aus einem 2-stöckigen Baugerüst, welches die verschiedenen Räume des Hinterhauses repräsentierte. So erkannte man ein Wohnzimmer, ein Essbereich und zwei kleinere Schlafzimmer. Im Hintergrund des Gerüsts stand ein großer Esstisch, der mit Luftballons und Kuchen für einen 13. Geburtstag angerichtet war.



Alle Schauspieler betraten gleichzeitig auf die Bühne und das Stück begann mit einem durcheinander Rufen des Einleitungssatzes „Ich bin Anne Frank“. Es gab keine weiteren Hintergrundkulissen oder Begleitungen. Die einzige musikalische Begleitung bestand aus einem Mann der abwechselnd verschiedene Instrumente spielte über das ganze Stück hinweg auf der Bühne stand. Das Ensemble bestand aus fünf Schauspielern, welche ohne Mikrofone sprachen und abwechselnd verschiedene Rollen einnahmen.

An ihrem 13. Geburtstag bekommt Anne F. ihr Tagebuch, welches sie zunächst als ihre Freundin „Kitty“

bezeichnet. Ab diesem Punkt wird das Theater aus ihrer Perspektive gezeigt, dass heißt es gibt viele Monologe und Erzählungen sowie priorisierte und nur in der Vorstellung existierende Szenen.

Vorerst werden die verschiedenen „Charaktere“ in Annes Leben vorgestellt und das normale Alltagsleben dargestellt, bis dieses von einem Brief komplett auf den Kopf gestellt wird. Annes Schwester Margot soll demnach in ein Arbeitslager abtransportiert werden, welches der ganzen Familie und v. a. der bis dahin nichts ahnenden Anne, unglaubliche Angst einjagt. Die Eltern offenbaren ihren Kindern, dass sie ein Versteck genau für diesen Fall in der Firma ihres Vaters eingerichtet hatten. Dorthin zieht schließlich die gesamte Familie.

Im sogenannten Hinterhausversteck müssen sie, um nicht aufzufliegen, bestimmte Überlebensregeln befolgen. Dazu gehört, dass tagsüber keinerlei Geräusche gemacht werden dürfen, und der Müll heimlich zur Entsorgung verbrannt werden muss.

Anne begreift erst jetzt richtig den Ernst der Lage.

Im Folgenden wird das vermeintliche Alltagsleben der Franks im Versteck dargestellt, während im Hintergrund das Kriegsgeschehen, welches durch Musikeinspielungen und die Gesprächsinhalte skizziert wird, abläuft.

Ein großer Schritt in der Geschichte passiert, als die mit ihnen befreundete Familie von Pels mit in das Hinterhaus einzieht. Die Frau von Pels, die von der gleichen Schauspielerin gespielt wird wie die Mutter von Anne und Margot Frank, stellt ein wenig einen Comedic Relief dar, da sie sich einerseits sehr dramatisch verhält und andererseits versucht witzig zu sein.

Das Hinterhaus wird mit der Zeit zu einem „zu Hause“ für die Familien. Es hängen Fotos an den Wänden und die Zimmer wirken notdürftig eingerichtet.

Anne durchlebt in dieser Zeit ihre Pubertät. Sie versucht die Umstände zu verdrängen oder auch kreativ zu verarbeiten. Beispielsweise fliegt sie einmal nach Amerika zu einem Filmstar und lebt dort ihr Traumleben mit Parties und Freunden.

Die Realität stellt sich als das genaue Gegenteil dar. Durch das ständige Aufeinandersitzen bilden sich Streit und Spannungen in der kleinen versteckten Gesellschaft. Verstärkend wirkt, dass das Essen zunehmend schlechter wird. Die Langeweile nimmt zu. Jeder Tag gleicht zunehmend dem vorherigen. Die einzige Abwechslung sind Besuche von Freunden und Helfern der Familie. Einer heißt Viktor und liefert frische Waren und erfüllt die kleinen Wünsche nach selbstverständlichen Dingen, z.B. wie Kaffee.

Die junge Anne versteht die politische Situation und Notlage nicht ganz, und auch die Eltern wollen sie nicht unbedingt über die schrecklichen Kriegsumstände aufklären und weichen daher Annes Neugier ein wenig aus. Peter, der Junge der Eheleute van Pels berichtet irgendwann aber Anne von den Konzentrationslagern, in denen Juden, wie sie, auf schreckliche Weise ermordet werden. Durch diese Erzählungen erfährt auch der Zuschauer, dass die Stimmung in den Niederlanden sich zuspitzt und immer mehr Menschen weggebracht und verfolgt werden. Es wird zunehmend unsicherer, ob die Bewohner des Verstecks diese Zeit überleben werden.

Eines Tages kommt ein weiterer Bewohner hinzu und Anne muss fortan ihr kleines Zimmer mit dem Zahnarzt Dr. Pfeffer mit der Begründung teilen, sie sei ja noch ein Kind. Sie wehrt sich zwar dagegen,

wird aber vom Vater als arrogant und verwöhnt beschimpft und mundtot gemacht.

Als es immer mehr Auseinandersetzungen und innere Schwierigkeiten für Anne gibt, während sie sich mit ihrem eigenem Willen, Identität und auch der Beziehung zu ihren Eltern beschäftigt, findet sie bei Peter Zuflucht und in ihm einen Freund, dem sie ihre Gedanken anvertrauen kann. Schließlich verliebt sie sich in ihn.

Während der sich entwickelnden Liebe zwischen Anne und Peter, spielt die Angst im Hinterhaus entdeckt zu werden, im Familienleben eine sehr große Rolle. Bei den kleinsten Geräuschen zucken die Bewohner zusammen, so auch als sich ein Einbrecher Zutritt ins Hinterhaus verschafft. Der Einbrecher bemerkt die versteckten Personen allerdings nicht und verschwindet wieder. Alle, abgesehen von Anne, legen sich schlafen. Diese ist sehr unruhig und bekommt daher kein Auge zu.

Am nächsten Tag wird Dr. Pfeffer, mit welchem Anne nur schwer zurechtkommt, in seiner Funktion als Zahnarzt gebraucht. Frau von Pels hat Zahnschmerzen zu beklagen. Während der Zahnuntersuchung sind beide Charaktere sehr aufgeregt und schreien wild durchs Haus, wobei die restlichen Bewohner unauffällig versuchen zuzuschauen und gegebenenfalls die Beiden zu ermahnen, nicht so laut zu werden. Schließlich wird der von Karies befallene Zahn von Frau von Pels gezogen.

Die zwei Familien und der Zahnarzt Dr. Pfeffer fallen danach wieder in den Alltag des Hinterhauses zurück. Dies wird in Form einer monotonen Schleife, bei der sich verschiedene Tagesabläufe immer und immer wiederholen, von den Schauspielern dargestellt. Dabei spielt das Radio eine zentrale Rolle. Alle lauschen einigen Sendungen oder summen zu einzelnen Musikstücken. Das Radio stellt mit den Helfern die letzte Verbindung zur Außenwelt dar, wodurch es dem Hinterhausleben halt gibt und es ein Stück weit einfacher gestaltet.

Um das Leben im Hinterhaus erträglicher zu machen, nehmen die Bewohner gerne unterschiedlichste Anlässe wahr. So feiern sie eine Mischung aus Chanukka und Weihnachten. Sie zünden Kerzen an, hängen Sterne auf und singen dabei gemeinsam Lieder.

Plötzlich tritt Stille ein. Anne bläst die Kerzen aus und der Rest bleibt stehen. Nun wird es auch für das Publikum unangenehm still. Ein lautes Geräusch erschreckt alle Anwesenden. Man sieht, wie der Doktor am Radio klebt, bis schließlich Peter die Wörter ausspricht: „Wir werden doch alle sterben“. Doch keiner will es wahrhaben. Anne schweigt.

In einem Monolog, den Anne in ihr Tagebuch „Kitty“ schreibt, erklärt sie ihre innere Aufstellung. Nach Annes Ansicht ist ihre Seele zweigeteilt. Zum einen kann sie die leichte, fröhliche Anne sein, welche normalerweise über ihrem tiefer liegendem Ich steht. Doch mittlerweile wird die fröhliche Anne, die immer für einen Spaß gut ist, von einem Teil überdeckt, der das Leid auf der Welt sieht. Nichtsdestotrotz versucht sie an das Gute zu glauben.

Im nächsten Teil werden dem Publikum verschiedene Varianten ein und derselben Szene vorgespielt. Alle davon, bis auf die letzte, denn die soll die Realität darstellen, finden in Annes Kopf statt. In der Szene gesteht Anne Peter ihre Liebe. Dieser erwidert sie und die beiden küssen sich als Höhepunkt. In ihren Vorstellungen hat man das Gefühl, dass man in einer Seifenoper gelandet ist. In der Realität ist der Höhepunkt wesentlich zurückhaltender. Dennoch geht dieselbe Botschaft hervor. Beide lieben sich.

Später hält Anne in ihrem Tagebuch „Kitty“ fest, wie sich die Lage im Hinterhaus verschlechtert. Dabei versteht sie nicht, weshalb der Krieg geführt werden muss und hofft, dass die Judenfeindschaft aufhört. Am 6. Juni 1944 findet die Invasion in der Normandie statt. Die alliierten Briten, Kanadier und US-Amerikaner leiten die Befreiung Frankreichs und Europas ein.

Dr. Pfeffer lauscht am Radio und informiert aufgeregt die Bewohner des Hinterhauses. Sie haben nun Hoffnung, dass die Zeiten des Versteckens vorbei sind. Daher wollen sie schon anfangen ihre Koffer zu packen. Auch Anne hat ihr Ziel beziehungsweise die Berufung gewählt Journalisten zu werden. Zudem fand sie ihre Liebe im Hinterhaus. Während dieser Szene befindet sich Anne im ersten Stock des Hinterhauses und die restlichen Bewohner im zweiten Stock. Diese werfen die Texte, welche Anne in der Zeit im Hinterhaus verfasst hat, auf sie herunter. Das Publikum kann in diesem Moment eine freudige, hoffnungsvolle Stimmung wahrnehmen.

Doch alles kommt anders. Die Szene verstummt, niemand bewegt sich mehr. Ein Mann, der neben der Bühne steht, schildert das geschichtliche Geschehen. Das Hinterhaus ist aufgefliegen, Niemand außer Otto Frank überlebt. Der Vater von Anne erfüllt noch ihren letzten Wunsch und veröffentlicht ihr Tagebuch „Kitty“.

Somit endet das Stück. Eine Schauspielerin ergreift das Wort. Sie bittet um eine Schweigeminute im Gedenken an die Shoah. Stille tritt ein.

Die neue Inszenierung des Theaterstücks Anne Frank im Altonaer Theater war ein interessantes Erlebnis. Viele von uns hatten schon bereits das Buch gelesen oder im Unterricht diese Lebensgeschichte durchgenommen. Das Stück hat uns die Möglichkeit gegeben sich noch tiefer in die Charaktere, vor allem Anne, hineinversetzen zu können, da diese schwierige Lebensphase von den beiden Familien und dem Doktor für einen kurzen Moment durch die Schauspieler wieder zum Leben erweckt wurde. Daher können wir nur für diese Erfahrung danken.

Besuch des DLR_School_Lab

Am Mi den 9.1.2025 waren wir mit dem Hochrheinseminar ins DLR_School_Lab an der Technischen Universität Hamburg eingeladen.

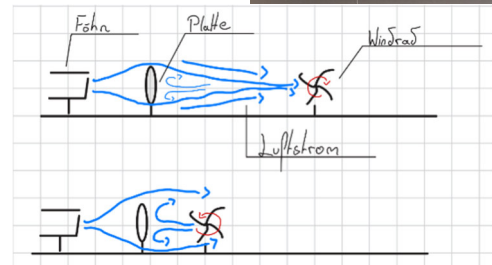
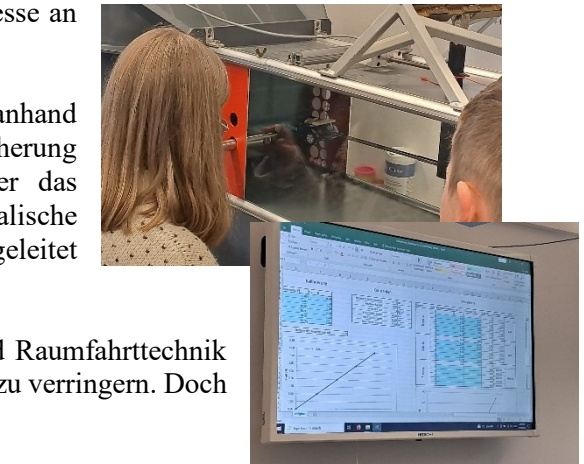
Die Technische Universität Hamburg (TUHH) wurde 1978 gegründet und legt seitdem ihren Fokus auf Raumfahrtforschung, Forschung zur Sicherheit, Entwicklung erneuerbarer Energien und auf Ingenieurwissenschaften. Etwa 100 ProfessorInnen unterrichten über 7400 SchülerInnen an der Campusuniversität. Bis diese ihren Abschluss in Bachelor of Science (B.Sc.) erlangen, studieren sie 6 Semester einen der 14 auszuwählenden Bachelorstudiengänge. Danach haben die SchülerInnen die Möglichkeit, nach 4 weiteren Semestern ihren Master of Science (M.Sc.) zu erlangen. Für diesen können sie unter 30 Studiengängen wählen.

Ein besonderes Angebot der TUHH ist das DLR_school_Lab, welches 2004 in Zusammenarbeit mit dem deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrttechnik (DLR) gegründet wurde. Es ermöglicht SchülerInnen, durch praktische Experimente einen Einblick in die Technik und der zugrundeliegenden wissenschaftlichen Arbeitsweise zu erlangen und das Interesse an Technik und Wissenschaft zu fördern.

Während unseres Besuches im DLR_school_Lab haben wir anhand von Übungen vieles über Luftwiderstand und Energiespeicherung gelernt. Wir führten nach dem Einführungsvortrag über das Studium an der TUHH im Generellen, verschiedene physikalische Experimente im Schülerlabor durch, die von Studenten angeleitet wurden.

Die Betrachtung des **Luftwiderstandes** ist in der Luft und Raumfahrttechnik von zentraler Bedeutung. So gilt es oft den Luftwiderstand zu verringern. Doch was ist das eigentlich und wie lässt er sich minimieren?

Um eine erste Intuition zu entwickeln, betrachteten wir das Verhalten verschiedener Körper im Wind und ihren Einfluss auf den Luftstrom, den wir mittels eines Windrades um das Objekt herum analysierten. Wir fanden durch die Änderung der Drehrichtung des Windrades heraus, dass Körper den Wind einerseits ablenken aber auch einen Sog hinter sich erzeugen. Dieser entsteht durch Luftdruckunterschiede hinter dem Körper, die ausgeglichen werden und so Verwirbelungen erzeugen.

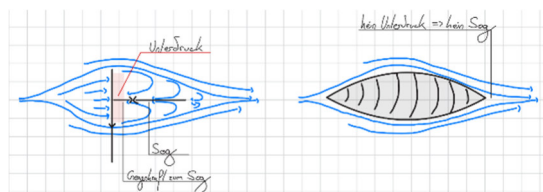


Doch wie genau verhält es sich jetzt mit dem Luftwiderstand von Körpern? Dieser entstehende Sog wirkt nach dem Axiom von action & reactio eine Gegenkraft auf den Körper aus, der ihn zurückzieht, also eine Kraft entgegen der Bewegungsrichtung. Wollen wir also bremsende Kräfte reduzieren, beispielsweise um Energie zu sparen, so gilt es die Sogwirkung zu minimieren. Dies wird über stromlinienförmige Körper erreicht, also Körper, die vom Wind völlig umströmt werden, sodass kein Tiefdruckgebiet (d.h. Unterdruck) entsteht.

Für die Kraft des Luftwiderstandes ergibt sich

$$F = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A \cdot c_w$$

wobei v die Geschwindigkeit, A die angeströmte Querschnittsfläche, ρ die Luftdichte und c_w den körperspezifischen Luftwiderstandsbeiwert beschreibt. Dieser Luftwiderstandsbeiwert ist ein Maß dafür, wie stromlinienförmig, also günstig ein Körper geformt ist.



In einem abschließenden Versuch berechneten wir mittels der vorgestellten Formel den Luftwiderstandsbeiwert zweier Modellautos, indem wir die Kraft maßen, die in einem Windkanal bei einer bestimmten Windgeschwindigkeit auf sie wirkte. So fanden wir experimentell heraus, welches von ihnen die physikalisch beste Form mit dem geringsten Luftwiderstand hatte.



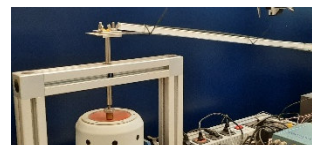
Bei der nächsten Station haben wir uns näher mit **Schwingungen** beschäftigt. Angefangen mit verschiedenen Federpendeln haben wir die grundlegenden Eigenschaften von Schwingungen betrachtet. Schwingungen sind periodisch und werden durch den Sinus oder Cosinus beschrieben. Die Schwingungsdauer eines Federpendels hängt von der Masse m und der Federkonstante C ab, jedoch nicht von der Amplitude. Es gilt die Proportionalität $T \sim \sqrt{(m/C)}$.

Um diesen Zusammenhang zu veranschaulichen haben wir mithilfe eines großen Federpendels ein Diagramm erstellt, in dem wir für verschiedene Gewichte die Periodendauer bestimmt haben und diese gegen die Masse aufgetragen haben (siehe Bild). Schlussendlich konnten wir die Masse einer Person in der Gruppe bestimmen, indem sie sich in den Sitz des großen Federpendels gesetzt hat und wir die Periodendauer bestimmt haben. Aus dem Diagramm konnten wir die Masse dann ablesen.

Diese Art der Bestimmung von Massen ist dann hilfreich, wenn normale Waagen nicht funktionieren, weil es keine Gewichtskraft gibt, die die Waage messen kann. Ein Beispiel dafür wäre die Massenbestimmung auf der Raumstation ISS.



Im zweiten Teil dieser Station ging es um Eigenfrequenzen von Bauteilen. Dafür haben wir ein längliches Blech eingespannt und mit verschiedenen Frequenzen schwingen lassen. Auffällig war, dass sich bei bestimmten Frequenzen, den Eigenfrequenzen, eine stehende Welle auf dem Blech gebildet hat und sich dieses somit sehr stark nach unten und oben bewegt hat.



Als nächstes haben wir mit Kabelbindern ein längliches Plastikbauteil am Blech befestigt und bemerkt, dass sich die Eigenfrequenz danach verändert hat. Die Eigenfrequenz ist abhängig von der Form, der Masse und dem Material der Bauteile. Dieses Prinzip ist z.B. beim Bau von Brücken wichtig. Die Bauteile müssen so gewählt werden, dass die Brücke vom Wind nicht in ihrer Eigenfrequenz angeregt werden kann, sonst könnte sie so stark schwingen, dass sie einstürzt.

In der Station zum **Energiespeicher** haben wir gemeinsam mit dem Dozenten erarbeitet, was Energiespeicher sind und welche Energieformen es gibt. Energien tritt z.B. in Form von Wind auf. Die enthaltene Energie muss zum Speichern in elektrische Energie umgeformt werden. Einfacher ist die Speicherung innerhalb fossiler Brennstoffe, welche man einfach lagern und bei Bedarf verbrennen kann. Weitere Energieformen sind elektrische Energie, die in Kondensatoren und Spulen gespeichert wird sowie chemische Energie, die z.B. in Batterien gespeichert wird. Außerdem gibt es noch mechanische Energie (kinetische und potenzielle), die bei Wassergefällen wie dem Hochrheinbecken zu finden ist. Weiterhin gibt es Wärmeenergie, welche z.B. in einer Thermoskanne gespeichert werden kann und Strahlungsenergie, die aber nicht in der Form speicherbar ist.

Nachdem wir die Grundlagen der Energiespeicherung besprochen hatten, haben wir uns intensiver mit

der Wärmeenergie befasst. Man unterscheidet zwischen sensibler Wärme, also bei einem Temperaturwechsel und latente Wärme, bei einem Phasenwechsel.

In unserem Experiment haben wir Handwärmer hergestellt. Zuerst haben wir Salzsäure Natriumacetat in destilliertem Wasser gelöst und den bekannten Metallchip für den Handwärmer hinzugegeben. Alles wurde zusammen in einem Kunststoffbehälter in ein Wasserbad gegeben und aufgekocht.

Wenn man nun den Chip im Wasserbeutel „knickt“, entsteht eine Druckwelle, die das Kristallisieren des gelösten Natriumacetats anstößt, so dass die in der Lösung gespeicherte Energie wieder freigesetzt wird. Durch erneutes Kochen kann diese Reaktion wieder zurückgesetzt werden.

Unser Betreuer an der Station des **Flugsimulators**, erklärte uns vor dem praktischen Teil den Aufbau und die Lenkung eines Flugzeuges anhand eines Modells. Hierbei lernten wir unter anderem, dass man mithilfe des „Lenkrads“ sowohl die horizontale als auch die vertikale Flugrichtung während des Flugs regelt, während man am Boden zur Steuerung die Pedale verwendet.

Nach dieser Einführung durften wir nacheinander den Flugsimulator bedienen, wobei uns die wichtigen Grundinformationen erklärt wurden.

Wichtig ist z.B. der Richtwert von 80 Knoten, welcher in der Anzeige mit einem blauen Strich gekennzeichnet ist und die Mindestgeschwindigkeit zum Abheben markiert.



In der realitätsnahen Simulation des Hamburger Luftraums haben wir das Kurvenfliegen geübt. Dabei ist es entscheidend, die Flughöhe konstant zu halten, da es beim Kurvenflug durch veränderten Auftrieb und die damit verbundene Geschwindigkeitszunahme leicht zu Höhenverlusten kommen kann.

Zudem haben wir erfahren, dass schnelle Änderungen der Flughöhe – sei es durch zu rasches Steigen oder Sinken – kritisch sein können. In solchen Fällen warnt das Flugzeug mit einem akustischen Signal, um auf eine mögliche Gefahrensituation hinzuweisen.

Weitere Spezialinstrumente unterstützen den Piloten bei der Steuerung des Flugzeugs. Eine Anzeige eines künstlichen Horizonts als auch mehrere Messgeräte zur Geschwindigkeitsanzeige, sowie eine Lage- und Höhenanzeige des Flugzeugs helfen bei der Orientierung.

Im Anschluss an unser Laborpraktikum konnten wir beim **Rundgang** über den Campus noch einiges über die angebotenen Studiengänge und das Studieren an der TH-Hamburg erfahren. Hierbei konnten wir unter anderem



selbstgebaute hovercrafts der TUHH-Studenten bestaunen. Wir erfuhren, dass die Universität den Studenten mit dem WorkINGLab auf dem Campus eine eigens ausgestattete Werkstatt zu freier Nutzung zur Verfügung stellt.



Mit der Verabschiedung und einer detaillierten Wegeinweisung zur Bushaltestelle endete unser informationsreicher Besuch bei der TUHH.

Miniatur Wunderland



Das Miniatur Wunderland in Hamburg ist eine der meistbesuchten Indoor-Sehenswürdigkeiten in Deutschland. Es stellt eine Welt in Modellform dar. Bei unserem Besuch hatten wir am Morgen die Möglichkeit diese Ausstellung selbstständig zu erkunden.



Anschließend wurden wir in Kleingruppen hinter die Kulissen und die Technik geleitet. Dort erfuhren wir über den enormen Aufbauaufwand und die vielen kleinen kreativen Ideen, die das Miniatur Wunderland so besonders machen.



Im Miniatur Wunderland wird eine beeindruckende Vielfalt an Technik und Modellbaukunst vereint. Imposant sind die unzähligen Schattenbahnhöfe unterhalb der Anlage, die ein kontinuierliches Verkehrsgeschehen im sichtbaren Teil der Anlage sicherstellen.

Ein weiteres technisches Highlight sind die selbstständig fahrenden Autos, die den Regeln der Straßenverkehrsordnung folgen und ein realistisches Verkehrsverhalten simulieren.

Diese selbstfahrenden Autos werden an Ladestationen geladen, die sie ebenfalls selbstständig ansteuern. Die Ladkontakte sind Kupferdrähte, die die Seitenspiegel der Modellautos ersetzen. Die Energie wird neben dem Fahrtrieb für Blinker, Beleuchtung und Infrarot-Empfänger benötigt, über die Fahrbefehle aus der zentrale übermittelt werden. Die exakte Navigation wird mit einem eigenen GPS-System realisiert, das die Fahrzeuge präzise durch die Modelllandschaft führt. Die Autos fahren dabei Orientierungspunkte ab, an denen elektrische Spulen unter der Fahrbahn verbaut sind.

Ein besonderes Highlight ist die Technik hinter bzw. unter dem Flughafen „Knuffingen“. Hier sorgen unterirdische Rollbahnen für den reibungslosen Transport der Flugzeuge vom und zum Startplatz. Spezielle Führungssysteme mit Metallstäben für Start- und Landeszenarien bilden ein beeindruckend realistisches Fluggeschehen nach.



Neben den Straßen- und Luftfahrzeugen gibt es auch beeindruckende Schiffsmodelle. Ein Schiff wird z.B. durch eine Fahrradkette und einen Magneten durch die Anlage bewegt. Viele der Schiffe wurden aus handelsüblichen Modellbauschnitten umgebaut und zu funktionsfähigen Miniatur-Schiffen umgerüstet. Die Kosten für den Umbau liegen zwischen 5.000 und 35.000 Euro. Der Betrieb einiger Schiffe erfordert derzeit noch eine manuelle Steuerung. Mehrere Schiffsführer mit Fernbedienung sind im Miniatur Wunderland unscheinbar im Hintergrund aktiv. Grund dafür sind die manuellen „Stupser“ der Besucher, die in der Vielzahl nicht mehr vollautomatisch zu korrigieren sind. Das Wasser der Wasserstraßen wird kontinuierlich gekühlt, um Algenwuchs und Verdunstung zu begrenzen. Trotzdem muss es einmal jährlich ausgetauscht werden, weil der Salzgehalt durch die unzähligen eingetauchten Finger der Besucher zu hoch wird.

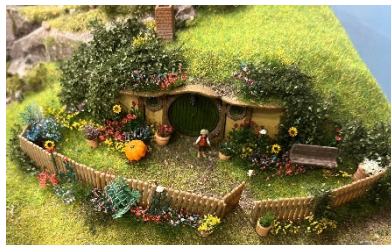
Das Miniatur Wunderland begeistert nicht nur durch seine technische Raffinesse, sondern auch durch kreative und humorvolle Details. Überall in der Anlage verstecken sich Easter Eggs - kleine



Anspielungen auf Filme, Bücher, Märchen und Fernsehserien. Diese reichen von bekannten Figuren bis hin zu liebevoll gestalteten Szenen, die den Besuchern ein Schmunzeln entlocken. Neben popkulturellen Referenzen gibt es auch Demonstrationen und Plakate, die überraschend und teilweise provokant sind. Szenen mit versteckten Anspielungen,

humorvollen Darstellungen und auch erotischen Inhalten, sind geschickt in die Miniaturwelt integriert.

Eine weitere Besonderheit ist die Platzierung von Tieren an Orten, an denen sie normalerweise nicht vorkommen. So kann es passieren, dass ein Pinguin kriminelle



Aktivitäten ausübt, ein Eisbär mitten in einer Stadt spaziert oder Kängurus ihren Hobbys nachgehen.

Diese fantasievollen Elemente machen den Rundgang durch die Miniaturwelt zu einem echten Entdeckungsabenteuer.



Internationales maritimes Museum

Am Donnerstag, den 30.01.2025 besuchten wir nachmittags das Internationale Maritime Museum in Hamburg. Das Museum, welches sich im Kaispeicher B befindet, zeigt auf über 12.000 Quadratmetern, verteilt auf 9 Etagen, die Geschichte der Seefahrt über 3 Jahrtausende hinweg.



Auf den einzelnen Etagen werden verschiedene Bereiche der Seefahrtsgeschichte dargestellt, wie zum Beispiel Uniformen oder einzelne Schiffsmodelle. Auch einige Originalstücke sind zu sehen, darunter zum Beispiel Dokumente von Napoleon oder Lord Nelson.

Gegründet und eröffnet wurde das Museum im Jahr 2008 von Prof. Peter Tamm, der es mit Exponaten aus aller Welt ausstattete. Einige dieser Exponate sind von unschätzbarem Wert. Durch diese Stücke mit einmaligem Charakter ist das Museum auch außerhalb der Stadtgrenzen Hamburgs bekannt und unter Liebhabern der Schifffahrtsgeschichte sehr beliebt.

Ausgestattet ist das Museum auch mit einem Schiffsführungssimulator, welchen wir selbst ausprobieren durften. Dazu wurden wir nach der Ankunft im Museum in 2 Gruppen aufgeteilt. Während die erste Gruppe direkt zum Schiffsfahrtsimulator geführt wurde, hatte die andere Gruppe Zeit sich im Museum umzuschauen.



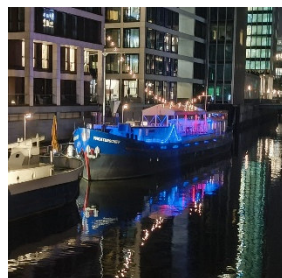
In der einen Stunde am Schiffsfahrtsimulator durften wir selbst Hand anlegen und ein Containerschiff über die Elbe steuern. Währenddessen wurden uns einige Grundlagen der Schifffahrt erklärt, angefangen bei Steuerbord und Backbord, bis hin zu den mechanischen Hilfsmitteln der Steuerung. Die Schülerinnen und Schüler, die das Schiff steuerten, wurden dabei durch einen Lotsen unterstützt.

Dadurch das wir nur begrenzt Zeit zur Verfügung hatten, reichte die Zeit nicht aus, die gesamte Ausstellung zu betrachten. Wenn man sich jedoch auf die Stockwerke konzentrierte, die uns empfohlen wurden, konnte man das Interessanteste erkunden.

In einer besonders sehenswerten Etage des Museums wurden umfangreiche Informationen über die Uniformen der Seeleute verschiedener Nationen ausgestellt. Ebenso interessant waren die ausgestellten Werkzeuge und Waffen, welche die Seeleute früher benutzt haben. Auf einem ganzen Stockwerk wurden viele Modelle von bekannten Schiffen und Schiffstypen ausgestellt. Besonders beeindruckend waren die detailgetreuen Nachbildungen berühmter Schiffe wie Titanic und Mayflower. Diese Modelle zeigten genau, wie die Schiffe früher aussahen und gaben einen guten Einblick in die Schiffsarchitektur und die Geschichte der Schifffahrt. Man konnte hier also nicht nur die Schiffe selbst, sondern auch viele interessante Details über die Geschichte der Seeleute und ihrer Schiffe erkunden.

Theaterschiff

Am letzten Abend unserer Studienfahrt gingen wir noch einmal ins Theater. Es handelte sich allerdings nicht um ein herkömmliches Theater, sondern wir haben das „Theaterschiff“ besucht. Nachdem wir unsere Jacken im anliegenden Garderobenschiff aufgehängt hatten, betraten wir das eigentliche Theaterschiff. An die Enge und das leichte Schaukeln mussten wir uns erst einmal gewöhnen. Dies bescherte uns aber eine sehr gemütliche Atmosphäre.



Das Stück, das wir uns anschauten, war ein Kabarett mit dem Titel „Das Ziel ist im Weg“.

Die Rahmenhandlung des Stücks war das Zusammentreffen von drei sehr verschiedenen Persönlichkeiten auf dem Jakobsweg. Eigentlich hatten diese kein Interesse daran, sich länger miteinander zu beschäftigen. Durch ein starkes Unwetter mussten sie aber alle in derselben kleinen Hütte Unterschlupf suchen.

Im Laufe der durch zahlreiche Missverständnisse geprägten Unterhaltung der drei Personen erfuhr man immer mehr über deren Hintergründe und Lebensgeschichten.

Lars, ein sehr kommunikativer Zeitgenosse, war von Beruf Pfarrer auf zweitem Bildungsweg und ehrenamtlicher Bürgermeister. Mit seiner Art raubte er seinen Mitreisenden so manchen Nerv. Die Mitreisenden waren: Marion, eine gestresste Lehrerin, die hoffte, sich selbst zu finden und Dirk, ein Spulenwickler, der sich ein ruhiges und unkompliziertes Leben wünschte.

Jeder der drei Charaktere hatte seine persönlichen Defizite. So konnte Lars nie „nein“ sagen, Marion machte sich zu viel Stress und kontrollierte viel und Dirk hatte das Gefühl, sowohl politisch als auch in seinem eigenen Leben nichts ändern zu können.

In ihren ausschweifenden Gesprächen ging es wortwörtlich um Gott und die Welt. So wurden aktuelle politische Ereignisse thematisiert, die Schnelllebigkeit und Digitalisierung der Moderne kritisiert und die Verschmutzung des Planeten angesprochen. Die weiteren Themen reichten von zwischenmenschlichen Beziehungen, Selbstfindung, Verantwortungsbewusstsein bis hin zu der allgemein bekannten These „früher war alles besser“ und dem damit verbundenen Wunsch nach einem unkomplizierten Leben.

Zahlreiche Witze und Lieder sorgten für eine heitere Stimmung und viele Lacher im gut besuchten Schiff. Am Ende des Kabarett sind aus den drei Menschen, die eigentlich nichts miteinander zu tun haben wollten, gute Freunde geworden.

Insgesamt fanden wir den Besuch des Theaterschiffs einen sehr gelungenen Abschluss der Studienfahrt. Vor allem die vielen Bezüge, die man zu seinem eigenen Leben herstellen konnte und die Message, dass Freundschaft das Wichtigste im Leben ist, machte das Stück sehr interessant für uns.



Exkursion der Unter- und Mittelstufe

Die Exkursion der Unter- und Mittelstufe führt uns am 26. Juni 2025 zum Schluchseekraftwerk in Häusern, inklusive einer kleinen Wanderung dorthin.

Der Schluchsee ist derzeit Deutschlands größter Pumpspeichersee und dient dazu, Schwankungen im Stromnetz auszugleichen. Bei hohem Strombedarf wird Wasser aus dem Schluchsee abgelassen und treibt Turbinen an, die elektrische Energie erzeugen. Die sogenannte Dunkelflaute bezeichnet jene Zeiten, in denen wenig Sonne scheint und kaum Wind weht – also kaum Energie aus Solar- oder Windkraft gewonnen werden kann.

Ist dagegen zu viel Strom im Netz vorhanden, wird dieser Überschuss genutzt, um die Turbinen in den Pumpbetrieb umzuschalten. Dabei wird Wasser aus dem Rhein zurück in den Schluchsee gepumpt.



Der aktuell niedrige Wasserstand des Schluchsees, über den in letzter Zeit häufig in der Presse berichtet wird, hängt damit zusammen, dass im Vorjahr für Baumaßnahmen Wasser abgelassen wurde. Nach Abschluss der Reparaturarbeiten sollte das Schmelzwasser im Frühjahr den See wieder auffüllen. Da die Schneeschmelze jedoch geringer ausfiel als in den vergangenen Jahren, konnte der Wasserstand bisher nicht vollständig ausgeglichen werden.

Im Kraftwerk Häusern konnten wir die gewaltigen Dimensionen des Bauwerks hautnah erleben. Schon vor über 100 Jahren erkannte man die besondere Lage des Schluchsees und nutzte sie, um einen großen und hochgelegenen Speichersee anzulegen. Durch das massive Felsgestein des Schwarzwaldes wurde ein Tunnel getrieben, durch den die enormen Wassermassen kontrolliert abgeleitet werden. Das Kraftwerk Häusern bildet dabei die erste Stufe auf dem Weg des Wassers vom Schluchsee hinunter bis zum Rhein.

Sogenannte Wasserschlösser sind kleinere Ausgleichsbecken, die auf halber Strecke talwärts an die Druckröhre angeschlossen sind. Sie dienen dazu, den Druckstoß abzufangen, der entsteht, wenn die Wasserzufuhr „plötzlich“ gestoppt wird. (z.B. wenn die Turbinen abgeschaltet werden).

Das Öffnen und Schließen der Rohrleitungen muss langsam und kontrolliert erfolgen, um Kavitation zu vermeiden. Das sind winzige Luftblasen, die sich im Wasserwirbel in der Turbine bilden können. Diese Blasen wirken wie kleine Explosionen und können Material von den Schaufelrädern absprengen, was langfristig zu schweren Schäden an der Turbine führt.



Unsere Guides schilderten uns eindrucksvoll, wie die letzten Arbeiten zur Fertigstellung des Kraftwerks vor rund 100 Jahren verliefen:

Ein Arbeiter steht im Innern einer übermannshohen Stahlröhre, die die letzten Meter des Felstunnels

mit dem Kraftwerk verbindet. Die letzte glühende Niete liegt bereit. Mit schweren Lederhandschuhen führt der Arbeiter sie in die letzte Öffnung ein. Von innen hält ein Kollege einen massiven Hammer dagegen, während von außen kräftige Schläge folgen, um die Niete damit fest zu verpressen. Diese letzte Niete wurde vor fast einem Jahrhundert eingesetzt – und sie dichtet bis heute zuverlässig die Zuleitung zum Maschinenhaus ab.

