

HESSISCHE SCHÜLERAKADEMIE

Mittelstufe – Jahrgangsstufen 7 bis 9

30. Juni bis 09. Juli 2019

Dokumentation



Schirmherr: Kultusminister Prof. Dr. R. Alexander Lorz

9. Hessische Schülerakademie

Mittelstufe

30. Juni bis 09. Juli 2019

- Dokumentation -

**Claudia Wulff, Hartmut Piekatz
Ferenc Kréti, Benedikt Weygandt
(Hrsg.)**

Eine Veröffentlichung der
Hessischen Heimvolkshochschule
BURG FÜRSTENECK
Akademie für berufliche und
müsisch-kulturelle Weiterbildung

Am Schlossgarten 3
36132 Eiterfeld
www.burg-fuersteneck.de

Diese Dokumentation ist erhältlich unter:
www.hsaka.de



Grußwort

Claudia Wulff



Als neue Kuratoriumsvorsitzende grüße ich alle Leser*innen dieser Dokumentation sehr herzlich. Wer während einer der beiden Hessischen Schülerakademien (HSAKA) auf Burg Fürsteneck war, kennt die besondere Atmosphäre aus Intensität, Faszination, Neugier und Lust am Lernen – manche bezeichnen sie als besonderen „spirit“ der HSAKA. Kleine Gruppen von Schüler*innen gehen über den Burghof, diskutieren, gestikulieren und tauchen dann wieder ein in verschieden gestaltete (Lern-)Räume.

Was ist es, was diesen „Akademiegeist“ prägt? Wieso entfaltet sich hier diese unbändige Lust am Lernen? Was lässt – didaktisch gesprochen – die intrinsische Motivation so aufblühen? Denn weder Noten noch Preise belohnen die Lernenden. Auch Konkurrenz, besser als andere zu sein, ist kein Antrieb, denn es wird bei der Arbeit Wert auf Kooperation, Gemeinschaft und Toleranz gelegt. Wer einmal den Begriff Flow-lernen gehört hat, der findet genau hier die Konkretion – wenn nach acht Stunden Wahl- und Hauptkursen die Jugendlichen immer noch mehr machen wollen, musizieren, spielen, tanzen oder im Chor singen und das alles in den Ferien – das ist Flow.

Ohne den Geist in eine Flasche zwingen zu wollen und wohlwissend, dass es äußere Faktoren gibt, die die Zusammensetzung der jeweiligen Lerngruppe beeinflussen, glaube ich, dass es die Bereitstellung von Lern-Räumen auf verschiedenen Ebenen ist, die die unbändige Lust am Lernen fördert.

Frei-Räume: Die Akademie ist eine Einladung an Lernende. Sie haben ihre Teilnahme selbst gewählt, sie mussten ein Motivationsschreiben entwerfen, sie wählen ihre Kurse nach ihren Interessen (nicht immer bekommen sie ihre Erstwahl-Kurse) und auch innerhalb der Kurse besteht neben der vorgegebenen mehr oder weniger offenen Kursstruktur die Möglichkeit frei bestimmte Aufgaben oder Projekte zu wählen und zu gestalten. Diese Partizipation an eigenen Lerninhalten soll zukünftig durch verschiedene Kursformate weiter gefördert werden.

Zeit-Räume: Lernende können sich über 10-14 Tage in ein Thema vertiefen. Die Hauptkurse finden jeweils vier Stunden pro Tag statt und die Jugendlichen haben die Möglichkeit, sich intensiv und kontinuierlich in ein Thema einzuarbeiten. Es gibt eine Fülle an Anregungen drum herum, so dass die konzentrierte Kontinuität an ein oder zwei inhaltlichen Schwerpunkten ergänzt und erweitert wird durch viele kreative, sportliche und spielerische Komponenten. Hierdurch ist die Balance zwischen Vielfalt und Kontinuität gegeben.

Respekt-Räume: Es gibt die übereinstimmende Überzeugung im Team, dass die Schüler*innen genauso ernstgenommen werden müssen wie die Erwachsenen; die Gruppen sind ein Lernteam. Nicht nur in der Oberstufenakademie, wo die mitarbeitenden Studierenden ja altersmäßig gar nicht so weit entfernt sind von den Jugendlichen, sondern auch in der Mittelstufenakademie ist es ein zentrales Anliegen, das Lernen „auf gleicher Augenhöhe“ zu ermöglichen, den Lernenden gleichzeitig aber auch Verantwortung für ihr eigenes Handeln zu übergeben, z.B. Regeln einzuhalten.

Kooperations-Räume: Es geht in den Hessischen Schülerakademien um kooperatives Lernen, um gemeinsame Projekte und Produkte, nicht um Konkurrenz. Auch die Präsentationen an den Gästenachmittagen bieten eher Einblicke in die laufende Arbeit, sie sind gestaltet als Darstellungen der „work in progress“ oder als kreative Theaterszenen, die die Inhalte auch von naturwissenschaftlich anspruchsvollen Inhalten in eine Geschichte verpacken.

Dass möglichst viele Schüler*innen diese anregende Erfahrung auch weiterhin genießen können, dafür setzen wir uns ein in den Leitungsteams, in der Burg Fürsteneck und im Kuratorium der HSAKA.

Fürsteneck, im Dezember 2019



Claudia Wulff

Inhaltsverzeichnis

Grußwort	1
Vorwort.....	5
Danksagungen	7
Hauptkurse	
Chemie: Vom antiken Elementbegriff zum modernen Periodensystem.....	11
Mathematik: Von zauberhafter Mathematik und mathematischer Zauberei ..	22
Physik: Baustatik	33
Biologie: Sensationen unseres Körpers	43
Kunst und Kultur: My speaking body	55
Wahlkurse	
Nachhaltigkeit.....	68
Wie viel Gerechtigkeit kann es geben?	72
Blogging	77
Graphic Novels	80
Improvisationstheater	83
Ton- und Filmimprovisation.....	85
Kontratanz	88
Mathematikphilosophie	91
Gender und Gesellschaft	95
JPC! – Die magische Papierkunst.....	98
Über die Akademie	
Pädagogische Betreuung.....	103
Pressebericht	105
Akademiestruktur/Programm.....	106

Vorwort

Ferenc Kréti und Benedikt Weygandt

Wir konnten unseren eigenen Weg gehen, jeder von uns hatte am Ende ein anderes Ergebnis und es war keines falsch. Das macht für mich die Qualität beim Lernen aus, dass mir genug Platz für meine Gedanken gegeben wird und ich ernst genommen werde. [...] Dieses Gefühl ist bis heute nicht verloren gegangen und der Gedanke, wie es sein könnte, hilft mir, aus mir raus zukommen und andere zu motivieren, das ebenfalls zu tun, um auch um mich herum anregende Gespräche zu führen, die an die während der Akademie geführten heranreichen. (Feedback einer Teilnehmerin der HSAKA-M 2018)

Bildung durch Wissenschaft im Sinne des Forschenden Lernens ist ein zentrales Thema schulischer Bildung und findet beispielsweise im Konzept Kultur.Forscher!¹ eine didaktische, schulische Umsetzung und wird vom Wissenschaftsrat als Leitgedanke ebenfalls für Universitäten mit dem Ziel empfohlen, Studium und Lehre deutlicher an der Forschung auszurichten.

Die Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe verfolgt den Anspruch, einen »forschenden Impuls« zu setzen in Form eines außerschulischen freiwilligen Angebots für 60 engagierte und begabte Jugendliche im Alter zwischen 12 bis 15 Jahren. Frei von den Notenzwängen und zu erfüllenden Curricula bietet BURG FÜRSTENECK einen besonderen Ort für gemeinsames Leben und Lernen.

Ergänzend zu den schulischen Lernerfahrungen treffen sie hier nicht als »Schüler*innen« sondern als engagierte »Wissenshungrige« auf ein Team von 20 Forschenden aus Wissenschaft und Kunst und entwickeln gemeinsam Projekte. Dort kommen ihre Talente zum Tragen, manchmal auch überraschend in Gänze zum Vorschein, wenn sie über ihre bisherigen Erfahrungen und Vorstellungen hinaus verschiedene Forschungsstrategien kennenlernen innerhalb eines vielfältigen Angebots, welches Komplexität, systemischen Denken und eigenständiges Gestalten fordert und fördert. Kurzum, es geht um „die Entwicklung einer forschenden Haltung, in der die Frage den Suchenden finden kann, [...] indem Subjektivität provoziert und ernst genommen wird.“ (Anke Abraham 2014).

¹ www.kultur-forscher.de

Diese Haltung fördert unseres Erachtens ein Verständnis von Wissenschaft, welches Wissenschaft und Forschung mit neuen Erkenntnissen konfrontiert und diese somit (immer wieder) neu in Frage stellen darf: Forschung im Sinne eines Modus' der Wissenschaft, welcher »Wissen« generiert, – dieses sozusagen »schafft«. Auch an dieser Stelle ist es uns ein Anliegen, Vielfältigkeit und kritisches (Nach)Denken zu unterstützen. Dazu gehört auch ein Verhältnis zu den Leerstellen eigenen Wissens sowie ein Verständnis, dass es der Übung und Erfahrung braucht, Erkenntnisse zu deuten und in Taten umzusetzen. Das eigene Interesse soll Motor für Neugierde und Entdeckerfreude sein, ohne, dass ein erweiterter Blick als soziale Perspektive und Teil gesamtgesellschaftlicher Verantwortung dabei verloren gehen darf.

Der Historiker und Philosoph Yuval Noah Harari (2018) weist in Bezug auf eine -in vor allem westlichen Gesellschaften- schier unbegrenzt zugängliche Menge an Informationen, auf die Notwendigkeit der Herausbildung von Kompetenzen hin, Informationen zu interpretieren, zwischen wichtig und unwichtig zu unterscheiden und vor allem viele Informationsstückchen zu einem umfassenderen Bild der Welt zusammensetzen. Diese Kompetenzen sind Aufgaben schulischer und außerschulischer Bildung. Wenn ein »Mehr« an Informationen also das Letzte ist, was Unterricht seinen Schüler*innen vermitteln sollte, sondern es um Kompetenzen für einen qualitativen Umgang mit Information geht, dann ist die aktuelle Generation der Lehrenden (und Eltern!) gefordert, den »Sprung ins 21. Jahrhundert« nicht zu verpassen. Nur welches Wissen wird in 30 Jahren für die heutigen jungen Menschen von Relevanz sein? Wie stellen sich Jugendliche die Zukunft und ihre Rolle darin vor?

Die Hessische Schülerakademien beschäftigen sich genau mit solchen Fragestellungen im Kontext von Begabungs- und Begabtenförderung im Zusammenspiel von schulischer und universitärer (Aus-)Bildung. Daher wird die nächstjährige Schülerakademie für die Mittelstufe 2020, die dann 10jähriges Jubiläum feiert, das Thema Zukunft mit dem Titel »TOMORROW« als Ausgangspunkt für gemeinsames Denken und Handeln nehmen.

Unser anspruchsvolles Vorhaben gelang auch 2019 dank der wohlwollenden Unterstützung durch das Hessische Kultusministerium mit Herrn Staatsminister Prof. Dr. Alexander Lorz als Schirmherr, dem Beilstein Institut zur Förderung der Chemischen Wissenschaften, vertreten durch Herrn Dr. Carsten Kettner und dem Lions Club Sulzbach.

Dafür gilt den Verantwortlichen unser herzlichster Dank!

Fürsteneck, im Dezember 2019



Ferenc Kréti

und



Benedikt Weygandt

Danksagungen

Ferenc Kréti und Benedikt Weygandt

Die Qualität der Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe und die Qualität der vorliegenden Dokumentation könnten ohne die vielen Menschen und Gruppen im Hintergrund, die mitdenken, mitarbeiten, die mit Rat und Tat zur Verfügung stehen und die uns finanziell unterstützen, nicht erreicht werden. Ihnen allen soll hiermit noch einmal explizit sehr herzlich gedankt werden.

Die Schülerakademie ist ohne das gesamte Burg-Team nicht zu denken; die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus dem pädagogischen Team, der Verwaltung, der Küche und der Hausmeisterei leisten während der Akademie weit über ihre normale Arbeitszeit hinaus organisatorische Hilfe bei verschiedensten Fragen und Problemen. An dieser Stelle soll insbesondere Herr Hartmut Piekatz, der Leiter der Akademie BURG FÜRSTENECK, erwähnt werden, der die Schülerakademien als wichtige Projekte der BURG FÜRSTENECK tatkräftig unterstützt und fördert. Ihnen allen gilt unser ganz besonderer Dank.

Ein großer Dank gilt allen, die mit finanzieller Unterstützung die Schülerakademie erst möglich machen. Aus diesen Mitteln werden Honorare und Material bezahlt und Stipendien für Schüler*innen zur Verfügung gestellt – alles sind wichtige Hilfen zur Steigerung unserer Qualität. Wir möchten hier folgende Institutionen, Gruppen und Personen nennen:

- Beilstein-Institut zur Förderung der Chemischen Wissenschaften,
- Hessisches Kultusministerium,
- Hessische Lehrkräfteakademie,
- Freundeskreis der Burg Fürsteneck,
- Alumni- und Förderverein der Hessischen Schülerakademien,
- Gesellschaft der Freunde Lions Sulzbach e. V.,
- Frankfurter Förderverein für Physik,
- Familie Vormwald

Den Referees der Beiträge der Hauptkurse soll unser Dank ausgesprochen werden; neben einem vollen Terminkalender fanden sie die Zeit, die Artikel zu lesen, zu kommentieren und inhaltliche Verbesserungen anzumerken. Damit tragen sie in einer sehr konstruktiven Weise zur Qualität dieser Dokumentation bei. Sie sollen deshalb hier namentlich genannt werden:

Kurs	Name	Institution/Ort
HK Chemie	Prof. Dr. Hans-Dieter Barke	Westfälische Wilhelms-Universität, Münster
HK Biologie	Dr. Kathrin Ziepprecht	Universität Kassel
HK Physik	Prof. Dr. Thomas Sonar	Technische Universität Braunschweig
HK Mathematik	Prof. Dr. Stefan Pickl	Universität der Bundeswehr München
HK Kunst und Kultur	Prof. Dr. Ulas Aktas	Kunstakademie Düsseldorf

Die Beiträge in diesem Buch werden von den Autor*innen verantwortet. Auch ihnen und ihrem großen Engagement für die Akademie gilt unser Dank. Der „spirit“ der Akademie – auch Burggeist genannt – wird wesentlich durch die gute Zusammenarbeit des pädagogischen Teams geprägt.

Und last but not least geht der Dank an die Schüler*innen – mit ihrer Begeisterungsfähigkeit, ihrer Faszination und ihrer unbändigen Neugier und Lust am Lernen stellen sie das Zentrum der Akademien dar.

Zum Abschluss noch ein Wort zur sprachlichen Gestaltung: Wie schon im letzten Jahr nutzen wir die gendergerechte, heute meist angewandte Form „Schüler*innen“.

1.

Hauptkurse

Chemie:

Was die Welt im Innersten zusammenhält: Vom antiken Elementbegriff zum modernen Periodensystem

Nina Harsch und Günther Harsch

Sind Feuer, Wasser, Erde und Luft chemische Elemente? Welche Forscher haben das Periodensystem entdeckt? Wie sind sie zu diesem System gekommen? – Gemeinsam machen wir eine spannende Reise in die Welt der Elemente und ihrer Teilchenstrukturen. Steig ein und lerne verstehen, was die Welt im Innersten zusammenhält!

[Auszug aus der Kursankündigung]

Einleitung

Die Wurzeln für das heutige Periodensystem der Elemente (PSE) wurden bereits in der Antike spekulativ gesucht: Der damalige Elementbegriff bezog sich auf die vier Materieprinzipien Feuer, Wasser, Erde und Luft – was sich auf Dauer aber nicht bewährt hat. Erst in der Neuzeit wurde der Elementbegriff schließlich auch im chemischen Sinne definiert und der Weg zum Verständnis der Struktur und Ordnung der Elemente, Atome und Ionen war gelegt. Diese chronologische Entwicklung lieferte den Inhalt für den Hauptkurs Chemie.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Zur Einführung in das Thema und zum Erlangen einer gemeinsamen Ausgangsbasis setzten sich die Schüler*innen zunächst näher mit dem **Stoffbegriff** auseinander: Stoffe können als Gemische und Reinstoffe vorliegen. Gemische bestehen aus mehreren Reinstoffen und können heterogener oder homogener Natur sein. Reinstoffe unterteilen sich in Verbindungen und Elemente. Diese Thematik wurde später in einem **Modellbaupraktikum** erneut aufgegriffen.

In einem historischen Exkurs „**Von den Elementen der Antike zum Stein der Weisen**“ lernte die Schülergruppe anschließend das Teilchenkonzept der altgriechischen Philosophen und das von Aristoteles (381-322 v. Chr.) begründete makroskopische Materiekonzept der Antike kennen. Im Mittelalter wurde dieses Konzept von den Alchemisten aufgegriffen und um weitere Elemente ergänzt (z.B. Schwefel und einige Metalle).

Im Anschluss an diese Einleitung stieg die Schülergruppe in den inhaltlichen Hauptteil des Kurses ein: die historische Entwicklung des PSE vom Ende des 18. Jahrhunderts bis heute.

Zunächst lernte die Gruppe den französischen Chemiker **Antoine Laurent Lavoisier** (1743-1794) kennen: Dieser definierte erstmals ein Element als einen experimentell nicht weiter zerlegbaren Stoff. Insgesamt definierte Lavoisier 33 Elemente, verteilte sie auf vier Elementklassen und vereinfachte auch die Nomenklatur der Elemente. Anschließend beschäftigten sich die Schüler*innen mit dem englischen Naturforscher **John Dalton** (1766-1844): Dieser stellte 1808 das erste wissenschaftlich fundierte, aus vier Kernaussagen bestehende Atommodell auf. Darüber hinaus führte Dalton als atomare Masseneinheit das relative Gewicht des Wasserstoffatoms mit „1 u“ ein. Die dritte Station führte die Schülergruppe zu dem schwedischen Chemiker und Mediziner **Jöns Jacob Berzelius** (1779-1848): Berzelius' Bedeutung lässt sich auf die sehr genaue experimentelle Bestimmung einer Vielzahl an Atommassen und die Einführung der heutigen chemischen Symbolsprache für die chemischen Elemente zurückführen. An vierter Stelle lernten die Schüler*innen den deutschen Chemiker **Lothar Meyer** (1830-1895) und den russischen Chemiker **Dmitri Iwanowitsch Mendelejew** (1834-1907) kennen. Beide entwickelten 1869 unabhängig voneinander zweidimensionale Tabellen der Elemente, die dem heutigen PSE sehr nahekommen. Im Jahr 1882 erhielten sie für ihre Verdienste um die Aufstellung des PSE gemeinsam die Davy-Medaille der Royal Chemical Society (London).

Um die logischen Zusammenhänge innerhalb des PSE noch besser nachvollziehen zu können, umfasste der weitere Kursverlauf noch den Ionenbegriff nach dem schwedischen Chemiker und Physiker **Svante Arrhenius** (1859-1927) sowie das Atommodell des dänischen Physikers **Niels Bohr** (1885-1962). Ausgehend davon machte sich die Schülergruppe mit dem „**Periodensystem der Atome und Ionen**“ nach Barke & Sauermann (2010) bekannt.

Ergänzend zu dem historischen Teil des Kurses widmeten sich die Schüler*innen ausgewählten Elementen aus jeder Hauptgruppe: Im Rahmen einer selbst erschaffenen **Ausstellung** wurden Schuhkartons zu einzelnen Elementen gestaltet und präsentiert.

Didaktisches Konzept

Das seit mehreren Jahren tätige Dozententeam hat ein aus mehreren Bausteinen bestehendes didaktisches Mosaik entwickelt, welches inzwischen der Konzeption und Durchführung aller Chemiekurse der Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe zugrunde liegt. Ausführliche Beschreibungen dazu finden sich in den vergangenen Dokumentationen (www.hsaka.de: 2016, 2017, 2018). Abb. 1 (s. folgende Seite) fasst die Bausteine des Mosaiks übersichtlich zusammen.

Die Ausgangsbasis des Konzepts fußt auf der didaktischen Reduktion und ansprechenden visuellen Aufbereitung der Kursinhalte (durch adressatenspezifisch gestaltete Handouts), auf der Berücksichtigung möglicher Fehlvorstellungen der Schüler*innen (z.B. Vermischung von stofflicher Ebene und Teilchenebene) sowie auf der Berücksichtigung der Gruppendynamik (produktive Arbeitsatmosphäre in wechselnden Kleingruppenkonstellationen). Unter Berücksichtigung dieser Grundlagen umfasst das Konzept unterschiedliche Methoden (historisches, forschendes und entdeckendes Lernen), Arbeitstechniken (durch Logik zu lösende Knobelaufgaben sowie kreative Arbeitsaufträge zur Wissensverankerung), Sozialformen (Erarbeiten und Präsentieren in Zweiergruppen) und Materialarten (eigens für den Kurs erstelltes, ausführliches Skript, ansprechende Arbeitsaufträge, das Wissen abrundende Filme).

Der aus diesem Mix an Methoden und Konzepten entstandene natürliche Prozess der Erkenntnisgewinnung und Wissenserarbeitung ermöglicht eine verständnisbasierte und somit nachhaltige Verankerung von Fachwissen. Die didaktische Leitlinie ist, Fachwissen nicht einfach zu setzen, sondern den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, es sich selbstständig durch Logik, Kreativität und wohldosierte Hilfsangebote erarbeiten zu lassen und vielfältig anzuwenden.



Abb. 1: Mosaikbausteine des didaktischen Konzepts der HSAKA-M Chemiekurse seit 2016

Ablauf des Kurses

Vorbereitende Schüleraufgabe

Zur Vorbereitung auf den Chemiekurs erhielt die Schülergruppe die folgende Aufgabe:

Elements in a box – Schuhkarton-Ausstellung: 118 chemische Elemente – 118 spannende Geschichten! Wir möchten einen kleinen Teil davon gemeinsam mit euch näher erkunden. Ziel ist eine Ausstellung, bei der in je einem Schuhkarton je ein Element präsentiert wird.

Nachdem jede*r Schüler*in ein Element ausgewählt hatte, folgten einige konkrete Hinweise:

Bis zum Beginn der Akademie hast Du Zeit: Gestalte einen Schuhkarton rund um „Dein“ Element ganz nach Deinem Geschmack. Lasse deiner Kreativität dabei freien Lauf, sodass es ein echtes Unikat für unsere Ausstellung wird, vielleicht sogar mit Exponaten bestückt. Im Anhang dieser E-Mail senden wir Dir ein paar Buchauszüge¹ zu „Deinem“ Element: Diese dienen Dir zur inhaltlichen Gestaltung. Natürlich darfst Du Dich auch anderweitig weiter informieren. Darüber hinaus könntest Du z.B. folgende Aspekte berücksichtigen: Exponat(e) oder Nachbildungen zu Deinem Element und/oder seinen Verbindungen; Vorkommen und typische Verbindungen; Verwendung des Elements und seiner Verbindungen in Alltag und Technik; Visualisierung von typischen Experimenten ... Wir freuen uns auf Deinen Karton!

Inhalte und Aktivitäten des Kurses im Überblick

Tab. 1 fasst die Inhalte und den Ablauf des Chemiekurses zusammen.

Tab. 1: Inhalte des Chemiekurses der HSAKA-M 2019

Einführung	Stoff- und Elementbegriff Antike und Alchemie
Hauptteil	Antoine Laurent Lavoisier John Dalton Jöns Jacob Berzelius Dmitri Iwanowitsch Mendelejew, Lothar Meyer Svante Arrhenius Niels Bohr Periodensystem der Atome und Ionen
Abrundung	Modelle zur Struktur der Materie Ausgewählte Elemente im Fokus

Im Folgenden wird auf jeden Baustein kurz eingegangen und die wichtigsten Methoden und Inhalte sowie die Resonanz der Schülergruppe zusammengefasst und mit Bildern illustriert.

Einführung

Die folgenden Bausteine brachten die Schülergruppe auf eine gemeinsame Ausgangsbasis.

Stoff- und Elementbegriff

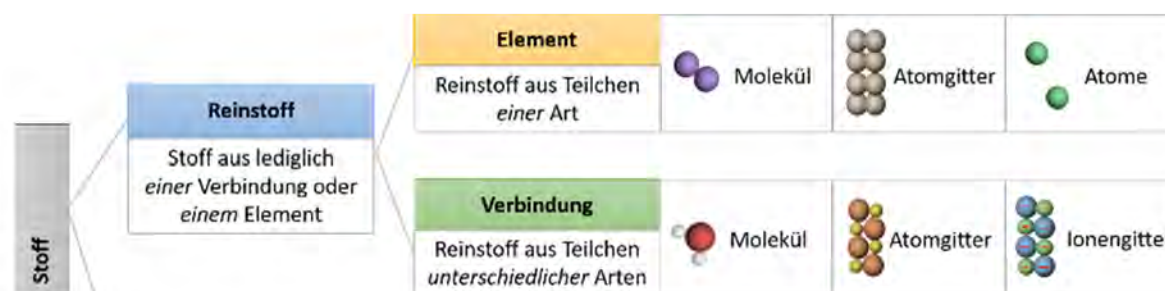


Abb. 2: Schaubild zum Stoffbegriff (Ausschnitt)

Um Begriffe „Stoff“, „Stoffgemisch“, „Reinstoff“, „Verbindung“ und „Element“ voneinander zu differenzieren, mussten die Schüler*innen zunächst in Zweiergruppen Kärtchen in ein leeres Schaubild (Abb. 2) einordnen. Anschließend wurden im Plenum Fotos verschiedener Stoffe den unterschiedlichen Kategorien zugeordnet. Die Schülergruppe arbeitete engagiert mit.

¹ Vgl. Literaturverzeichnis: Gray (2014); Quadbeck-Seeger (2006); Scerri (2016)

Antike und Alchemie

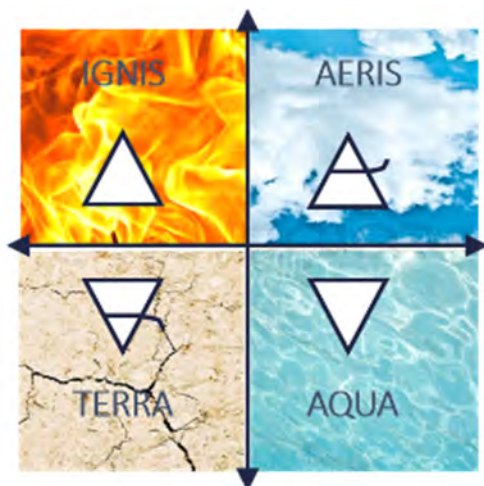


Abb. 3: Materiekonzept

Die aus der Antike und der Alchemie stammenden Vorläufer des Elementbegriffs sind vielen Schüler*innen bekannt, aus heutiger Sicht jedoch veraltet oder gar falsch (Abb. 3). Die Schülergruppe erhielt anhand einer aufwendig gestalteten PPT-Präsentation eine Einführung in das Thema, gefolgt von einer regen Diskussion. Dabei kamen auch vorhandene Fehlvorstellungen einiger Schüler*innen, wie zum Beispiel die Annahme, dass es sich bei Feuer, Wasser, Erde und Luft auch nach dem heutigen, chemischen Verständnis um Elemente handele, zur Sprache und wurden nun unmittelbar von der Gruppe infrage gestellt.

Hauptteil

Der Hauptteil des Kurses drehte sich um die historische Entwicklung des PSE vom späten 18. Jahrhundert bis heute. Die Schülergruppe lernte dabei zahlreiche renommierte Forscher kennen. Neben fachlichen Texten und Aufgaben erhielten die Schüler*innen auch die Kurzbiografien aller Forscher und erstellten dazu anschauliche Poster.

Antoine Laurent Lavoisier

Die Schüler*innen erhielten die von Lavoisier im Jahr 1789 auf Französisch publizierte Elementklassen-Aufstellung sowie Fotos und die deutschen Bezeichnungen aller dort definierten 33 Elemente. Alles musste logisch geordnet und zu einem Schaubild verarbeitet werden (Abb. 4). Die Schüler*innen arbeiteten jeweils zu zweit und hatten sichtlich Spaß an dieser anspruchsvollen Knobelaufgabe, bei der sie sich durch logisches Denken und den Einsatz ihrer Sprachkenntnisse die Originalquelle selbstständig erschließen konnten. Die Elementsymbole wurden erst später ergänzt.

Klasse I: Einfache Substanzen, die als Elemente des Körpers betrachtet werden können				
Lichtstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Wärmestoff	Wasserstoff
				
	O	N		H

Klasse II: Einfache nichtmetallische Substanzen, die oxidiert oder reduziert werden können					
Kohlenstoff	Phosphor	Bor	Fluor	Chlor	Schwefel
					
C	P	B	F	Cl	S

Abb. 4: Lavoisiers Elementklassen (Ausschnitt)

John Dalton

Alle Stoffe sind aus unsichtbaren, kugelförmigen Atomen aufgebaut, die sich fest aneinanderlagern können.



Abb. 5: Daltons Atommodell (Ausschnitt)

Auch heute wird im Chemieanfangsunterricht noch häufig Daltons Atommodell verwendet. Die Schüler*innen erhielten Daltons 4 Kernaussagen sowie eine Auswahl an potenziellen Grafiken. Mit Eifer wählten sie passende Zuordnungen und erstellten Schaubilder (Abb. 5). Anschließend bearbeiteten sie eine Aufgabe zu den Atommassen und waren

zunächst erstaunt, dass Dalton im Vergleich zu heute bei der Masse des Wassermoleküls (H_2O) deutlich zu tief lag. Schnell wurde ihnen klar, dass Dalton das Wassermolekül als zweiatomiges Teilchen „HO“ definiert hatte.

Jöns Jacob Berzelius

Berzelius verfeinerte Daltons Grundlagen und die Schülergruppe vollzog dies anhand eines historischen Diskurses beider Forscher zur Zusammensetzung des Wassermoleküls (Abb. 6) logisch nach. Dabei verglichen sie Daltons und Berzelius' Atommasstentabellen miteinander und kamen eigenständig zu dem „Aha-Moment“, in dem ihnen klar wurde, dass die Definition „HO“ (Dalton) vs. „ H_2O “ (Berzelius) der Hauptgrund für die fehlende Deckungsgleichheit der beiden Aufstellungen war.

Uppsala, 1. August 1812

Wertes Herr Dalton,

es gibt mehrere Punkte wo unsere Analysen nicht miteinander übereinstimmen. Das hätte ich gerne mit Ihnen persönlich besprochen.

		<i>Dalton (1808)</i>	<i>Berzelius (1812)</i>
<i>hydrogen</i>	<i>H</i>	<i>1 u</i>	<i>0,5 u</i>
<i>oxygen</i>	<i>O</i>	<i>7 u</i>	<i>6 u</i>
<i>water</i>	<i>?</i>	<i>8 u</i>	<i>9 u</i>

Abb. 6: Diskurs Berzelius – Dalton (vgl. Roscoe & Harden, 1896)

Dmitri Iwanowitsch Mendelejew und Lothar Meyer

Unabhängig voneinander erschufen Dmitri Mendelejew und Lothar Meyer 1869 das heutige PSE. Die Schüler*innen durften diesen kognitiven Prozess anhand einer Knobelaufgabe selbst durchlaufen. Dazu erhielten sie in Zweiergruppen je 44 Elementkärtchen (Abb. 7) mit chemischen Eigenschaften sowie zugehörigen Verbindungen des Elements. Sie mussten die Systematik des PSE entschlüsseln, die Elemente logisch anordnen und sogar Vorhersagen treffen. Die Herausforderung wurde mit großem Elan und Erfolg gemeistert.




<p>H 1,0 u 0,089 g/L -259 / -253 °C</p>  <p>HCl H₂O</p>	<p>C 12,0 u 2,25 g/cm³ 3.650 / 4.827 °C</p>  <p>CO, CO₂ CH₄</p>	<p>Xe 131,3 u 5,49 g/L -112 / -107 °C</p> 	<p>As 74,9 u 5,72 g/cm³ 613 / 817 °C</p>  <p>AsCl₃ As₂O₃</p>
<p>Cl 35,5 u 7,09 g/L -101 / -35 °C</p>  <p>ClH bzw. HCl Cl₂O₇</p>	<p>Sn 118,7 u 7,30 g/cm³ 232 / 2.270 °C</p>  <p>SnCl₄ SnO₂</p>	<p>O 16,0 u 1,33 g/L -219 / -183 °C</p>  <p>OH, bzw. H₂O O₃</p>	<p>Rb 85,5 u 1,57 g/cm³ 39 / 886 °C</p>  <p>RbCl Rb₂O</p>

Abb. 7: Elementkärtchen (Auswahl)

Svante Arrhenius

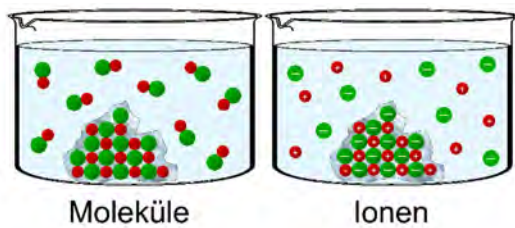


Abb. 8: Teilchenbilder zum Lösungsprozess

Arrhenius' Theorie (Abb. 8, rechts) vergleichen und dazu Teilchenbilder zeichnen. Die aktive Auseinandersetzung mit ihren eigenen Fehlvorstellungen brachte die Schüler*innen zum Nachdenken und Umdenken. (Als didaktische Reduktion wurde Wasser makroskopisch visualisiert.)

Dass es Mendelejew und Meyer auf rein makroskopischer Basis gelang, das PSE zu erstellen, ist beeindruckend. Heute werden dazu der Atombau und damit auch Arrhenius' Iontheorie einbezogen. Die Schüler*innen mussten die (z.T. auch bei sich selbst) verbreiteten Fehlvorstellungen zum Lösen von Salzen in Wasser (Abb. 8, links) mit

Niels Bohr

Nach der Einführung des Ionenbegriffs wurden die Schüler*innen in das Bohrsche Atommodell eingeführt. Da das Thema wie erwartet für den Großteil der Gruppe neu war und zudem sehr komplex ist, wurde dem entsprechend viel Zeit eingeräumt. In Zweiergruppen erarbeiteten sich die Schüler*innen anhand informativer Texte, anschaulicher Abbildungen und vertiefender Aufgaben das von Niels Bohr im Jahr 1913 entworfene Kern-Hülle-Modell. Nachdem sie sich auf diese Weise einen durchaus beeindruckenden Wissensschatz rund um Protonen, Neutronen, (Valenz-)Elektronen, Elektronenschalen, Elektronenpaarbindungen und Strukturformeln erarbeitet hatten, durften sie ihr Wissen auf das ihnen nun ja schon bekannte PSE anwenden. Dazu erhielten sie jeweils zu zweit einen Satz Elementsymbole und Bohrsche Atommodelle (vgl. Abb. 9) und mussten diese korrekt in eine vorgegebene leere PSE-Maske einsortieren. Auf diese Weise wurde die Systematik der Hauptgruppen und der Perioden ein weiteres Mal deutlich, darüber hinaus kamen auch die Nebengruppen zur Sprache. Die Schüler*innen waren positiv beeindruckt und selbst erstaunt über ihr eigenes Lerntempo.

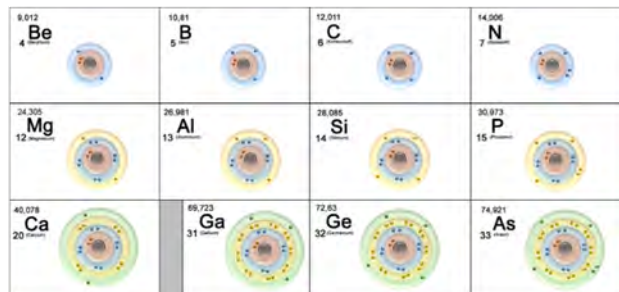


Abb. 9: Atommodelle nach Bohr

Periodensystem der Atome und Ionen

Anknüpfend an die bis hierher erarbeiteten Erkenntnisse rund um Atombau, Ionen und die logischen Zusammenhänge innerhalb des PSE war die Schülergruppe nun bereit für die Einführung des kombinierten „Periodensystems der Atome und Ionen“ (Abb. 10). Dabei erarbeiteten sich die Schüler*innen dessen Aufbau und Besonderheiten und stellten fest: Aus je drei vorgegebenen Kationen und Anionen lassen sich neun unterschiedliche Salze bilden. Dank des PSA + PSI war

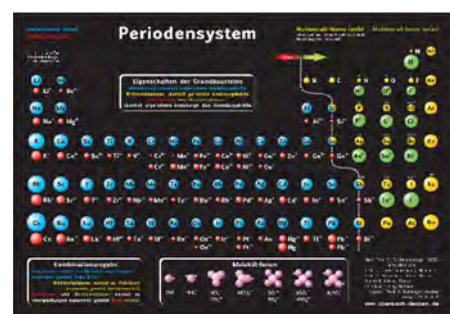


Abb. 10: PSA + PSI nach Barke & Sauermann (2010)

die Schülergruppe rasch in der Lage, die dazugehörigen Ladungen zu ermitteln und unter Beachtung des Prinzips der Elektroneutralität die korrekte Formel für jedes Salz anzugeben. Auch verfestigten die Schüler*innen damit ihr bis hierher erworbenes Wissen zum Aufbau von Salzen: Eine Fehlvorstellung wie in Abb. 8 links war für sie nunmehr undenkbar.

Abrundung

Der historische Hauptteil des Chemiekurses wurde flankiert durch einen Mittelblock „Modellbau“ und durch die vor und nach dem Hauptteil platzierte Ausstellung „elements in a box“.

Modelle zur Struktur der Materie

Über einen gesamten Vormittag hinweg erhielten die Schüler*innen die Möglichkeit, mit Hilfe von gefärbten Zellstoffkugeln und Faltvorlagen aus Papier den submikroskopischen Aufbau der Materie nachzuvollziehen – auch, um auf diese Weise Fehlvorstellungen abzubauen. Dabei folgten sie praktischen Anleitungen zu den Themenfeldern „Metalle“, Nichtmetalle“, „Salze“ „und „chemische Reaktionen“. Das Modellbaupraktikum kam bei der Gruppe sehr gut an und es entstanden vielfältige und anschauliche Modelle, bei denen die Schüler*innen auch ihre eigene Kreativität mit einbrachten (z.B. Goldcluster oder Pyramidenmodell des weißen Phosphors, Abb. 11).



Abb. 11: Teilchenmodelle

Ausgewählte Elemente im Fokus



Abb. 12: Ausstellung „elements in a box“ (Ausschnitt)

übertrafen alle Erwartungen: Jeder einzelne Karton war ein Unikat und glich einem kleinen Kunstwerk (Abb. 12).

Das Thema „PSE“ weckt unwillkürlich Interesse an der Auseinandersetzung mit einzelnen Elementen. Entsprechend begann und endete der Kurs mit der Präsentation der Ausstellung „Elements in a box.“ Die von den Schüler*innen vor und am Ende des Kurses gestalteten Schuhkartons

Kurze Reflexion

Das PSE bietet eine hervorragende Möglichkeit zur anschaulichen und abwechslungsreichen Vermittlung chemischer Grundlagen. Auch kann das didaktische Konzept der Kurslei-

tung hier optimal eingesetzt werden: Kreativität und/oder Logik waren bei so gut wie allen Aufgaben gefragt, darüber hinaus bot das Kurs-Skript eine Vielzahl an aussagefähigen Tabellen und ansprechenden Abbildungen. So fiel es den Schüler*innen leicht, sich in Partnerarbeit kooperativ und forschend das entsprechende Wissen anzueignen. Vorhandene Fehlvorstellungen konnten wiederholt angesprochen und so Stück für Stück verändert werden. Die Präsentation der im laufenden Lernprozess auf ganz organisch entstandenen Ausstellung im Rahmen des Gästenachmittags erfüllte nicht nur die Schülergruppe, sondern auch das Dozententeam mit Stolz und Freude. „Interessant“, „spannend“, „lehrreich“, „kreativ“ und „spaßig“ sind die auf den internen Evaluationsbögen von der großen Mehrheit der Schüler*innen angegebenen Adjektive, um ihren Gesamteindruck vom Kurs zu beschreiben. Vielen Dank für die schöne und bereichernde Zeit, liebe Kursteilnehmer*innen 2019 (Abb. 13)!



Abb. 13: Der Chemiekurs (links) und von der Gruppe selbst gefärbte Kugeln + Banner (rechts)

Literatur

Barke, H.-D., Sauermann, D., Rölleke, R., Hilbing, C. (2010): *Chemisch Denken, Periodensystem mit Bindefähigkeiten und Ionen*. Online: www.chemisch-denken.de.

Bohr, N. (1913): On the constitution of atoms and molecules. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 26(153), 476-502.

Gray, T. (2014): *Kartenbox – die Elemente*. Fackelträger.

Harsch, N., Harsch, G. (2018): Chemie ist nicht alles, aber alles ist Chemie: Chemie in Alltag und Umwelt. In: *Dokumentation der 8. Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe*. Burg Fürsteneck.

Harsch, N., Harsch, G. (2017): Chemiegeschichte(n) ... Berühmten Naturforschern auf der Spur. In: *Dokumentation zur 7. Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe* Burg Fürsteneck.

Harsch, N., Harsch, G. (2016): Feuer, Wasser, Erde und Luft – vom antiken Elementbegriff zum modernen Periodensystem der Elemente. In: *Dokumentation zur 6. Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe*. Burg Fürsteneck.

Lavoisier, A. L. (1789): *Traité élémentaire de chimie*. Deterville.

Meyer, L. (1870): Die Natur der chemischen Elemente als Funktion ihrer Atomgewichte. *Justus Liebigs Annalen der Chemie*, suppl. VII-VIII (1870-1873), 354-364.

Mendelejew, D. (1869): Über die Beziehungen der Eigenschaften zu den Atomgewichten der Elemente. *Zeitschrift für Chemie*, 12 (405-406), 173.

Quadbeck-Seeger, H.-J. (2006): Die Welt der Elemente - Die Elemente der Welt. Wiley-VCH.

Roscoe, H. E., Harden, A. (1896). A New View of the Origin of Dalton's Atomic Theory: A Contribution to Chemical History, Together with Letters and Documents Concerning the Life and Labours of John Dalton, Now for the First Time Published from Manuscript in the Possession of the Literary and Philosophical Society of Manchester. Macmillan & Comp.

Scerri (2016): Elemente in 30 Sekunden. Librero.

Kursleitung



Prof. Dr. Günther Harsch war von 1990 bis 2013 als Professor für Chemiedidaktik an der Universität Münster tätig. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehören die Entwicklung von Konzepten zum entdeckenden und vernetzten Denken¹ sowie empirische Untersuchungen zu Problemen mit der Formelsprache und deren Vermeidung. Als Co-Autor mehrerer Lehrbücher^{2,3,4} hat er dazu beigetragen, die Ausbildung von Chemielehrkräften konzeptionell und methodisch vielfältig und motivierend zu gestalten.



Dr. Nina Harsch ist Diplom-Landschaftsökologin, hat im Bereich Chemiedidaktik promoviert und entwickelt in der Abteilung „Forschung, Transfer und Weiterbildung“ des Zentrums für Lehrerbildung der Universität Münster Konzepte die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und zur Vernetzung der Akteure in der Lehrerbildung. In Kooperation mit dem Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht (FWU) entwickelt sie audiovisuelle Medien für den Chemieunterricht.

¹ Harsch, G., Heimann, R., Benmokhtar, S., Wagner, A. (2014): *Das START-Konzept. Teilchenmodelle und Formelsprache im Chemieanfangsunterricht*. Aulis Verlag u. Stark Verlag (Ottobrunn).

² Harsch, G. und Heimann, R. (1998): *Didaktik der Organischen Chemie nach dem PIN-Konzept. Vom Ordnen der Phänomene zum vernetzten Denken*. Braunschweig: Vieweg.

³ Barke, H.-D., Harsch, G., Schmid, S. (2012): *Essentials of Chemical Education*. Heidelberg: Springer.

⁴ Barke, H.-D., Harsch, G., Kröger, S., Marohn, A. (2018): *Chemiedidaktik kompakt. Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Heidelberg: Springer Spektrum. 3. Auflage.

Mathematik: Von zauberhafter Mathematik und mathematischer Zauberei

Maximilian Moll und Maximilian Bieri

Was haben David Copperfield und Leonardo Fibonacci gemeinsam?

...beide arbeiten in Bereichen, die für die meisten Menschen unbegreiflich sind! Dass es darüber hinaus noch weitere Überschneidungen zwischen Zauberei und Mathematik gibt, werden wir in diesem Kurs zusammen entdecken. Dabei werden wir uns aber weniger mit weißen Tigern und zersägten Menschen beschäftigen, sondern die wunderbare mathematische Vielfalt jenseits der Schule erkunden und uns mit Themen beschäftigen, die man sonst erst im Studium kennenlernt.

Mit etwas Kreativität und angewandter Psychologie werden wir dieses neue Wissen dann verwenden, um Zaubertricks zu kreieren, bei denen der mathematische Hintergrund möglichst unsichtbar bleibt. Nebenbei bekommt ihr Einblicke in Themen wie Problemlösung, Kreativitätstechniken und natürlich eine gute Portion mathemagisches Staunen.

[Auszug aus der Kursankündigung]

Einleitung

„Und wofür brauchen wir das?“ ist wahrscheinlich eine der stereotypischsten Fragen im Mathematikunterricht. In dem diesjährigen Mathematikkurs wurde diese Frage eher unkonventionell beantwortet: Während eines Streifzuges durch verschiedene, fortgeschrittene Teilgebiete der Mathematik zeigten wir, inwiefern sich gewonnene Erkenntnisse zur Konstruktion von Zaubertricks verwenden lassen. Dabei dienten die zu erlernenden Zaubertricks in gleichen Teilen der Motivation wie der konkreten Anwendung der Mathematik.

Thematisch eröffnete der Kurs einen Einblick in verschiedene mathematische Gebiete jenseits des Schulstoffs. In jedem Themenblock wurden zunächst notwendige Grundlagen vermittelt. Die anschließende Erarbeitung vielfältiger mathematischer Erkenntnisse mündete dann in der Umsetzung eines thematisch passenden Zaubertricks.

Ablauf

Im Vorfeld der Akademie analysierten die Schüler*innen einen einfachen Rechenrick, der darauf basiert, dass eine natürliche Zahl genau dann durch neun teilbar ist, wenn das Gleiche für die Quersumme gilt. Auf Burg Fürsteneck bestanden die Vormittage aus dem Kennenlernen der verschiedenen mathematischen Theorien, welche benötigt wurden, um die Zaubertricks mathematisch zu verstehen. Nachmittags wurde den Kursteilnehmer*innen der Trick anschließend erklärt und sie übten ihn und versuchten ihn untereinander aus. Die groben theoretischen Tagesinhalte sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tab. 1: Kursablauf

Tag	Thema	Zusammenfassung
Montag	Codierungstheorie	Zu Beginn ging es um grundlegende Aufgaben der Codierungstheorie.
Dienstag	Graphentheorie	Ausgehend von deBruijn-Folgen in der Codierungstheorie, wurde die Brücke zur Graphentheorie geschlagen.
Mittwoch	Wahrscheinlichkeitstheorie	Erwartungswertaufgaben wurden mit Hilfen von Markov-Ketten bearbeitet.
Donnerstag	Magische Quadrate	Das systematische Lösen von linearen Gleichungssystemen und der Zusammenhang mit magischen Quadraten stand hier im Mittelpunkt.
Freitag	Vollständige Induktion	Nach der Einführung in das Konzept der Induktion wurden einige typische und weniger typische Anwendungen diskutiert.
Samstag	Vorbereitung	Alle schon behandelten Themen wurden selbstständig von den Schüler*innen aufgearbeitet und in Präsentationsform gebracht.

Sonntag	Gruppentheorie	Dieser Block führte axiomatisch den Begriff einer Gruppe ein und erste Ergebnisse wurden diskutiert.
Montag	Symmetriegruppe	Die Symmetriegruppe eines gleichseitigen Dreiecks ist eines der gängigsten Beispiele für eine nicht kommutative Gruppe.

Didaktische, konzeptionelle und methodische Elemente der Kursarbeit

Methodisch erarbeiteten die Jugendlichen die Inhalte zusammen mit den charakteristischen Denkweisen der mathematischen Disziplinen oft projektartig in kleinen Gruppen. Die Themen wurden dabei bewusst so gewählt, dass die Schüler*innen ihr erarbeitetes Wissen direkt in Zaubertricks umsetzen konnten.

Dabei wurde darauf geachtet, sich formal nicht zu weit von bekannten Notationen wegzubewegen, aber die zugrundeliegenden mathematischen Konzepte für die Altersstufe erfahrbar zu machen und mathematische Techniken zu erarbeiten, die bis zum Abitur wichtig sind. Das für die Inhalte notwendige Vorwissen wurde dabei frontal vermittelt. Dies geschah zu Beginn



Abb. 1: Einblick in die Kursarbeit

in bewusst hohem Tempo – nicht nur, um die Schüler*innen vor eine Herausforderung zu stellen, sondern auch, um sie zu einer eigenständigen Formulierung von Fragen zu bewegen. Die Fähigkeit, mathematisch „gute“ Fragen zu stellen, muss erfahrungsgemäß erst einmal gelernt werden – und auch dies war ein zentraler Bestandteil innerhalb der Kursarbeit. Auf diese Weise konnte der Kurs dazu beitragen, ein authentisches Mathematiktreiben im Sinne forschenden Lernens zu ermöglichen. Durch die relativ selbstständige Erarbeitung mathematischer Beweise wurden zudem

die Kompetenzen des mathematischen Argumentierens, Problemlösens und der mathematischen Kommunikation gestärkt. Die mathematisch intensiven Blöcke konnten durch die Anwendung der Inhalte auf konkrete Zaubertricks methodisch aufgelockert werden. Da die gelungene Aufführung eines Zaubertricks jedoch mehr benötigt als das Wissen um die zugrundeliegende Mathematik, bot sich hier – mit den entsprechenden Schwierigkeiten – ein weiteres Feld für Exkurse an. Durch diese Verzahnung richtete sich der Kurs an interdisziplinär interessierte Schüler*innen, da auch die Psychologie hinter der Konstruktion der Tricks beleuchtet wurde, um die angewendeten Prinzipien möglichst gut zu tarnen. Die Zaubertricks und die jeweils benötigte Mathematik orientierten sich größtenteils an [BE17].

Fachliche Grundlagen der Kursinhalte

Tag 1: Codierungstheorie

Ein Code überträgt eine Information von einer Sender*in an eine Empfänger*in, welche nur ausgelesen werden kann, wenn man den entsprechenden Schlüssel kennt. Dieses einfache Prinzip wurde den Kursteilnehmer*innen mit einem einfachen Zaubertrick nähergebracht, welcher auf relativ simplen mathematischen Überlegungen basiert. In dem Zaubertrick wird dabei jeweils eine Karte von zuvor fünf zufällig gezogenen Karten durch die anderen vier codiert. Zunächst benötigt man dafür das Schubfachprinzip.

Satz 1: Seien mindestens $n \cdot k + 1$ Kugeln auf n Fächer verteilt, wobei $n, k \in \mathbb{N}$, dann gibt es ein Fach mit mindestens $k + 1$ Kugeln.

Angewandt auf die vier Kartensymbole (*Karo/Herz/Pik/Kreuz*) wissen wir somit, dass es unter den fünf zufällig gewählten Karten mindestens zwei Karten des gleichen Symbols geben muss. Um zu wissen, welche der beiden codiert werden muss, stellen wir uns die dreizehn Karten des gleichen Symbols in einer zyklisch geordneten Reihenfolge (*Ass < 2 < 3 < ... < Dame < König < Ass*) vor und benutzen Satz 2.

Satz 2: Seien n Elemente in einer zyklischen Reihenfolge angeordnet. Dann benötige ich für zwei Elemente a und b höchstens $n/2$ Schritte um von a nach b bzw. b nach a zu kommen.

Von den zwei Karten des gleichen Symbols verdecken wir also die Karte, von der wir in höchstens sechs Rückwärtsschritten zur anderen Karte kommen. Mit den restlichen drei Karten müssen wir jetzt nur noch eine Zahl zwischen eins und sechs codieren, um genau zu bestimmen, welche Karte verdeckt ist. Dazu können wir diese in einer bestimmte Reihenfolge codieren.

Satz 3: Es gibt genau $n!$ verschiedene Möglichkeiten n Elemente anzuordnen.

Einigen wir uns zum Beispiel auf folgende Ordnung *Pik < Herz < Kreuz < Karo* so lassen sich jeweils drei Karten immer nach Kartenwert in klein, mittel, groß sortieren. Je nachdem in welcher Reihenfolge sie liegen, lässt sich so eindeutig ein Zahlenwert zwischen eins und sechs symbolisieren. Zum Beispiel lässt sich festlegen: $kmg \cong 1, kgm \cong 2, mkg \cong 3, mgk \cong 4, gkm \cong 5, gmk \cong 6$, wobei k für klein, m für mittel und g für groß steht. Addieren wir nun diese Anzahl an Schritten zyklisch auf die vierte Karte, die das gleiche Symbol wie die verdeckte hat, so können wir eindeutig die verdeckte Karte bestimmen.

In Abbildung 2 verdeckt der Zauberer die Kreuz 4. Sein Gehilfe kann diese nun durch die anderen vier Karten bestimmen. In der Tat ist sie vier Schritte vom König entfernt, was durch mgk symbolisiert wird.



Abb. 2: Hier wird die Kreuz 4 codiert.

Tag 2: Graphentheorie

Am zweiten Tag beschäftigten wir uns mit einem Kartentrick, bei dem sich die genauen Werte einer Reihe von Karten bestimmen lassen, falls ich nur die jeweilige Farbe (rot/schwarz) der Karten kenne. Dafür konstruierten die Jugendlichen eine sogenannte deBruijn Folge und mussten sich hierfür in die Graphentheorie einarbeiten.

Definition 1: Eine zyklische Folge heißt k -deBruijn Folge, falls jeder String der Länge k mit Buchstaben 0 und 1 genau einmal in der Folge vorkommt.

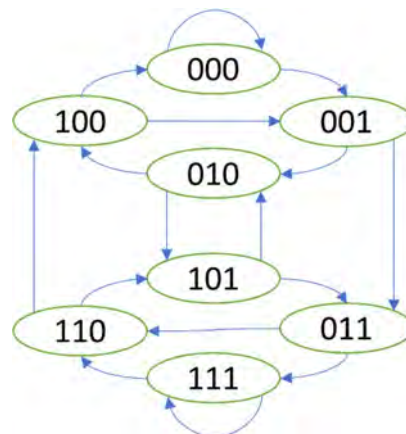
Man sieht sofort, dass diese deBruijn Folge die Länge 2^k hat. Beispielsweise gibt es für $k = 3$ die acht möglichen Kombinationen:

(000)(001)(011)(111)(110)(100)(101)(010)

Eine passende deBruijn Folge wäre somit gegeben durch:

(00011101)

Eine solche deBruijn Folge zu finden, ist gerade für große $k \in \mathbb{N}$ keine triviale Aufgabe, das Problem lässt sich allerdings in die Graphentheorie übersetzen. Dazu betrachten wir zusammenhängende Graphen $G = (V, E)$ mit gerichteten Graphen und fixieren ein $k \in \mathbb{N}$. Als Knotenmengen nehmen wir alle Strings mit Buchstaben 0 und 1 der Länge $k - 1$, eine Kante geht von dem Knoten (x_1, \dots, x_{k-1}) zu dem Knoten (y_1, \dots, y_{k-1}) genau dann, wenn $x_i = y_{i+1}$ für alle $i \in \{2, \dots, k-2\}$. Die Kanten kann man mit $(x_1, \dots, x_{k-1}, y_{k-1})$ beschriften. In der Abbildung ist der Graph für $k = 4$ zu sehen.



Wir sprechen auch von einem k -deBruijn Graphen. Die Kanten entsprechen den verschiedenen Strings der Länge k . Wie sich leicht erkennen lässt, gehen von jedem Knoten genau zwei Kanten aus bzw. führen zu jedem Knoten genau zwei Kanten hin. Dies ist allgemein gültig, da jeder String auf genau zwei Arten – mit 0 oder 1 – entweder vorne oder hinten ergänzt werden kann. Ein Graph mit dieser Eigenschaft enthält immer einen Eulerkreis, das heißt einen Weg von einem Knoten zu diesem zurück, der jede Kante genau einmal enthält. Dieser Satz gilt auch in allgemeinerer Form, als Voraussetzung benötigen wir lediglich, dass zu jedem Knoten genauso viele Kanten hin- wie wegführen.

Satz 4: Ein zusammenhängender Graph besitzt genau dann einen Eulerkreis, falls in jedem Knoten die Anzahl der einlaufenden mit der Anzahl der auslaufenden Kante übereinstimmt.

Der Beweis des Satzes benutzt vollständige Induktion über die Anzahl der Knoten, wobei im Induktionsschritt die übrigbleibenden Kanten sinnvoll verklebt werden. Insbesondere liefert die Induktion einen Algorithmus, den Eulerkreis im Graphen zu finden.

Kommen wir zurück zu unserem deBruijn Graphen. Da jede Kante einem String entspricht, induzieren wir demnach mit einem Eulerkreis eine k -deBruijn Folge. Wir müssen dafür bloß den Eulerkreis durchlaufen und dabei jeweils den letzten Eintrag y_{k-1} jeder Kante notieren. Für unser Beispiel ergibt sich somit, falls wir im Punkt 010 starten, der mögliche Eulerkreis

$$010 \rightarrow 100 \rightarrow 001 \rightarrow 011 \rightarrow 111 \rightarrow 110 \rightarrow 100 \rightarrow 000 \rightarrow 001 \rightarrow 010 \rightarrow 101 \\ \rightarrow 011 \rightarrow 110 \rightarrow 101 \rightarrow 010$$

und dementsprechend die Folge:

$$(0111100001011010)$$

Die Übersetzung der mathematischen Theorie in den Kartentrick sieht nun wie folgt aus. Wir nehmen $2^4 = 16$ Karten aus dem Kartendeck, jeweils acht rote und acht schwarze, und merken uns die Sortierung eben dieser in einer Tabelle. Durch Abheben simulieren wir einen Mischvorgang, der jedoch die zyklische Reihenfolge der Karten nicht ändert. Nun verteilen wir vier Karten der Reihe nach. Das einzige, was wir als Zauberer in Erfahrung bringen müssen, ist die Verteilung der Farben rot und schwarz auf die vier Karten in der genauen Reihenfolge und ein kurzer Blick auf die Tabelle genügt, um die Kartenwerte genau zu bestimmen. Natürlich lässt sich eine solche Tabelle auch auswendig lernen, was mehrere Kursteilnehmer*innen auch erfolgreich praktizierten.

Tag 3: Stochastik und Markov-Ketten

Der dritte Tag nutzte den folgenden wahrscheinlichkeitsbasierten Zaubertrick, um eine Einführung in Markov-Ketten zu geben:

Die Zuschauer*in wird gebeten eine dreistellige Abfolge von Rot (r) und Schwarz (s) zu nennen, z.B. rrs , worauf der Zauberer ebenfalls eine wählt z.B. srr . Daraufhin wird ein gemischtes Kartenspiel aus 52 Karten durchblättert und es gewinnt, wessen Kombination zuerst auftritt. Dabei wurde im Kurs auf verschiedene Weisen gezeigt, dass der Zauberer eine gute, wenn auch nicht optimale Gewinnwahrscheinlichkeit erhält, falls er auf abc mit $\bar{b}ab$ antwortet, wobei \bar{b} das Gegenteil von b ist. Für manche Folgen lässt sich dies sehr einfach zeigen: Wählt der Zuschauer zum Beispiel rrr und der Zauberer entsprechend srr , so gewinnt letzterer, sobald einmal Schwarz erscheint. Dies geschieht in sieben von acht Fällen. Also liegt die Gewinnwahrscheinlichkeit des Zauberers bei 87,5%.

In anderen Fällen sind die Überlegungen jedoch komplexer. Hierfür wurde die Kernidee der Markov-Ketten als Zufallsprozess auf Graphen eingeführt. Dies baute auch auf den bereits erworbenen Grundkenntnissen zu Graphen vom Vortag auf. Aufgrund des benötigten Hintergrundwissens, wurde dieses Thema jedoch eher informell eingeführt und dann exemplarisch verwendet, um die mittleren Wartezeiten für bestimmte Kombinationen zu bestimmen. Ein Beispiel hierfür ist die Folge rrr . Sei x_i^M der Erwartungswert des ersten Erscheinens der Folge M , wenn die Zufallsfolge mit den ersten i Elementen von M beginnt. Betrachtet man nun

zunächst x_2^{rsr} , so beginnt die Folge mit rs und es tritt mit einer Wahrscheinlichkeit von $1/2$ als nächstes r auf, mit anderen Worten M erscheint nach 3 Schritten. Andernfalls besteht die komplette Folge aus rss . Da M mit r beginnt, ist dies gleichbedeutend mit einem Neuanfang und 3 zusätzlichen Schritten. Es ergibt sich also:

$$x_2^{rsr} = \frac{1}{2}(3 + (x_0^{rsr} + 3)).$$

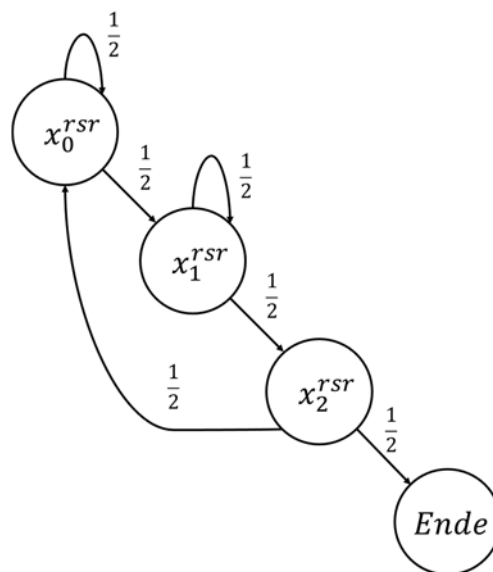
Betrachtet man nun ähnlich x_1^{rsr} , so ergibt sich mit einer Wahrscheinlichkeit von $1/2$ die Folge rs und wir sind im Fall von x_2^{rsr} . Andernfalls jedoch erhält man rr , was wieder der Situation von x_1^{rsr} mit einem zusätzlichen Schritt entspricht. Also erhält man

$$x_1^{rsr} = \frac{1}{2}(x_2^{rsr} + (x_1^{rsr} + 1)).$$

Abschließend erhält man mit analogen Betrachtungen

$$x_0^{rsr} = \frac{1}{2}((x_0^{rsr} + 1) + x_1^{rsr}).$$

Dieses Gleichungssystem lässt sich nun lösen, was als Anlass genommen wurde, schon einmal kurz den Gauß-Algorithmus in Vorbereitung für den vierten Tag zu thematisieren. Diese Überlegungen lassen sich über eine Markov-Kette wie folgt visualisieren:



Schließlich gibt es auch Kombinationen, für die die nötigen Berechnungen zu kompliziert und lang für den Kurs waren. Um trotzdem zu einem Ergebnis zu kommen, wurde im Kurs demonstriert, wie solche Probleme durch Computersimulation gelöst werden können.

Tag 4: Gleichungssysteme und Magische Quadrate

Um Abwechslung zu den konzeptionell sehr anspruchsvollen und bis dahin unbekanntem Kursinhalten zu bieten, wurde am vierten Tag das Lösen von Gleichungssystemen mit dem Gauß-Algorithmus behandelt. Hierbei handelt es sich um die Idee, durch gezieltes Addieren und Subtrahieren von Gleichungen das System zu transformieren, so dass die Gleichungen eine

wachsende Anzahl von Unbekannten haben. Dadurch können diese sukzessive gelöst werden. Diese Technik erlaubt es Gleichungssysteme relativ schnell zu lösen, was für die Schüler*innen vor allem im Abitur relevant wird.

Um dem Konzept des Kurses trotzdem treu zu bleiben, wurde die Idee des Lösens von inhomogenen Gleichungssystemen im Kontext von sogenannten Magischen Quadraten betrachtet. Bei Letzteren handelt es sich um 4×4 Zahlenfelder, deren Zeilen, Spalten, Diagonalen, Ecken, etc. sich zu derselben Zahl aufsummieren. Hierbei wurde die Idee eingeführt, dass sich alle Lösungen eines inhomogenen Gleichungssystems finden lassen, indem man alle Lösungen des entsprechenden homogenen Gleichungssystems identifiziert und anschließend eine partikuläre Lösung hinzuaddiert.

Übertragen auf die Problematik, ein Magisches Quadrat mit vorgegebener erster Zeile zu finden, heißt dies, dass ein solches mit beliebiger erster Zeile gefunden werden muss, wie zum Beispiel:

$$\begin{array}{cccc} a & b & c & d \\ c & d & a & b \\ d & c & b & a \\ b & a & d & c \end{array}$$

Darüber hinaus müssen alle magischen Quadrate gefunden werden, deren erste Zeile nur aus Nullen besteht. Zuvor jedoch lässt sich das Problem dank dem folgenden Satz vereinfachen:

Satz 5: Ergeben die Summen aller Reihen, Spalten und Diagonalen den gleichen Wert, so gilt dies auch für das Quadrat in der Mitte, sowie die vier Ecken.

Der Beweis für das mittlere Quadrat betrachtet geschickt die Tatsache, dass sich die im folgenden Schema markierten Felder auf zwei Weisen aufsummieren lassen, nämlich als

$$S_2 + S_3 + D_1 + D_2 = Z_1 + Z_2 + 2 \cdot M:$$

*	*	*	*
	* *	* *	
	* *	* *	
*	* *	* *	* *

Hierbei beschreiben S_i, Z_i, D_i die Summen der i -ten Spalte, Zeile oder Diagonale, während M die Summe der vier mittleren Felder angibt.

Somit muss das mittlere Quadrat M die gleiche Summe haben wie die Zeilen, Spalten und Diagonalen. Ähnlich wird das Ergebnis für die Ecken gezeigt. Somit ergeben sich vier Freiheitsgrade:

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & 0 \\ -w - x - y & y & z & w + x - z \\ w & -x - y - z & x & -w + x + z \\ x + y & x + z & -x - z & -x - y \end{array}$$

wobei $w, x, y, z \in \mathbb{R}$. Durch Aufsummieren der beiden Schemata erhält man so alle möglichen Magischen Quadrate mit vorgegebener erster Zeile.

Tag 6: Vollständige Induktion

Am sechsten Tag wurde noch einmal das wichtige Beweisprinzip der vollständigen Induktion aufgegriffen und vertieft, das am zweiten Tag bereits einmal kurz eingeführt wurde. Um ein tieferes Verständnis des zugrundeliegenden Prinzips zu erzielen, wurden Beweise betrachtet, die sich von reinen Rechnungen lösen und so die Kernidee der Induktion direkter anwenden, wie zum Beispiel die beiden folgenden Sätze:

Satz 6: Ein Schachbrett der Größe $2^n \times 2^n$ für $n \in \mathbb{N}$ kann immer mit L-förmigen Dominosteinen der Größe 3 parkettiert werden, wenn man nur eine der Ecken entfernt

Satz 7: Eine Menge mit n Elementen besitzt 2^n Teilmengen.

Als magische Anwendung wurde das Under-Down-Ausgeben betrachtet: Hierbei wird abwechselnd eine Karte unter das Spiel gelegt und eine auf den Tisch. Wiederholt man dies solange, bis nur noch eine Karte übrig bleibt, so gilt der folgende Satz:

Satz 8: Gegeben sei ein Kartenspiel aus n Karten, die von oben bis unten mit $1, 2, \dots, n$ durchnummeriert sind. Sei s maximal, so dass $2^s < n$ und $k = n - 2^s$. Dann bleibt beim Under-Down-Ausgeben die Karte mit der Nummer $2k + 1$ übrig.

Die Idee des Induktionsschrittes basiert hierbei darauf, dass man einen Durchgang des Under-Down-Prozesses ausführt, wodurch sich die Anzahl der Karten um eins verringert. Anschließend muss die nun nach Induktionsvoraussetzung bekannte Position der letzten Karte lediglich wieder zurückgerechnet werden. Eine zusätzliche Schwierigkeit entsteht dadurch, dass eine Fallunterscheidung getroffen werden muss, ob n eine Zweierpotenz ist oder nicht.

Tage 7 & 8: Gruppentheorie

Das letzte große Thema war eine Einführung in die Gruppentheorie. Die Gruppentheorie bildet eine wichtige Basis mathematischen Denkens, da sie auf wenigen Gruppenaxiomen aufbaut:

Definition 2: Bei einer Gruppe $(G, *)$ handelt es sich um eine Menge G und einer Verknüpfung $*$ auf dieser Menge, so dass die folgenden Eigenschaften gelten:

1. $a * b \in G, \forall a, b \in G$
2. $(a * b) * c = a * (b * c), \forall a, b, c \in G$
3. $\exists e \in G : a * e = e * a = a, \forall a \in G$
4. $\forall a \in G : \exists a^{-1} \in G a * a^{-1} = a^{-1} * a = e$

Um das Konzept zu verdeutlichen sollten die Schüler*innen zunächst ihnen bekannte Gruppen entdecken, wie zum Beispiel $(\mathbb{Z}, +)$, $(\mathbb{Q} \setminus \{0\}, \cdot)$ oder auch $(\{-1, 1\}, \cdot)$. Im Anschluss wurde die Symmetriegruppe S_3 als Beispiel für eine nicht-kommutative Gruppe besprochen.

Um das mathematische Beweisen weiter zu vertiefen sollten die Jugendlichen weiterhin versuchen, einige grundlegende Aussagen selbst zu beweisen:

Satz 9: Sei $(G,*)$ eine Gruppe. Dann gilt:

1. Es gibt nur ein neutrales Element.
2. Für jedes $a \in G$ gibt es nur ein inverses Element.
3. $(a * b)^{-1} = b^{-1} * a^{-1} \quad \forall a, b \in G$

Hierbei stellte sich für die Kursteilnehmer*innen auch die Schwierigkeit, Dinge zu ignorieren, die sie aus der Schulmathematik kennen, wie zum Beispiel die Kommutativität.

Als letztes großes Ergebnis, wurde der folgende Satz wieder mit dem Schubfachprinzip von Tag 1 bewiesen:

Satz 10: Sei $(G,*)$ eine endliche Gruppe und $g \in G$. Dann gibt es ein $n \in \mathbb{N}$, so dass $g^n = e$ gilt.

Fazit und Reflexion der Kursarbeit

Am ersten Tag wurde die Theorieeinheit bewusst mit hohem Tempo gestartet, um die Schüler*innen dazu anzuregen, Fragen zu stellen, bei Unklarheiten die Vortragenden zu stoppen und nachzuhaken. Das funktionierte vor allem in den Tagen danach hervorragend. In der Reflexion wurde auch explizit erwähnt, dass durch diesen Ansatz die Arbeit ab dem zweiten Tag sehr viel angenehmer wurde, der „Sprung ins kalte Wasser“ hat seinen Zweck erfüllt.



Abb. 3: Am Nachmittag wurden die erlernten Zaubertricks geprobt.

An manchen Tagen lernten die Kursteilnehmer*innen Mathematik auf eine ganz neue Art und Weise kennen. So wurde die Gruppentheorie streng axiomatisch eingeführt und Beweise aus den Axiomen hergeleitet. Mit ein klein wenig Übung beherrschten das die meisten relativ schnell. Überhaupt merkte man den Teilnehmenden ihren Altersunterschied (zwischen 13 und 15 Jahren) und damit die verschiedenen mathematischen Voraussetzungen aus der Schule nicht an. Gerade die Jüngsten beteiligten sich oftmals am aktivsten.

Die Schüler*innen kamen auch mit zwei neuen Beweismethoden in Berührung, einerseits dem Widerspruchsbeweis und andererseits der vollständigen Induktion. Auch wenn die Grundidee des Widerspruchsbeweises wohl die abstraktere ist, wendeten die Teilnehmer*innen diesen schnell ohne Probleme an. Bei der formalen Anwendung der Induktion taten sich allerdings viele schwer.

Insgesamt wurde die Idee, vormittags die mathematische Theorie zu erlernen und nachmittags den passenden Zaubertrick dazu, hervorragend angenommen. Auch wenn nicht jeder Zaubertrick in der kompletten mathematischen Tiefe erklärt werden konnte, war es doch absolut hilfreich, direkt eine Anwendung zu haben. Für Kursarbeit mit jungen Leuten, ganz gleich in welchem Zusammenhang, ist diese Vorgehensweise mehr als geeignet.

Literatur

[BE17] BEHREND, ERHARD (2017): *Mathematik und Zaubern: Ein Einstieg für Mathematiker*. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2017

Autoren



Kursleitung: Dr. Maximilian Moll
Wissenschaftlicher Mitarbeiter und
Koordinator Hochbegabtenprogramm am
Institut für theoretische Informatik, Mathematik und Operations
Research der Universität der Bundeswehr München



Co-Leitung: Maximilian Bieri
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Fachbereich Mathematik
der Goethe-Universität Frankfurt am Main
Stipendiat der Friedrich-Ebert-Stiftung

Physik: Baustatik

Harald Löwe und Asmaa Darraz

Brücken und andere Bauwerke müssen im Alltag erhebliche Kräfte aushalten, die unter anderem durch das Eigengewicht sowie Nutzlasten, aber auch durch Schnee oder Wind hervorgerufen werden. Fehler in der Planung können hier zu wirklichen Katastrophen führen. Aber wie stellt man sicher, dass die eigene Konstruktion den Belastungen tatsächlich standhält? Und wie wirken überhaupt äußere Kräfte auf die einzelnen Teile eines Bauwerks? Wie konstruiert man eine Brücke, die eine Last von 10 oder gar 100 Tonnen aushält?

Diesen spannenden Fragen aus dem Bereich der Statik werden wir nachgehen. Dabei werden wir in einer Vielzahl von Experimenten zur Statik den in den sogenannten Fachwerkkonstruktionen auftretenden Kräften auch per Messung zu Leibe rücken.

[Auszug aus der Kursankündigung]

Fachliche Grundlagen

In der Technischen Mechanik (z.B. [1], [2], [3]) treten Fachwerke als besonders einfache Konstruktionen auf, deren Berechnung zwar aufwendig, aber unkompliziert ist. Dabei setzt sich ein Fachwerk aus masselosen geraden Stäben zusammen, die an ihren Enden mit anderen Stäben durch reibungsfreie Drehgelenke verbunden sind. Auch die Lagerung erfolgt durch Drehlager. Weiterhin wird vorausgesetzt, dass äußere Kräfte an einem Fachwerk ausschließlich an dessen Knoten (d.h. den Verbindungsgelenken) angreifen. Durch diese Annahmen treten nur in Längsrichtung der Stäbe wirkende Stabkräfte innerhalb des Fachwerks auf – Querkkräfte und Biegemomente müssen nicht berücksichtigt werden. Hierdurch wird die Behandlung von Fachwerken bereits in der Schule möglich; vgl. hierzu etwa [4].

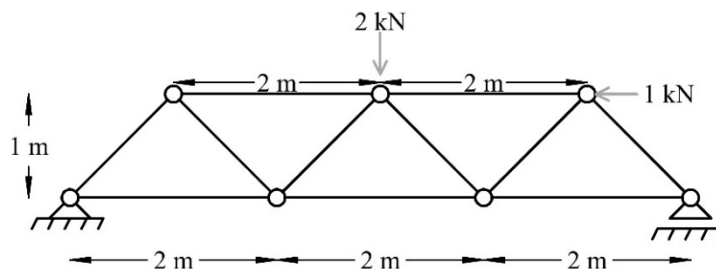


Abb. 1: Beispiel eines 2D-Fachwerks

Abb. 1 zeigt ein solches Fachwerk; die eingezeichneten Kreise sind die Drehgelenke. Das linke Lager ist ein Festlager und damit weder in horizontaler noch in vertikaler Richtung zu verschieben. Das Loslager auf der rechten Seite ist in vertikaler Richtung fest, aber in horizontaler Richtung frei beweglich. Die eingezeichneten Belastungskräfte von 1 bzw. 2 kN (Kilonewton) greifen wie vereinbart an Knoten an. Diese Kräfte werden im Fachwerk abgeleitet und belasten damit die Stäbe sowie die Lager. Eine Aufgabe der Statik ist die Bestimmung dieser Belastungen, um die einzelnen Bauteile geeignet dimensionieren zu können.

Aus der elementaren Mechanik wird für die Statik von Fachwerken vor allem der Kraftbegriff benötigt. Zwar ist die physikalische Größe „Kraft“ nicht direkt messbar, sondern nur indirekt über ihre Wirkungen – wie Verformungen und Bewegungsänderungen von Körpern – beobachtbar. Dennoch ist der Begriff durch Alltagsbeobachtungen zugänglich (vgl. aber den zweiten Absatz im Kapitel „Didaktisches Konzept“). Recht schnell sieht man ein, dass Kräfte durch ihren Betrag, ihre Richtung und ihren Angriffspunkt eindeutig festgelegt sind und so durch „gebundene“ Vektoren dargestellt werden können. Dabei können Kräfte auf ihrer Wirkungslinie (d.i. die durch Angriffspunkt und Richtung festgelegte Gerade) verschoben werden, ohne dass sich ihre Auswirkung auf einen starren Körper ändert. Ebenfalls bedeutsam ist die durch Experimente validierte Beobachtung, dass sich mehrere Kräfte mit gleichem Angriffspunkt per Vektoraddition zu einer Gesamtkraft zusammenfassen lassen, da sich so die Anzahl der zu betrachtenden Kräfte reduzieren lässt.

Ein zweiter benötigter Begriff der elementaren Mechanik ist der des Drehmoments, der an dieser Stelle ausschließlich für zweidimensionale Situationen erläutert wird. Drehmomente verstehen sich stets bezüglich eines bestimmten Punktes D eines starren Körpers. Das Dreh-

moment einer Kraft mit Angriffspunkt A berechnet sich aus dem Produkt der Länge der Strecke AD und dem zu AD senkrechten Teil der Kraft, wobei man zwischen links- und rechtsdrehenden Drehmomenten unterscheiden muss. In der Schule lernt man das Drehmoment zu meist in Form der Hebelgesetze $\text{Kraft} \cdot \text{Kraftarm} = \text{Last} \cdot \text{Lastarm}$ kennen, wobei hier etwa Wippen einen direkten Anknüpfungspunkt zur Erfahrungswelt der Schüler*innen bieten.

Die erste fundamentale Technik zur Beherrschung von Fachwerken wie überhaupt von Aufgaben der Statik ist die des „Freischneidens“. Hierzu bedient man sich des dritten Newtonschen Axioms $\text{actio} = \text{reactio}$: Kräfte, die zwei Körper aufeinander ausüben, sind stets entgegengesetzt gerichtet und haben den gleichen Betrag und die gleiche Wirkungslinie. Auf das in Abb. 1 gezeigte Fachwerk angewendet besagt das Axiom, dass die auf jedes der beiden Lager durch das Fachwerk ausgeübte Kraft eine gleichgroße, aber entgegengesetzte Kraft hervorruft, die „Lagerreaktionskraft“ genannt wird. Ersetzen eines Lagers durch die entsprechende Lagerreaktionskraft als neue äußere Kraft wird folglich am Gleichgewichtszustand nichts ändern. Abb. 2 zeigt das durch Freischneiden gewonnene „Freikörperbild“ des bereits oben beschriebenen Fachwerks, wobei die Lagerreaktionskraft des Festlagers in ihre horizontale und vertikale Komponente zerlegt worden sind.

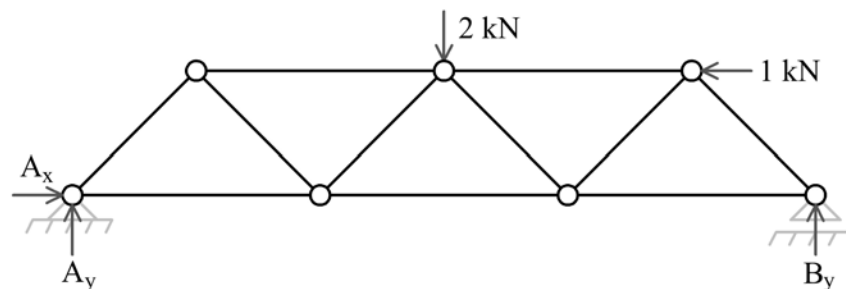


Abb. 2: Freikörperbild des Fachwerks aus Abb. 1

Die Orientierung der Lagerreaktionskräfte wie auch anderer unbekannter Kräfte spielt hierbei keine Rolle: Zeigt einer der Kraftpfeile in die falsche Richtung, so wird im Ergebnis der „Betrag“ der entsprechenden Kraft negativ sein.

Zur Bestimmung der Lagerreaktionskräfte bedient man sich nun einer sehr effektiven Überlegung: Soll sich das Fachwerk nicht in horizontale Richtung bewegen, so müssen sich die horizontalen Kräfte ausgleichen, d.h. es muss $A_x = 1 \text{ kN}$ gelten. Genauso erhält man als Kräftebilanz in vertikaler Richtung $A_y + B_y = 2 \text{ kN}$. Zum Schluss müssen sich auch die links- und rechtsdrehenden Momente aller Kräfte die Waage halten, wobei wir als Bezugspunkt das Lager A wählen. Hiermit erhält man als dritte Gleichung $B_y \cdot 6 \text{ m} + 1 \text{ kNm} = 6 \text{ kNm}$. Lösen des so entstandenen Gleichungssystems liefert $A_x = 1 \text{ kN}$, $A_y = \frac{7}{6} \text{ kN}$ und $B_y = \frac{5}{6} \text{ kN}$. Damit sind alle äußeren Kräfte des freigeschnittenen Fachwerks bekannt.

Da Biegemomente und Querkräfte in den Stäben eines Fachwerks nicht auftreten, belasten die äußeren Kräfte die Stäbe lediglich auf Zug oder Druck. Nach dem dritten Newtonschen Axiom wirken die Reaktionskräfte eines Stabs auf dessen beiden Knoten. Da sich der Stab nicht bewegt, sind beide Reaktionskräfte vom Betrag

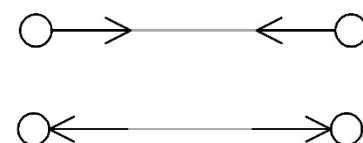


Abb. 3: Zugstab / Druckstab

gleich, haben aber entgegengesetzte Richtungen, vgl. Abb. 3. Traditionell orientiert man die Reaktionskräfte vom Knoten weg, so dass für Druckstäbe die Stabkraft negativ ist.

Die an einem Knoten angreifenden Kräfte müssen sich insgesamt aufheben, da sich der betreffende Knoten ebenfalls nicht bewegt. Freischneiden der Knoten (d.h. Ersetzen der Stäbe durch die Stabkräfte) führt zu einem Bild ähnlich Abb. 4.

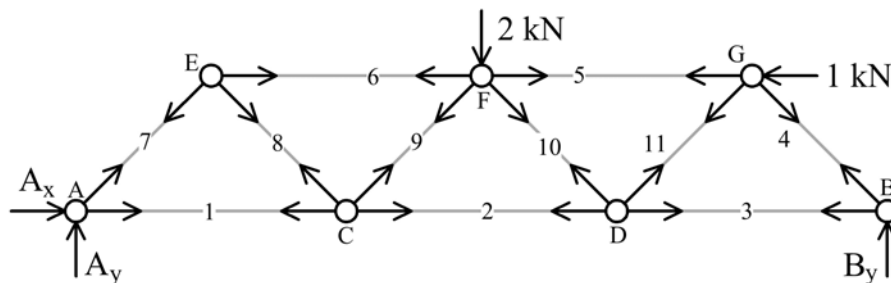


Abb. 4: Freischneiden der Knoten des Fachwerks¹

An jedem Knoten bekommt man zwei Gleichgewichtsbedingungen, da sich sowohl die horizontalen als auch die vertikalen Komponenten der Kräfte aufheben müssen. So erhält man für Knoten A des Beispielfachwerks die Gleichungen $A_x + \frac{1}{\sqrt{2}}S_7 + S_1 = 0$ (horizontal) und $A_y + \frac{1}{\sqrt{2}}S_7 = 0$ (vertikal; S_1 und S_7 die Stabkräfte des 1. und 7. Stabs). Mit $A_y = 7/6$ kN liefert die zweite Gleichung $S_7 = -\frac{7\sqrt{2}}{6}$ kN. Einsetzen in die erste Gleichung führt auf $S_1 = \frac{1}{6}$ kN. So kann man sich Schritt für Schritt durch das Fachwerk arbeiten; in einigen Situationen wird man aber um das Lösen von Gleichungssystemen per Gaußalgorithmus (oder per Rechner) nicht herumkommen.

In der Mittelstufe kommt alternativ ein graphisches Verfahren zur Bestimmung zweier fehlender Kräfte in Betracht. In Abbildung 5 sind die blauen Kräfte bekannt, während die roten Linien die Wirkungslinien der unbekanntten Kräfte symbolisieren.

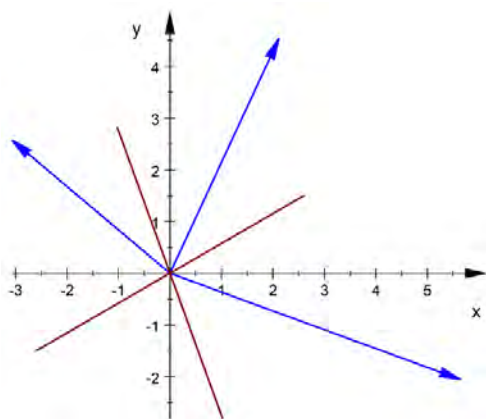


Abb. 5: Ansatz zur Bestimmung zweier Kräfte

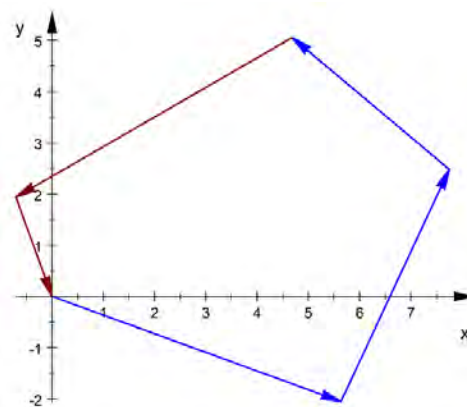


Abb. 6: Geschlossenes Krafteck

¹ Abbildungen 1 bis 4 sind mit freundlicher Genehmigung der Zeitschrift „Mathematikinformation“ aus [4] entnommen.

Aneinanderhängen der blauen Pfeile (Vektoraddition) und Ergänzen der so entstehenden Figur zu einem geschlossenen Krafteck durch Hinzufügen von Kräften parallel zu den roten Linien ergibt dann die beiden gesuchten Kräfte, deren Betrag man einfach ausmessen kann. Ein ganz ähnliches Verfahren kennt mit dem Cremona-Plan auch die professionelle Statik.

Die hier vorgestellten Konzepte, insbesondere das Freischneiden und das Aufstellen von Gleichgewichtsbedingungen, ziehen sich durch die gesamte Statik – eine gute Kenntnis dieser Konzepte erleichtert den Zugang daher ungemein.

Didaktisches Konzept

Das Verstehen und das Arbeiten mit Brücken und anderen Bauwerken erfordert Kenntnisse aus der Mechanik, die nach dem hessischen Kerncurriculum frühestens in der Sekundarstufe zwei erworben werden (beispielsweise das Drehmoment) [5]. Um komplizierte Zusammenhänge zu vereinfachen und Schüler*innen zugänglich zu machen, ist es notwendig, den Lehrstoff in schüler*innengerechte Elemente zu zerlegen und fachlich zu reduzieren. Dabei ist es wichtig, dass der Lerngegenstand seine fachliche Richtigkeit beibehält und alle kleinen, zerlegten Sinneinheiten zum Ganzen zusammengefügt werden können. Das „Zerlegen von komplexen ‚Dingen‘ in elementare Sinneinheiten“ wird als Elementarisierung bezeichnet und der „Wiederaufbau von Strukturen aus den Sinneinheiten“ als didaktische Rekonstruktion [6] (S. 115).

Die erste didaktische Reduktion fand dabei bei der Betrachtung des Kraftbegriffs statt. Die Schüler*innen haben die Kraft als Pfeil kennengelernt, welcher einen Betrag und eine Richtung besitzt, ohne zuvor den Vektorbegriff zu kennen.

Nach Backhaus (2001) existieren sowohl bei Schüler*innen als auch bei Student*innen große Lernschwierigkeiten beim Kraftbegriff, da dieser in der Alltagssprache als Eigenschaft eines Körpers betrachtet wird. Mit dem Kraftbegriff verbinden einige Schüler*innen die „Muskelkraft“, sodass der Bedeutungsinhalt dem physikalischen Energiebegriff näher liegt als dem Kraftbegriff. Um der Fehlvorstellung entgegenzuwirken, dass Kräfte Eigenschaften von Körpern sind, haben wir, wie Backhaus empfiehlt, die Kräfte als Wechselwirkungsgröße eingeführt [7]. Dies geschah anhand eines Experiments, worauf sich zwei Schüler auf ein Skateboard gestellt und dadurch das dritte Newtonsche Gesetz erarbeitet haben.

Experimente nehmen gerade im Bereich der Physik eine wichtige Rolle ein. Es geht vor allem darum, Theorie und Praxis zu verbinden, experimentelle Fähigkeiten zu erlangen, Methoden wissenschaftlichen Denkens zu erlangen und durch Naturwissenschaften zu motivieren [8]. Aus diesen Gründen haben die Schüler*innen in der gesamten Kurszeit das erlernte Wissen direkt auf die selbstgebauten Brücken übertragen und konnten zwischen der Theorie und der Praxis passend zum Thema eine Brücke schlagen.

Als Unterrichtsmethode haben wir uns für einen offenen Unterricht entschieden. „Offener Unterricht bedeutet vor allem eine Öffnung für Schüler zu mehr Selbstständigkeit, mehr Mitverantwortung, das heißt mehr Mündigkeit“ [6] (S. 151). Da die Schüler*innen sich bereits aus Interesse an dem Fach Physik und dem Thema Baustatik in den Kurs eingewählt haben,

sollten sie die Möglichkeit bekommen, auch eigene Wünsche und Interessen zu verfolgen. Ein zu lehrkraftzentrierter, den Interessen der Schüler*innen ferner Unterricht kann dazu führen, dass der Lernertrag minimiert wird. Das Besondere an der Baustatik ist, dass unabhängig von den Wünschen der Schüler*innen die Bestimmung der Belastbarkeit der Brücken die gleichen Physikkenntnisse erfordert und jede Gruppe diese an den selbstgebauten Brücken anwenden können.

Zum offenen Unterricht eignet sich nach unserem Ermessen das Prinzip des kooperativen Lernens für die Baustatik am besten. Hasselhorn und Gold [9] (S. 308) führen drei Begründungen auf, die für einen verstärkten Einsatz kooperativen Lernens sprechen [10]:

1. Das kooperative Lernen soll helfen, dass im Unterricht nicht nur kognitive, sondern auch motivationale und emotionale Lernziele erreicht werden.
2. Durch kooperative Lehr-Lern-Formen sollen die Qualität und die Anwendbarkeit des erworbenen Wissens verbessert werden.
3. Der Einsatz kooperativer Lehr-Lern-Formen soll sozialintegrative Wirkungen entfalten.

Pro Gruppe arbeiteten vier Schüler*innen in heterogenen Gruppen zusammen. Gerade in Bezug auf den Bau der Brücken und die Bestimmung der Stab- und Lagerreaktionskräfte handelt es sich bei dieser Gruppenarbeit um kooperatives Lernen, da jedes einzelne Gruppenmitglied eine eigene Aufgabe hat, individuell verantwortlich für das Gruppenergebnis ist und die Jugendlichen die Aufgaben nur durch arbeitsteiliges Handeln bewältigen können.

Nach Borsch [5] sind die Basiselemente kooperativen Lernens:

- Positive Interdependenz
- Individuelle Verantwortlichkeit
- Unterstützende Interaktionen
- Reflexionen über den Gruppenprozess
- Kooperative Fähigkeiten

Da die Schüler*innen durchweg in der gesamten Hauptkurszeit gemeinsam in den Gruppen arbeiteten, wurden die o.g. Basiselemente erfüllt und es entstand ein Arbeiten in einem Klima unterstützender Interaktion.

Ablauf des Kurses

Zum Kennenlernen fand zu Beginn des Hauptkurses eine Vorstellungsrunde statt, in der die Schüler*innen in wenigen Sätzen eine kurze Auskunft über sich selbst und ihre Gründe für die Wahl des Baustatikkurses gaben. Als vorbereitende Aufgabe auf den Kurs bauten die Schüler*innen als Hausaufgabe Papierbrücken, welche sie im Kurs vorstellten. In diesem Zusammenhang diskutierten die Schüler*innen darüber, was beim Bau einer Brücke zu beachten sei und reflektierten ihren durchgeführten Arbeitsprozess kritisch.

Als Einstieg in das Thema Baustatik bauten die Schüler*innen in Vierergruppen einige Brücken, um das Pasco Statik-System kennenzulernen (s. Abb. 7). Das Pasco Statik-System ist dabei ein aus Kunststoff bestehendes Brückenbausatz, welches eine Untersuchung verschiedener Fachwerk-Konstruktionen, Hän-



Abb. 7: Gemeinsames Bauen und Kennenlernen des Brückenbausets

gebrücken und Schrägseilkonstruktionen ermöglicht [11]. Es wurde dankenswerterweise vom Schülerlabor „Mathe-Lok“ der Technischen Universität Braunschweig der Hessischen Schülerakademie zur Verfügung gestellt.

Nach dem freien Bauen unterschiedlicher Brücken belasteten die Schüler*innen ihre Brücken mit Massestücken an einem Knoten und erhielten den Arbeitsauftrag, alle Zug-, Druck- und Nullstäbe zu erkennen sowie die Zugstäbe durch Seile zu verbinden.

Am Nachmittag des ersten Tages lernten die Schüler*innen zur Messung der einzelnen Stabkräfte das Messwerterfassungssystem kennen. Dafür war es notwendig, sich mit der Kraftmesszelle vertraut zu machen und mit Hilfe der Software *SparkVue* die Kräfte zu bestimmen.

Da einigen Schüler*innen der Kraftbegriff unbekannt war, befassten sich die Schüler*innen am zweiten und dritten Tag komplett mit der Theorie. Den Anfang stellte das Themenfeld der Mechanik dar. Dazu lernten die Schüler*innen zunächst den Kraftbegriff als unsichtbare Größe kennen, welche lediglich in ihrer Wirkung sichtbar wird. Durch Anhängen unterschiedlicher Massestücke an einen Federkraftmesser erhielten die Schüler*innen eine nachvollziehbare Definition der Kraft, ihre Einheit und ihre Eigenschaften.



Abb. 8: Zwei Schüler stehen jeweils auf einer Rollplatte und ziehen an einer Schnur - Kennenlernen des dritten Newtonschen Gesetz

Dabei erlernten die Schüler*innen die einzelnen Themen aus der Mechanik alltagsbezogen, wie beispielsweise das Hebelgesetz am Beispiel einer Wippe oder das dritte Newtonsche Gesetz am Beispiel zweier Schüler, die jeweils auf einer Rollplatte stehen (s. Abb. 8). Zum Nachvollziehen der neuen Themen wurden die Schüler*innen beim Erklären mit einbezogen und haben sich das neu Erlernte gegenseitig erklärt. So war es möglich am

zweiten Tag mit den Schüler*innen den Kraftbegriff, die Zerlegung der Kräfte, das Hebelgesetz und das Drehmoment zu erarbeiten. Am dritten Tag folgte eine Fortsetzung des ersten Theorieteils. Nachdem die Schüler*innen die notwendigen Kenntnisse aus der Mechanik erlangt hatten, ging es mit Statik weiter. In Bezug auf die von den Schüler*innen gebauten Brücken wurden erste Begrifflichkeiten wie Fest- und Loslager geklärt, sodass die Schüler*innen im nächsten Schritt lernten, die gebauten Brücken zweidimensional als ebene Fachwerke zu zeichnen. Der Schwerpunkt des dritten Tages bestand darin, ein Freikörperbild zu erstellen. Nachdem die Schüler*innen das System freischneiden konnten, ging es weiter mit der Berechnung der Lagerreaktionskräfte. Auch hier erklärten sich die Schüler*innen das Verstandene gegenseitig und unterstützten sich beim Lernprozess. Mit Hilfe der Lagerreaktionskräfte ging es in den nächsten Tagen darum, an einer selbstgebauten Brücke die einzelnen Stabkräfte rechnerisch zu bestimmen und diese mit Hilfe der Kraftmesszellen zu überprüfen. Dafür haben die Schüler*innen am vierten Tag in einem kurzen Theorieteil die Gleichgewichtsbedingungen an jedem Knoten eines Fachwerks kennengelernt und konnten dieses Wissen durch einen ständigen praktischen Bezug zur selbstgebauten Brücke vertiefen und anwenden.

Je nach Schüler*inneninteressen haben sich die einzelnen Gruppen im weiteren Verlauf des Kurses mit unterschiedlichen Projekten auseinandergesetzt. Während zwei Gruppen daran interessiert waren, das aufgestellte Gleichungssystem selbstständig zu lösen und die Stabkräfte mit Hilfe der für die Schüler*innen unbekannteren Trigonometrie zu bestimmen, zeigte eine andere Gruppe das Interesse, den 9-Säulen-Raum auf Burg Fürsteneck nachzubauen und die einzelnen Stabkräfte (Säulenkräfte) zu bestimmen. Eine weitere Gruppe hat sich entschieden, ein Katapult nachzubauen und das erworbene Wissen auf dieses zu übertragen. Somit gingen die Schüler*innen am siebten Tag ihren Interessen nach und setzten sich mit ihren Wunschprojekten auseinander.

Zur Vorbereitung der Kurswerkstätten und des abschließenden Gästenachmittags haben die Schüler*innen am sechsten und achten Tag Präsentationen vorbereitet, Plakate erstellt und weitere Brücken gebaut. Die gesamte Gruppe traf Entscheidungen darüber, welche Projekte vorgeführt werden und wie sie den Ablauf der Kurswerkstatt und des Gästenachmittags gestalten möchten.

Fazit

Die Schüler*innen brachten zum Thema Baustatik großes Interesse mit und waren sehr motiviert. Insgesamt arbeitete die gesamte Gruppe engagiert mit und die Schüler*innen haben sich gegenseitig unterstützt. Der Altersunterschied und somit die Zusammensetzung der Gruppen mit Schüler*innen unterschiedlicher Klassenstufen hat keinerlei Probleme mit sich gebracht – ganz im Gegenteil, es entstand eine unterstützende Interaktion sowohl innerhalb als auch außerhalb der Stammgruppen und es herrschte ein sehr angenehmes Kursklima.



Abb. 9: Der Physikkurs der HSAKA-M 2019

Die Schüler*innen im Physikkurs haben besonders gelobt, dass sie keinem Zwang ausgesetzt wurden und jede Gruppe frei entscheiden durfte, welchen Interessen sie nachgehen konnten. Ebenso gut fanden die Schüler*innen, dass es einen ständigen Bezug zwischen Theorie und Praxis gab, sodass sie die Notwendigkeit sahen, die Theorie zu erlernen. So war es für die Schüler*innen ein tolles Erlebnis, auch an ihre Grenzen zu stoßen und von Tag zu Tag gefordert zu werden.

Literaturverzeichnis

- [1] J. Dankert und H. Dankert, Technische Mechanik, 6. Auflage, Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2011.
- [2] H.-J. Frieske, Technische Mechanik Statik: Modul Einführung und Grundbegriffe, Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2019.
- [3] N. H. Oliver Romberg, Keine Panik vor Mechanik: Erfolg und Spaß im klassischen Loser-Fach des Ingenieurstudiums, Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2011.
- [4] H. Löwe, „Statik von Fachwerken,“ Mathematikinformation 53, pp. 41-53, 2010.
- [5] H. Kultusministerium, „Kerncurriculum gymnasiale Oberstufe Physik,“ [Online]. Available: <https://kultusministerium.hessen.de/sites/default/files/media/kcgo-ph.pdf>. [Zugriff am 02 September 2018].
- [6] r. G. P. H. Ernst Kircher, Physikdidaktik, Berlin: Springer-Verlag, 2007.
- [7] U. Backhaus, „Das 3. Newton'sche Gesetz und der physikalische Kraftbegriff,“ Naturwissenschaften im Unterricht Physik , pp. 7-10, 11 Juni 2001.
- [8] R. D. Maike Tesch, „Exerimentieren im Physikunterricht - Ergebnisse einer Videostudie,“ Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, pp. 51-69, 2014.
- [9] A. G. Marcus Hasselhorn, Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren, Stuttgart: Kohlhammer, 2013.

- [10] F. Borsch, Kooperatives Lernen, Kohlhammer, 2015.
- [11] „Dr. G. Schuchardt Lehrmittel,“ [Online]. Available: https://www.schuchardt-lehrmittel.de/catalog/physik_lehrmittel/mechanik/krafte_statik_dynamik/product-statik_system_zur_modellierung_von_brucken_und_durchfuhrung_von_statik_untersuchungen/sku-M2989. [Zugriff am 07 Juli 2019].
- [12] M. Mehrafza, „Uni-Bremen,“ März 2004. [Online]. Available: <https://www.mechanik.uni-bremen.de/mehrafza/tem/tmtest.pdf>. [Zugriff am 05 Juli 2019].
- [13] R. Gross, „Walther-Meißner-Institute for Low Temperature Research,“ [Online]. Available: https://www.wmi.badw.de/teaching/Lecturenotes/Physik1/Gross_Physik_I_Kap_2.pdf. [Zugriff am 05 Juli 2019].

Kursleitung



Prof. Dr. Harald Löwe: Direktor des Schülerlabors „Mathe-Lok“ am Institut Computational Mathematics der Technischen Universität Braunschweig



Asmaa Darraz: Lehrerin mit Lehramt für Gymnasien mit der Fächerkombination Mathematik und Physik an der Leibnizschule in Offenbach am Main

Biologie:

Sensationen unseres Körpers – von A wie Auge bis Z wie Zunge

Katharina Gimbel und Leon Böhm

Unser Körper ist ein wahres Meisterwerk und hält viele Sensationen bereit. Über die Sinnesorgane tritt er mit der Umwelt in Kontakt und übermittelt deren Informationen an das Gehirn. Dabei kann es aber auch zu Fehlinterpretationen und Täuschungen kommen, z.B. dann, wenn die Leistungsgrenzen von Auge, Ohr und Co. erreicht sind. Doch oft sind es gerade diese Fehlinterpretationen und Täuschungen, die uns die beeindruckenden Fähigkeiten unserer Sinnesorgane und unseres Gehirns bewusst machen.

[Auszug aus der Kursankündigung]

Einleitung

Die Humanbiologie und im Speziellen die Sinnesphysiologie stellen interessante und lebensnahe Themenfelder dar, die Schüler*innen selbstgesteuert und entdeckend bearbeiten können. Das Verstehen und Untersuchen der verschiedenen (sinnes-)physiologischen Prozesse des Menschen erfordert ein gewisses Maß an methodischem und fachlichem Wissen. Versuche, wie die Blindverkostung von Gummibären, der Parcourslauf mit einer Umkehrbrille oder Balanceübungen nach dem Drehen auf einem Drehstuhl, lassen sich ohne ein Wissen über die einzelnen Sinnesleistungen nur unzureichend erklären. Gerade dann, wenn unsere Sinne an ihre Grenzen gebracht oder getäuscht werden, entstehen besondere Motivationsmomente, diese Phänomene näher zu erforschen. Den Schüler*innen wurde in unserem Kurs die Möglichkeit gegeben, eigene Forschungsprojekte zu selbstgewählten sinnesphysiologischen oder humanbiologischen Themen zu planen, durchzuführen und schließlich auf einem „Forscherkongress“ den Besucher*innen des Gästenachmittags zu präsentieren. Hierbei haben die Lernenden in Einzelarbeit oder in kooperativen Forscherteams eigene Untersuchungen entwickelt, in denen sie beispielsweise den Lerneffekten beim Tragen einer Umkehrbrille oder den ausgelösten Emotionen bei der Verknüpfung von Seh- und Hörsinn näher auf den Grund gegangen sind. Dabei wurde im Besonderen thematisiert, wie Prozesse naturwissenschaftlichen Arbeitens und Forschens verlaufen. Darüber hinaus wurde fachliches Wissen aufgebaut sowie die Kommunikation und Präsentation von Forschungsergebnissen eingeübt. Spannende Exkurse zu beeindruckenden und sich von den Sinnen des Menschen unterscheidenden Sinnesleistungen aus dem Tierreich, bspw. zur Elektroortung beim Zitteraal oder zum Tastempfinden von Elefanten, standen ebenfalls auf der Tagesordnung und wurden durch Vorträge der Lernenden beigesteuert.

Fachlicher Hintergrund zur Sinnesphysiologie

Jeder kennt die klassischen fünf Sinne des Menschen, die bereits von Aristoteles im 4. Jahrhundert vor Christus postuliert wurden: Hören, Riechen, Sehen, Schmecken und Tasten. Allerdings reichen diese fünf Sinne nicht aus, um alle Sinnesempfindungen des Menschen zu beschreiben. Bekannt ist, dass der Mensch über mehr als diese fünf Sinne bzw. Sinnesmodalitäten verfügt, wobei die zu unterscheidende Anzahl diskutiert wird (Handwerker & Schmelz, 2019). Als relativ gesichert werden die acht Sinnesmodalitäten Sehen, Hören, Geschmack, Geruch, Gleichgewicht, Mechanorezeption (u.a. Tasten), Thermorezeption und Nozizeption (Schmerzwahrnehmung) angesehen (Gründer, 2015). Die verschiedenen Sinnesmodalitäten können sowohl Umweltreize als auch körpereigene Reize detektieren (Handwerker & Schmelz, 2019). Nachfolgend wird der Fokus auf die Sinnesmodalitäten gelegt, die für die Detektion spezifischer Umweltreize verantwortlich sind. Dazu werden, mit Blick auf die Kursinhalte, Einblicke in die Sinnesmodalitäten Geruch, Geschmack, Gleichgewicht, Hören, Riechen, Sehen und Tasten gegeben und exemplarisch grundlegende Mechanismen der Sinneswahrnehmung beschrieben. Anschließend erfolgt ein kurzer Exkurs ins Tierreich.

Allen Sinnesmodalitäten gemeinsam ist, dass sie ein Bild unserer Umwelt vermitteln, indem durch Sensoren spezifischer Sinnesorgane physikalische und chemische Reize in neuronale Signale umgewandelt werden. Diese Informationen über Intensität, Qualität und Reizdauer werden in spezifischen Regionen des Gehirns verarbeitet. Das Ziel ist es dabei nicht, ein getreues Abbild unserer Umwelt zu erzeugen, sondern relevante Ereignisse, die eine Handlung erfordern könnten, zu erkennen (Handwerker & Schmelz, 2019). Daher reagieren nicht alle Sinnesorgane auf alle Reize gleichermaßen. Vielmehr ist es so, dass die Sinnesorgane, wie z.B. das Auge oder das Ohr, für spezifische Reize empfindlich sind, weshalb diese Reize als adäquat bezeichnet werden. Andere Reize werden von ihnen nicht oder in geringerem Maße wahrgenommen. In diesem Kontext wird von inadäquaten Reizen gesprochen. Im Fall der Retinasensoren des *Auges* entsprechen adäquate Reize elektromagnetischen Schwingungen mit Wellenlängen zwischen 400 und 800 nm, wobei bereits die Energie weniger Photonen zur Erregung der Sinnessensoren genügt. Aber auch durch eine mechanische Krafteinwirkung auf den Augapfel können visuelle Eindrücke hervorgerufen werden. Allerdings wird dazu deutlich mehr Energie benötigt, weshalb in diesem Fall von einem inadäquaten Reiz die Rede ist (Frings & Müller, 2019; Handwerker & Schmelz, 2019). Im Falle des *Tastsinns* werden adäquate Reize durch Berührungen, Druck, Dehnungen oder Vibrationen der Hautoberfläche ausgelöst. Dem zugrunde liegen eine Vielzahl spezialisierter Mechanorezeptoren, deren Häufigkeit an unterschiedlichen Körperregionen variiert. Eine hohe Dichte an Mechanorezeptoren findet sich z.B. an den Fingerspitzen oder der Zungenspitze, weshalb diese Regionen als sehr empfindlich gelten. Der Oberschenkel oder die Haut des Rückens sind hingegen deutlich unempfindlicher. Dabei kann die Empfindlichkeit für Berührungen mit der Zeit auch gänzlich abnehmen, wie es z.B. beim Tragen von Kleidung deutlich wird. Die durch die Kleidung ausgelöste Berührung unserer Haut wird nach einiger Zeit nicht mehr registriert, was darauf beruht, dass die Sinneszellen auf einen andauernden Reiz mit einer verminderten Antwort reagieren. Dieser generelle Mechanismus wird als *Adaptation* bezeichnet (Gründer, 2015). Auf dem gleichen Mechanismus beruht es z.B. auch, wenn man nach intensivem Riechen an einer Duftquelle für genau diesen Duft „blind“ wird. Für den *Geruchs-* und den *Geschmackssinn* fungieren chemische Stoffe als Reizquellen. Während der Mensch mithilfe der Geruchssinneszellen über 10 000 verschiedene Gerüche wahrnehmen kann, kann er über die Geschmackssinneszellen fünf Geschmacksqualitäten (bitter, sauer, salzig, süß und umami) unterscheiden. Für komplexe Aromaeindrücke beim Essen ist somit ein Zusammenspiel beider Sinnesmodalitäten verantwortlich (Gründer, 2015). Im Ohr sind gleich zwei Sinnesmodalitäten repräsentiert: das *Hören* und das *Gleichgewicht*. Das Hören beruht auf einer Analyse der Druckschwankungen der umgebenden Luft. Diese Form von mechanischer Schwingung (Schall) führt zu Auslenkungen des Trommelfells, dessen Bewegung über die Mittelohrknochen auf das Innenohr übertragen wird. Im Innenohr liegt die flüssigkeitsgefüllte Gehörschnecke, in der die Hörsinneszellen mechanische Schwingungen in Nervenimpulse umwandeln (Frings & Müller, 2019). Ebenfalls im Innenohr ist das flüssigkeitsgefüllte Vestibularorgan lokalisiert, das sich aus drei Bogengängen und zwei Macula-Organen zusammensetzt. Erstere dienen der Detektion von Rotationsbeschleunigungen, Letztere der Wahrnehmung von Linearbeschleunigungen. Die zugehörigen Sinneszellen reagieren auf die Flüssigkeitsbewegungen (Gründer, 2015).

Im Vergleich der menschlichen und tierischen Sinnesleistungen zeigen sich große Unterschiede, die nachfolgend exemplarisch aufgezeigt werden. Beim Sehen sind die Menschen einem Großteil der Tiere, mit Ausnahme bspw. der Raubvögel, überlegen. Hingegen ist das Geruchsempfinden des Menschen im Gegensatz zu Hunden oder Haien deutlich geringer ausgeprägt. Gleiches zeigt sich auch beim Hören. Beispielsweise können Fledermäuse dank ihres hoch ausgeprägten Hörsinns durch das Ausstoßen von Ultraschalllauten Beutetiere oder Hindernisse in Dunkelheit lokalisieren, indem sie das zurückgeworfene Echo wahrnehmen. Viele Tiere verfügen zudem über Sinnesmodalitäten, die beim Menschen nicht ausgeprägt sind. Zum Beispiel können sich Zugvögel am Magnetfeld der Erde orientieren und manche Fische andere Organismen durch die Wahrnehmung selbst schwacher elektrischer Felder lokalisieren (Frings & Müller, 2019).

Ablauf & Inhalt des Hauptkurses Biologie

Am ersten Tag stand das Wecken der Neugier und Faszination der Lernenden zum Thema Sinne des Menschen im Zentrum. Dazu erfuhren sie zu sechs ausgewählten Sinnesmodalitäten (Geruch, Geschmack, Gleichgewicht, Hören, Riechen, Sehen und Tasten) im Rahmen sogenannter *Erfahrungsstationen* Einblicke in die Fähigkeiten und Grenzen der zugehörigen Sinnesorgane. Die dort aufgeworfenen Fragen wurden am zweiten Tag aus fachlicher Perspektive in Form versuchsgestützter *Erkenntnisstationen* aufgearbeitet. Die Inhalte der einzelnen *Erfahrungs-* und *Erkenntnisstationen*, deren zugrundeliegende Fragen sowie der generelle Ablauf des Kurses, kann Tabelle 2 entnommen werden. Ab dem zweiten Tag gaben die Schüler*innen durch ihre im Vorfeld vorbereiteten Vorträge Einblicke in ausgewählte Sinnesleistungen aus dem Tierreich (Tab. 1).



Abb. 1: Einblicke in die Kurstage 1 und 2

Der dritte Tag wurde für eine Einführung in die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung genutzt. Die Schüler*innen erprobten den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg teilweise angeleitet am Beispiel der biologischen Untersuchungsmethode „Beobachten“ durch die Präparation eines Schweineauges. Hierbei wurde zusätzlich ein Modell-Lernweg für diejenigen angeboten, die keine Präparation durchführen wollten. Die Schüler*innen vollzogen die Untersuchungsmethode „Experimentieren“ anhand eines Versuches nach, den sie bereits kennengelernt hatten. Es wurden eine Forschungsfrage und Hypothesen generiert und die zu planende Untersuchung, mögliche Ergebnisse, deren Auswertung und Interpretation im Plenum besprochen. Zudem erkundeten die Schüler*innen den Hörsinn auf

kreativ-spielerische Art, indem sie ein Hörmemory bastelten. Dabei konnten sie durch Variation der Art oder Menge der Füllmaterialien verschiedene Schwierigkeitsgrade einbauen und so die Fähigkeiten ihres Gehörs auf die Probe stellen.

Tab. 1: Vortragsthemen der Schüler*innen zu Sinnesleistungen im Tierreich

Tag	Vortragsthema	
	Vormittags (9:00 – 9:15 Uhr)	Nachmittags (14:30 – 14:45 Uhr)
2	Das Grubenorgan der Grubenotter	Räumliches Riechen beim Maulwurf
3	Die Biene und ihre Sinnesleistungen	Die Sinne der Katze
4	Das Seitenlinienorgan der Fische	
5	Die Orientierung von Tieren am Magnetfeld	Wale und ihre Besonderheiten
6	Der Sehsinn des Chamäleons	Der Tastsinn der Elefanten
7	Der Riechsinn von Hunden	Die passive Elektroortung im Tierreich
8	Der Zitteraal und sein Orientierungssinn	Die Fähigkeiten des Koboldmakis

Die Tage 4 – 8 bildeten das Kernstück des Kurses und waren durch die eigenständige Forschungsarbeit der Lernenden gefüllt. Auf Basis des erworbenen Wissens und auf Grundlage der Fertigkeiten im fachlichen und methodischen Bereich planten die Lernenden nun eigene (kleine) Forschungsprojekte zu selbstformulierten Forschungsfragen im Kontext Sinnesphysiologie oder im weiteren Kontext Humanbiologie.



Abb. 2: Einblicke in die Kurstage 4 bis 8

Begleitet und unterstützt durch die Hauptkursleitung konnten die jungen Forscher*innen aus einem großen Pool an Materialien zur Durchführung von sinnesphysiologischen und humanbiologischen Versuchen auswählen, diese durchführen und auswerten. Am letzten Tag präsentierten sie den Besucher*innen des Gästenachmittags ihre Forschungsprojekte mit Postern und Versuchsmaterialien in Form eines Forscherkongresses.

Tab. 2: Kursablauf

Tag	Inhalte & Themen	Methoden & Material
Mai – Juni 2019	<ul style="list-style-type: none"> – Begrüßungs-Email an Teilnehmer*innen des Kurses inkl. Vorbereitungsaufgabe – Telefonate mit den Schüler*innen zur individuellen Themenabsprache der Vorbereitungsaufgabe und zum Erfragen von speziellen Forschungsinteressen 	<ul style="list-style-type: none"> – EMailkontakt – Telefonkontakt

	<p>und Erwartungen an den Kurs</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorbereitung der Vorträge zu einer Sinnessensation aus dem Tierreich durch die Schüler*innen 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestaltung einer Präsentation
Tag 1: Erfahrungsstationen zu ausgewählten Sinnen des Menschen		
9:00 – 12:00	<ul style="list-style-type: none"> - Einstieg in und Erwartungen an den Kurs inklusive Erfahrungsstation „Hörsinn“ - Vorstellungsrunde mit verbundenen Augen inmitten einer Kulisse diverser Geräusche unterschiedlicher Lautstärke und Richtungen (Erfahrungsstation „Hörsinn“) - Raumbesichtigung und Übersicht zum Kursablauf - Erfahrungsstationen: <ul style="list-style-type: none"> - Sehsinn: <i>Durchlaufen eines Hindernisparcours mit Umkehrbrillen</i> - Geruchssinn: <i>Ermüdung des Geruchssinns für den Duft von Bittermandelaroma</i> - Tastsinn: <i>(1) Ertasten und Ordnen unterschiedlicher Gegenstände mit und ohne Handschuhe (Fühlmemory), (2) Überprüfung der Unterscheidbarkeit der Gegenstände an unterschiedlichen Hautpartien</i> - Gleichgewichtssinn: <i>(1) Bewältigung einer 4 m langen Strecke unter verschiedenen Bedingungen (z.B. auf einem Bein hüpfend, rückwärts, nach mehrmaliger Drehung, mit verbundenen Augen), (2) Beschreibung visueller Eindrücke nach Drehen und Abstoppen verschiedener Geschwindigkeiten (Drehstuhlversuch)</i> - Geschmacksinn: <i>Verkostung verschiedener süßer und saurer Speisen nach dem Verzehr von Wunderbeeren (<i>Synsepalum dulcificum</i>)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Kugellager - Übergabe der begleitenden Kursmappen - Präsentation - Stationsarbeit in Kleingruppen (2–3 Personen) - div. Versuchsmaterialien
13:30 – 14:30	<ul style="list-style-type: none"> - Zusammenfassung der Erfahrungen - Terminierung der Präsentationen zu Sinnessensationen im Tierreich (Vorbereitungsaufgabe) - Spiel „Pictionary mit Umkehrbrillen“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Gruppengespräch - Plakate - Umkehrbrillen
Tag 2: Erkenntnisstationen zu ausgewählten Sinnen des Menschen		
9:00 – 12:00	<ul style="list-style-type: none"> - Schüler*innenvortrag - Erkenntnisstationen: <ul style="list-style-type: none"> - Hörsinn: <i>Wie lässt sich bestimmen, woher ein Geräusch kommt? (Versuch Richtungshören)</i> - Sehsinn: <i>Was hat die Umkehrbrille mit der Bildverarbeitung im Auge zu tun? (Modellversuch Lochkamera)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Präsentation - Stationsarbeit in Kleingruppen (2–3 Personen) - div. Versuchsmaterialien - div. Modelle

	<ul style="list-style-type: none"> - Geruchssinn: <i>Ab wann lässt sich ein Geruch wahrnehmen? (Versuch zur Ermittlung der Geruchsschwelle)</i> - Tastsinn: <i>Wie empfindlich sind wir an unterschiedlichen Stellen der Haut? (Versuch Tastkörper-Nachweis)</i> - Gleichgewichtssinn: <i>Woran liegt es, dass wir das Gleichgewicht verlieren? (Modellversuch Bogengänge)</i> - Geschmacksinn: <i>(1) Wirkweise des Proteins Miraculin der Wunderbeere (Synsepalum dulcificum), (2) Wovon hängt unser Geschmack sonst ab? (Versuche zum Zusammenhang von Geschmack-, Riech- und Sehsinn wie „Gummibären-Blindverkostung“ oder „Verkostung mit zugehaltener Nase“)</i> <p>- Plakaterstellung zu den Stationen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plakate
13:30 – 14:30	<ul style="list-style-type: none"> - Schüler*innenvortrag - Nachbesprechung der Erkenntnisstationen in Form eines Galerierundganges 	<ul style="list-style-type: none"> - Präsentation - Plakate - Galerierundgang
Tag 3: Naturwissenschaftliches Arbeiten & Forschen		
9:00 – 12:00	<ul style="list-style-type: none"> - Schüler*innenvortrag - Der Erkenntnisweg im Detail - Erkenntnisgewinnung in der Biologie: <ul style="list-style-type: none"> - Untersuchungsmethode „Beobachten“: Präparation eines Schweineauges - Untersuchungsmethode „Experimentieren“: Altersabhängigkeit des Richtungshören 	<ul style="list-style-type: none"> - Präsentation - Legekarten „Erkenntnisweg“ - Schweineaugen - Präparierbesteck - Augenmodelle
13:30 – 14:30	<ul style="list-style-type: none"> - Schüler*innenvortrag - Basteln eines Hörmemorys 	<ul style="list-style-type: none"> - Präsentation - Filmdosen und div. Füllmaterialien
Tag 4: Einstieg in die Forschungsprojekte der Schüler*innen		
9:00 – 12:00	<ul style="list-style-type: none"> - Schüler*innenvortrag - Themenfindung und Planung der Forschungsprojekte 	<ul style="list-style-type: none"> - Präsentation - Brainstorming
Tage 5-8: Arbeit an den Forschungsprojekten der Schüler*innen		
9:00 – 12:00 13:30 – 14:30	<ul style="list-style-type: none"> - Schüler*innenvorträge - Eigenständige Arbeit an den Forschungsprojekten <ul style="list-style-type: none"> - Durchführung und Auswertung der Experimente oder Beobachtungen zu den Fragestellungen der eigenen Forschungsprojekte 	<ul style="list-style-type: none"> - Präsentation - Kleingruppen- bzw. Einzelarbeit - div. Versuchsmaterialien - Plakate

Tag 9: Forscherkongress & Gästenachmittag		
9:00 – 12:30	<ul style="list-style-type: none"> - Vorbereitung der Kursräume für den Forscherkongress am Gästenachmittag - Gestaltung eines Raumkonzepts - Finalisierung der Poster 	<ul style="list-style-type: none"> - div. Versuchsmaterialien - Plakate - Präsentation
14:45 – 16:00	<ul style="list-style-type: none"> - Forscherkongress am Gästenachmittag - Kurze Vorstellung des Hauptkurses Biologie durch die Kursleitung (mit anschließender Fotoshow) - Vorstellung der Forschungsprojekte durch die Schüler*innen 	

Didaktische Konzeption zum Hauptkurs Biologie

Die Arbeit im Hauptkurs Biologie konzentrierte sich auf die Förderung der drei Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung und Kommunikation (KMK, 2005). Im Bereich des Fachwissens stand der Wissensaufbau zu Themen der Sinnesphysiologie und Humanbiologie im Vordergrund. Entsprechende Lerninhalte erschlossen sich die Schüler*innen in einem ersten Schritt problemorientiert mithilfe der *Erfahrungs-* und *Erkenntnisstationen*. Eine Vernetzung dieser fachlichen Konzepte erfolgte durch die von den Schüler*innen dargebotenen Exkurse zu Sinnesleistungen im Tierreich. Weiterführende Sachverhalte erarbeiteten sich die Lernenden im weiteren Kursverlauf eigenständig durch die Schwerpunkte ihrer Forschungsprojekte.

Für die Durchführung der eigenen Forschungsprojekte waren Kenntnisse über die naturwissenschaftlichen Methoden, wie z.B. Experimentieren, Beobachten oder Präparieren, unerlässlich (Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung). Diese wurden den Schüler*innen durch eine Einführung in die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung (Tag 3) am Beispiel der Untersuchungsmethoden Beobachten und Experimentieren vermittelt. Ziel war es, den Lernenden praktisch erfahrbar zu machen, wie in der Biologie gezielt und systematisch Erkenntnisse gewonnen werden können. Die Untersuchungsmethoden Beobachten und Experimentieren zeichnen sich dadurch aus, dass sie in einen übergreifenden naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg eingebettet sind, durch den ausgehend von einem Phänomen eine bestimmte Fragestellung durch Hypothesenbildung, Untersuchungsplanung und -durchführung und Auswertung beantwortet wird (KMK, 2005; Meier & Wellnitz, 2013). Das naturwissenschaftliche Beobachten, das sich u.a. durch ein planmäßiges und systematisches Erfassen und Protokollieren von Eigenschaften auszeichnet (Meier & Wellnitz, 2013), wurde anhand einer Präparation und kriteriengeleiteten Untersuchung eines Schweineauges erprobt. Ein naturwissenschaftliches Experiment zeichnet sich im Gegensatz dazu durch ein planmäßiges, systematisches und zielgerichtetes Eingreifen in einen zu erforschenden Ablauf ein, um Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zu ermitteln (Gropengießer, 2013; Meier & Wellnitz, 2013). Hierzu wurde beispielhaft ein mögliches Vorgehen zur Untersuchung der Altersabhängigkeit des Richtungshörens besprochen. Darauf aufbauend

strukturierten die Lernenden ihre Forschungsprojekte, unterstützt durch die Kursleitung, weitestgehend eigenständig (Tage 4–8).

Elemente des Kompetenzbereichs Kommunikation waren in vielfältiger Weise im Kursprogramm präsent. Im Rahmen der Vorbereitungsaufgabe recherchierten die Schüler*innen in Büchern und Internetquellen Informationen zu ihren selbstgewählten Sinnesleistungen aus dem Tierreich. Diese Informationen bereiteten sie adressatengerecht für eine Kurzpräsentation im Umfang von etwa zehn Minuten auf. Während des Kurses stellten die Lernenden ihre Präsentationen mündlich vor (Tab. 1) und kamen zu ihren jeweiligen Themen mit der Kursgruppe ins Gespräch. Für ihre Forschungsprojekte recherchierten die jungen Forscher*innen in verschiedenen Quellen, wie Texten oder Filmen, zogen diese Informationen zur Interpretation ihrer gewonnenen Ergebnisse heran und hielten ihren Forschungsprozess und ihre Ergebnisse auf Plakaten, in Form von digitalen Präsentationen oder selbstgedrehten Filmen fest. Im Rahmen eines Werkstattbesuches und im Zuge des Forscherkongresses am Gästenachmittag stellten die Schüler*innen ihre Forschungsprojekte unter Verwendung adäquater Fachsprache adressatengerecht anderen Akademieteilnehmer*innen sowie den Besucher*innen des Gästenachmittags vor.

Daneben wurden auch überfachliche Kompetenzen im Hauptkurs Biologie gefördert (Hessisches Kultusministerium, 2011). Im Zentrum stand hierbei die personale Kompetenz der Lernenden (mit dem Schwerpunkten Selbstregulation und Sozialkompetenz). Durch die eigenständige Planung und Durchführung ihrer Forschungsprojekte waren sie angehalten, ihren eigenen Lern- und Arbeitsprozess selbstreguliert, sachgerecht und konzentriert zu strukturieren. Zudem erforderte die gemeinsame Arbeit in Teams von den jungen Forscher*innen Kooperations- und Teamfähigkeit sowie an einigen Stellen auch Rücksichtnahme und Solidarität.

Forschungsprojekte der Schüler*innen

Die Schüler*innen überlegten sich interessensgeleitet verschiedene Fragestellungen zu den Themengebieten Sinnesphysiologie und Humanbiologie. Die einzelnen Fragestellungen wurden gesammelt und mit den Schüler*innen im Plenum dahingehend diskutiert, ob bzw. wie sie im Rahmen der verbleibenden Akademitage naturwissenschaftlich untersucht werden könnten. Dabei ergaben sich zehn Fragen, die von den Lernenden in wechselnden Teams und mittels verschiedener Untersuchungsmethoden und Arbeitstechniken bearbeitet wurden (Tab. 3). Die Bearbeitungszeit der einzelnen Projekte variierte von zwei bis vier Tagen, sodass sich Schüler*innen mit einem oder auch gegebenenfalls mit zwei Forschungsprojekten beschäftigten.

Tab. 3: Forschungsprojekte und deren Untersuchungsmethoden und Arbeitstechniken

Forschungsprojekte	Untersuchungsmethode & Arbeitstechnik
Wie verändert sich die muskuläre Reaktion am Arm in Abhängigkeit zur Stimulusdauer und –frequenz bei elektrischer Reizung?	Beobachtung und Vergleich der Reizreaktion der Armmuskulatur auf unterschiedliche elektrische Reize mittels TENS-Gerät.

Gibt es eine emotionsbasierte Sinnespräferenz beim Menschen?	Ermittlung der Sinnespräferenz bei der Betrachtung zweier Bildmotive bei unterschiedlichen akustischen Kulissen.
Wie schnell lernt das Gehirn beim Tragen einer Umkehrbrille?	Lernversuch zum Zeichnen und Lesen beim Tragen einer Umkehrbrille.
Sind Reflexe trainierbar, ermüdbar, unterschiedlich stark ausgeprägt oder geschlechtsspezifisch variabel?	Beobachtungen zu Reflexen an verschiedenen Körperstellen von Männern und Frauen.
Inwiefern hängen Geschmacks- und Sehsinn zusammen?	Experiment zum Geschmacksempfinden unterschiedlich eingefärbter Götterspeise.
Gibt es eine alters- oder geschlechtsbedingte Unterschiedlichkeit im Tastempfinden?	Ermittlung der Reizschwelle verschiedener Hautbereiche von Personen unterschiedlichen Alters und Geschlechts mittels Stechzirkel und Lineal.
Gibt es Unterschiede in der Farb- und Kontrastwahrnehmung?	Ermittlung (a) des Gesichtsfeldes für die Wahrnehmung verschiedener Farben und (b) des Lesefelds mittels Perimeter.
Lässt sich unser Hörsinn täuschen?	Vergleich der Reaktionen auf gleiche Tonspuren bei variierenden optischen Impulsen.
Ist die Fähigkeit des räumlichen Riechens beim Menschen ausgeprägt?	(a) Beobachtung, inwiefern Personen allein durch den Geruchssinn (bei geschlossenen Augen) eine Geruchsquelle im Raum ausfindig machen können und (b) Experiment zum Richtungsriechen mit einer selbst entwickelten Apparatur, mit der u.a. die Geruchsrichtungen gekreuzt werden konnten.
Variiert das Temperaturempfinden an unterschiedlichen Körperstellen?	Ermittlung der Reizschwelle für Wärme an unterschiedlichen Hautbereichen mittels einer Wärmelampe.

Abschluss & Fazit

Der Hauptkurs Biologie bot den Lernenden die Möglichkeit, ihren eigenen Forschungsinteressen in selbstgewählten Forschungsprojekten nachzugehen. Ein derartig selbstreguliertes, individuelles und inhaltlich tiefes Arbeiten ist im regulären Schulunterricht aus Zeitgründen nicht möglich. Überrascht haben uns die Schüler*innen mit ihrem hohen fachlichen Interesse, ihrer Begeisterungsfähigkeit und ihrem tiefen fachlichen Verständnis von physiologischen Prozessen. Die hohe Motivation und das große Interesse der Lernenden an der Thematik zeigten sich zum einen durch ihr ausdauerndes Arbeiten an den Forschungsprojekten, bei denen einige Forscher*innen kaum zu Pausen zu bewegen waren. Zum anderen hatten

die Lernenden große Freude daran, die Sinne der anderen Akademieteilnehmer*innen bei den Werkstattbesuchen auf die Probe zu stellen und über ihre eigenen Forschungsprojekte zu informieren. Auch am Gästenachmittag haben die Schüler*innen im Zuge des Forscherkongresses alle Besucher*innen für ihre Forschungsprojekte und die Themen Sinnesphysiologie und Humanbiologie mittels aufwendig gestalteter Plakate und Präsentationen begeistert. Zusätzlich boten die Lernenden den Besucher*innen die Möglichkeit, kleinere Versuche selbst zu erproben, wie das Blindverkosten von Wackelpudding oder das Anfertigen von Zeichnungen beim Tragen einer Umkehrbrille, und ermöglichten ihnen vielfältige Einblicke in ihre Forschungsprojekte durch selbsterstellte Erklärvideos und Kurzvorträge. Die Themen Sinnesphysiologie und Humanbiologie sowie die Möglichkeit an eigenen Forschungsprojekten zu arbeiten, stieß nicht nur bei den Besucher*innen des Gästenachmittags auf große Begeisterung, sondern auch bei den Kursteilnehmer*innen selbst. Im Rahmen einer abschließenden Feedbackrunde wurde neben der „lockeren“ und „schönen [Arbeits-]Atmosphäre“ gerade die Möglichkeit zur selbstständigen und freien Arbeit an eigenen Forschungsprojekten lobend hervorgehoben (z.B. „Ich fands cool, dass ihr uns genügend Freiheit gegeben habt, uns auch selber kreativ zu betätigen“). Die Präparation der Schweineaugen wurde als ein Highlight angeführt, das ihnen in positiver Erinnerung bleiben wird. Abschließend kann festgehalten werden, dass die Zeit auf der Schülerakademie für alle Teilnehmenden inklusive der Kursleitung zu einem unvergesslichen und „ultimativen“ Erlebnis geworden ist, was auch der selbstgegebene Kursname zeigt (Abb. 3).



Abb. 3: Der Hauptkurs Biologie 2019 (links) und Kursname „Team Ultimativ“ (rechts)

Literatur

Frings, S. & Müller, F. (2019). *Biologie der Sinne: Vom Molekül zur Wahrnehmung* (2. Auflage). Berlin: Springer.

Gropengießer, H. (2013). Experimentieren. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie, 9. Auflage* (S. 284–293). Hallbergmoos: Aulis.

Gründer, S. (2015). Allgemeine Sinnesphysiologie. In M. Gekle, E. Wischmeyer, S. Gründer, M. Petersen, A. Schwab, F. Markwardt, N. Klöcker, H.-C. Pape, R. Baumann & H. Marti, *Taschenlehrbuch Physiologie, 2. Auflage* (S. 592–601). Stuttgart: Thieme.

Handwerker, H. & Schmelz, M. (2019). Allgemeine Sinnesphysiologie. In R. Brandes, F. Lang & R. Schmidt (Hrsg.), *Physiologie des Menschen: mit Pathophysiologie*, 32. Auflage (S. 629–643). Berlin: Springer.

Hessisches Kultusministerium. (2011). *Bildungsstandards und Inhaltsfelder: Das neue Kerncurriculum für Hessen: Sekundarstufe I – Gymnasium: Biologie*. Wiesbaden: Hessisches Kultusministerium. Verfügbar unter https://kultusministerium.hessen.de/sites/default/files/media/kerncurriculum_biologie_gymnasium.pdf

Meier, M. & Wellnitz, N. (2013). Beobachten, Vergleichen und Experimentieren mit Wasserflöhen – Biologische Erkenntnismethoden praktisch anwenden. *Praxis der Naturwissenschaften - Biologie in der Schule*, 62(1), 4–10.

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (Hrsg.). (2005). *Bildungsstandards für das Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 16.12.2004*. München: Wolters Kluwer.

Kursleitung



Katharina Gimbel arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Didaktik der Biologie an der Universität Kassel mit den Schwerpunkten Naturwissenschaftsverständnis und Lehrer*innenprofessionalisierung in vernetzten Lernumgebungen.



Leon Böhm arbeitet als studentischer Mitarbeiter in der Abteilung Didaktik der Biologie an der Universität Kassel mit dem Schwerpunkt Naturwissenschaftsverständnis angehender Lehrkräfte.

Kunst und Kultur:

My speaking body - ein ästhetisches Forschungspro- jekt über und mit dem Körper als Selbst-Inszenierung im Raum

Jungyeon Kim und Ferenc Kréti

Mein Körper spricht – auch wenn meine Sprache verstummt. Doch was drückt sich dann aus? Und wie? Welches Bild inszeniere ich von mir und wie gebe ich dem Ausdruck?

Im Kurs „My speaking body“ spielen wir mit unserer Selbst-Inszenierung, gestalten wir Bilder von uns selbst im Raum als performative Installation mit Theater, Tanz, Dialogen, Fotos, Bildern, Texten, Musik, Materialien und Objekten. Wir suchen nach Formen der „Erzählung“ jenseits alltäglichen Sprach- und Schriftgebrauchs. Und wir finden „Alltagssprache“ jenseits gewohnter Räume. Wir nutzen bekannte und unbekannte Wege und Formen des Ausdrucks, erlauben uns neue Sichtweisen, als Anlass für vielfältige Auseinandersetzung und neue Erkenntnisgewinne. Und wir laden ein Publikum ein für überraschende Begegnungen.

Voraussetzung für die Teilnahme an dem Kurs sind neben großer Offenheit und Experimentierfreude, gute Kenntnisse in mindestens einem der genannten Bereiche, die in der Bewerbung deutlich gemacht werden.

[Auszug aus der Kursankündigung]

Einleitung

„My speaking body“ – ist ein ästhetisches Forschungsprojekt über und mit dem Körper als Selbst-Inszenierung im Raum. Die Lebenserfahrung und je eigene Perspektive der teilnehmenden Schüler*innen (12-15 Jahre) sind Ausgangspunkt für eine Eigenproduktion im Zusammenspiel von inhaltlicher, ästhetisch-künstlerischer und biografischer Gestaltung. Bewusst spiegelt die ästhetische Umsetzung der handelnden jugendlichen Akteure deren aktuelle Haltung zum Thema wider als auch die damit verbundene Befindlichkeit mit allen Widersprüchen, Antworten und Fragestellungen, ohne dabei einen Anspruch auf objektive Gültigkeit erheben zu wollen (vgl. WESTPHAL/LIEBERT 2009). Wir experimentieren mit Methoden aus den Bereichen Performance, Theater und Tanz sowie weiteren zeitgenössischen Kunstdisziplinen.

Über ästhetische Zugänge und dem Kennenlernen künstlerischer Arbeitsweisen wird eine Auseinandersetzung über die eigene Person hinaus gefördert und mittels Formen der Verfremdung als Thema in der Gruppe selbst und im Kontext einer Aufführung behandelt. Im Verlauf werden Haltungen, Erkenntnisse und subjektive Sichtweisen erfahrbar gemacht, ausgedrückt und veröffentlicht. Dies geschieht in einem dialogischen Entscheidungsprozess über die Auswahl von Inhalt und Form der Ergebnisse, um so in einen vielfältigen Austausch innerhalb sowie außerhalb des Kursgeschehens zu kommen. Diese Auseinandersetzung über Form und Inhalt des persönlichen Ausdrucks erlaubt es, eine individuelle Positionierung und je eigene Gestaltungsmöglichkeiten zu entdecken. Darüber hinaus werden auch Aspekte der Verantwortung und Konsequenzen verdeutlicht in Bezug auf Chancen (Austausch, Entwicklung etc.) und Risiken (Missbrauch, Exhibitionismus, Shit Storm etc.) der eigenen medialen Präsentation im digitalen Zeitalter. Ausgehend von den individuellen Ausdrucksmöglichkeiten der Akteure, die mit eigenen Schwerpunkten zum selbstständigen Arbeiten und Experimentieren ermutigt werden, stehen der individuelle Erkenntnisgewinn sowie die Selbstevaluation der persönlichen Fortschritte der Schüler*innen durch Methoden des konstruktiven Feedbacks im Vordergrund.

Didaktik und Methodik

Kulturelle Bildung – der Kurs versteht sich als ein Angebot Kultureller Bildung mit u. a. folgender Kriterien: Reflexion (über künstlerische Gestaltungsvorgänge), Orientierung (an ästhetischen Ansprüchen) und Sinnstiftung, Bewertung und Kritik (für wirkungsvolleres Gestalten) (LOHMANN 2014: 5).

Das Taking-over der Schüler*innen ist nach Dröge „ein zentrales Anliegen, weil es ein Widerspruch in der Art eines Double Bind wäre, das kreative Handeln anderer in den eigenen Händen zu kontrollierend festzuklammern [...]. Das Taking-over zeigt [...] die Krönung eines kreativen Prozesses. Es ist dem Stück und den Tänzern anzusehen, ob die Übernahme stattgefunden hat oder nicht.“ (2009: 241).

Performance / performative Kunstformen – können über eine Aufführungspraxis hinaus als „szenische Kunstpraxis“ Möglichkeitsräume schaffen und vielfältige Themen behandeln: „soziale Unordnungen, kulturelle Konventionen und Zeichen, politische und ästhetische Provokationen, die Suche nach Utopien und heterogenen Räumen, [...] das Aufspüren von Verdrängtem und Vergessenem. [...] Gerade indem Performativität ästhetische Praxis im sozialen Prozess definiert, ist Performancekunst ein serious game‘, das nicht vorgibt zu sein, sondern sich tatsächlich ereignet, Gegenwart herstellt [...]“ (WIRTH 2018 MAK NITE Lab, URL: <https://www.mak.at/performativitaet>).

Installation – ist ein Raum-Konzept, das künstlerisch oder architektonisch arbeitet und „einen originären und individuellen Kontext“ (ebd.) mit interpretativen Fragestellungen und Themen ermöglicht.

Performative Installation – vereint vergängliche und statische Elemente, Präsenz und Präsentation, Immaterialität/Materialität und kann „mittels konstruierter Situationen Wirklichkeit inszenieren, Narration und Kommunikation eine räumliche Erscheinung geben [...]“ (ebd.).

Ästhetische Forschung – der Kurs folgt in seiner Systematik dem Konzept der Ästhetischen Forschung nach KÄMPF-JANSEN (2001). LEUSCHNER (2012: 28) nennt in Bezug dazu fünf Phasen als „dynamisches Gefüge“: 1. Thema und Frage finden; 2. Forschen, sammeln und erfahren; 3. Material aufbereiten; 4. Präsentieren; 5. Reflektieren.

ANDREA SABISCH (2007: 18) widerspricht der These KÄMPF-JANSENS, am Anfang der Forschung müsse eine Frage stehen. Sie bezeichnet diese Phase vor der Forschung als Suche. Im Kurs haben wir in Ergänzung zu SABISCH die Suche als Teil des Forschungsprozesses deklariert, da es für uns kein überzeugendes Motiv gab, diese als Vor-Forschung vom Prozess des Forschens zu trennen. Die Suche wird im Kursverlauf und als Teil der Performance inszeniert und veröffentlicht mittels verschiedener Formen der Repräsentation: „Indem wir aufzeichnen, inszenieren wir unsere Erfahrungen der Suche“ (ebd.). Damit wird die Inszenierung der Suche pädagogisch relevant, weil sie ästhetisch erfahrbar wird.

Verlauf der Kursarbeit

Tab. 1: Kursverlauf

PHASE I (Tag 1-3) Einführung Performance & Gestaltung	PHASE II (Tag 3-6) Themenfindung & Konkretisierung	PHASE III (Tag 7-9) Vom Labor zur Bühne
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung Thema • Nachbereitung der Schüleraufgabe und Projektarbeit • Ästhetische Techniken und Übungen: Solo-, Duo- und Gruppenkonstellationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Thematische Vertiefung und Projektarbeit • Verbindung Methoden und Techniken • Vorbereitung Performance Konzept • Werkschau 	<ul style="list-style-type: none"> • Proben • Performance • Feedback, Auswertung und Abschluss

Hausaufgabe zur Vorbereitung des Hauptkurses

Zur Vorbereitung gab es im Vorfeld folgende Hausaufgabe: *Bereite eine Mini-Performance vor (Dauer: ca. 5 Minuten), die etwas über dich erzählt – z.B. über deine Interessen, Vorlieben, persönliche und biographische Eigenheiten; etwas, was für Dich wichtig ist. Alles kann ein Mittel/Requisit für Performance sein und jede Form ist willkommen (Bewegung/Tanz, Stimme/Sprache, Szene, Texte, Malerei, Objekte, Video, Audio ... etc.)! Performance heißt auch, dass etwas live stattfindet und zugleich einen sinnlich spürbaren Erfahrungsraum für das 'Publikum' erschließt. Diese Performance stellen wir uns am ersten Tag in geschütztem Rahmen vor. So lernen wir ein wenig einander kennen und beginnen mit der Gestaltung eines gemeinsamen performativen Raums.*

Unser Anliegen mit der vorbereitenden Aufgabe war, den Schüler*innen einen ersten Gestaltungsraum zu bieten, in dem sie

- der Gruppe etwas über eigene Erfahrungen als Gestalterin und Gestalter zeigen,
- einen ersten Eindruck geben können, was sie an der ästhetischen Arbeit interessiert,
- deutlich machen, warum sie sich für den Kurs entschieden haben.

Einführung Performance

Der erste Kurstag begann damit, dass die Schüler*innen sich zu zweit über ihre Erwartungen und Motivationen austauschten. Die Ergebnisse spiegelten heterogene Ausgangspunkte wider und wurden in einer Tabelle zusammengefasst. Beispiele: "Ich bin hier, weil ich mich und andere hier auf eine andere Art und Weise kennenlernen kann als sonst." "Ich bin hier, weil ich gerne meine Grenzen erweitern und Bereiche der Wahrnehmung erkunden möchte.", "... weil es mit Musik zu tun hat.", "Improvisation", "Entwicklung", "Ausdruck", "Sprache", "... mit dem Körper und der Bewegung mich ausdrücken".

Am ersten Kurstag wurden die Mini-Performances vorgestellt. Die Präsentationen waren mutig und berührend. Eine große Vielfalt unterschiedlichster Interessen, Ambitionen, Erfahrungen, Stärken, Talenten und Persönlichkeiten kam zum Ausdruck. Es gab szenisch-performative Narrative unter Einsatz von mitgebrachten Gegenständen und Objekten, eine Ballett-Vorführung, eine pantomimische Darstellung zu Alltagserfahrungen, eine Rap-Song-Performance, eine Präsentation eines selbst geschnittenen Videos, eine Erzählung im Stil des Kabarets oder selbst geschriebene Texte.

Bewegungs- und Tanzvermittlung

Im Mittelpunkt unserer interdisziplinären Performance-Arbeit stand der Ausdruck durch Körper und Bewegung. Die tägliche Körperarbeit, in der Körperbewusstsein, Stabilität, Koordination und Mobilität der Bewegung sowie die Erweiterung individueller Bewegungsmuster im Vordergrund standen, etablierte einen kontinuierlichen Erfahrungsraum. Ausgehend von dieser Basisarbeit folgten explorative Bewegungsphasen, welche häufig Duett-Strukturen mit kommunikativem Charakter annahmen und weitere ästhetische Vertiefung und Reflexion der Bühnenarbeit vorbereiteten.

Beispiel: Von Schritt-Dialog zu Tanz-Dialog

Zu zweit. Eine Person setzt sich gehend in Bewegung und stoppt. Die andere Person schaut aufmerksam zu und reagiert, indem sie ebenfalls zwischen Gehen und Stoppen wechselt. Die Erste reagiert darauf direkt. Die Aktion des abwechselnden Gehens und Anhaltens ist hier das hauptsächliche Mittel des kommunikativen Ausdrucks – wie weit laufe ich, in welchem Abstand von meinem Partner, wie langsam oder schnell, mit was für einer energetischen Spannung und wie setze ich dynamische Akzente und Betonungen in meinem Gehen etc. Nach kurzer Zeit finden in diesen kommunikativen Kontext neben wechselnden Schrittfolgen unwillkürlich auch andere Bewegungen Eingang. Dies wird von dem Facilitator mit kontinuierlichem Input gefördert, um weitere Formen der Bewegung ins Spiel zu bringen. Die Dialogarbeit setzt sich in wechselnden Partner-Konstellationen fort und wird anschließend in der Bühnensituation ästhetisch mit neugierigem Blick reflektiert und weiter vertieft.

Experimentelle Herangehensweise an Musik

Im Einklang unseres interdisziplinären, spartenübergreifenden Kurskonzepts haben wir unsere Schüler*innen auch zur Exploration mit Klang und Musik angeregt. Einige hatten von Zuhause Musikinstrumente mitgebracht; außerdem stand im Kursraum ein Klavier zur Verfügung. Wir als Kursleitende spielen kein Instrument auf professionellem Niveau. Dennoch wollten wir in dem von uns konzipierten performativen Rahmen auf Klang und Musik nicht verzichten und verließen uns daher auf die Kompetenz der Jugendlichen, das Element der Livemusik mit Feingefühl und Selbstvertrauen in ihre Arbeiten mit einzubringen. Während des Kennenlernens der Grundlagen der Performance-Arbeit mit unterschiedlichen Schwerpunkten (z.B. Stimme, Sprache, Bewegung ...), legten wir großen Wert auf die Entwicklung eines achtsamen Dialogs mittels verschiedener Ausdrucksformen innerhalb eines ästhetischen Raums. Am fünften Kurstag folgte eine Kurseinheit mit musikalischer Improvisation, in der die Gruppe zuerst mit Geräuschen und Klängen von Gegenständen und danach mit den Musikinstrumenten experimentierte. Die entstandenen Szenenentwürfe waren im Fortlauf Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung mit musikalischen Mitteln.

Einführung Thema Selbstinszenierung My speaking body



Der Ausgangspunkt für das Kursthema Selbstinszenierung im Raum basierte auf der Idee des Selbstportraits. Die ästhetische Auseinandersetzung in einem forschenden Prozess im Dialog mit dem eigenen Selbst-Bild als zu gestaltendes Kunstobjekt sollte als ein *roter Faden* im gesamten Kursverlauf dienen.

Die Gestaltung des Selbstportraits und die darauffolgenden performativen Arbeitsschritte eröffneten einen individuell-persönlichen und ästhetischen Zugang zum Thema.

Es begann ein forschender Prozess mit unterschiedlichen ästhetischen Ansätzen. Dieser Weg mündete am Ende in eine Werkschau als ...



Performance,



in der Bewegung, Sprache und musikalische *Live-Darbietung* unter Einbeziehung der im Raum installierten Portraits in einem gemeinsamen performativen Kontext zueinander ...



in Beziehung



treten



Fotos 1-6: Dekonstruierte Portraitfotos als Rauminstallation

Tab. 2 Entwicklung Selbstportrait

Kurstage	Entwicklungsprozess	Anmerkung
2. Tag	Alle Teilnehmenden (TN) werden einzeln fotografiert. Die Fotos werden im DIN-A2-Format ausgedruckt.	Jede TN entscheidet spontan über Ausdruck und Haltung für das Bild. Hierbei war es vorteilhaft, dass nicht die Kursleitung, sondern stattdessen eine dritte Person (aus dem Akademieteam) fotografierte.
2./3. Tag	Das ausgedruckte eigene Foto, als Ausgangsmaterial, wird zu einem neuen Werk umgestaltet. Vielfältige von den TN teilweise auch selbst in der Natur gefundene Materialien zum Malen und Basteln stehen zur Verfügung. Nach Fertigstellung werden Titel oder Überschriften für das eigene Werk vergeben.	Die Pforten der Freiheit sind weit geöffnet und die Vielfalt aller zur Verfügung stehenden Möglichkeiten dient als Ermunterung und Ansporn — Beispiel: „Das Portrait kann auch ein dreidimensionales Objekt sein.“ Dieser intensive, individuell-persönliche Prozess mit dem eignen Selbst-Bild zeigt sich spielerisch und ernsthaft zugleich und benötigt deshalb ein Zeitrahmen von mehreren Stunden.
3./4. Tag	choreographische Auseinandersetzung mit dem Thema (siehe unten)	
5. Tag	Der Kursraum wird leergeräumt und neutral gestaltet, die Werke im Raum installiert. Anschließend folgen Experimente, sich in unterschiedlichen räumlichen Bezügen zum eigenen Werk zu positionieren.	Wo finde ich im Raum einen passenden Ort für mein Werk – in der Mitte des Raums mit viel freier Fläche drum herum, in einer geschützten Ecke, auf der Treppe, in großer Höhe an einer Aufhängung, auf der Fensterbank mit Beleuchtung ...? Wie wirkt mein Selbst-Bild als Kunstobjekt auf mich?
5./6. Tag	Projektarbeit: In kleinen Gruppen gestalten die Schüler*innen gemeinsam eigene Szenen (s. u.).	Die Szenen werden weiterentwickelt und am sechsten Tag abends in der Kurswerkstatt im Rahmen der internen Akademie Werkschau gezeigt.
7. Tag	Die Gruppe reflektiert erneut über die unterschiedlichen Werke und austauscht sich aus. Jeder schreibt einen kurzen Text zu seinem eigenen Portrait im Hinblick auf diesen Prozess.	„Finde unterschiedliche Aspekte der vorgestellten Werke und benenne sie in wertfreier, neutraler Ausdrucksweise. Versuche im Anschluss an diesen gemeinsamen Austausch solche Aspekte ebenfalls in deinem eigenen Werk wiederzuentdecken; schreibe darüber.“
8./9. Tag	Hauptprobe, Generalprobe, Werkschau-Präsentation	Die Szenen werden in einer Abfolge mit Übergängen anhand von Texten bzw. Sprachakten im Bezug zu den Portraits arrangiert. Eine Anfangs- und Endszene, in denen das Thema choreographisch umgesetzt wird, rahmen die Performance (s. u.).

Choreographische Auseinandersetzung mit dem Thema

Das Motiv *Zeigen und Nicht-Zeigen* war Anlass für die choreographische Umsetzung des Themas. Es entstand am dritten Kurstag im Prozess einer Bewegungsexploration und entwickelte sich im weiteren Verlauf zu einer Anfangs- bzw. einer Schlusszene für die Werk-

schau. Die in dieser Weise entstandenen Szenen bezeichneten wir später als »Licht-Felder-Szenen«, weil die Spielflächen durch das Bühnenlicht abgegrenzt wurden.

Beispiel: Mover und Kameramann (zum Motiv *Zeigen und Nicht-Zeigen*)

Auf der Bodenfläche wurden verschiedene Spielflächen – je ca. einen halben Quadratmeter groß – mit Klebeband markiert. In Paaren eingeteilt werden die Spielflächen besetzt. Eine von beiden Personen spielt Kameramann, indem sie mit den Händen vor ihren Augen ein Kameraobjektiv formt. Am Rand der Spielfläche stehend, fokussiert sie den Blick ihrer fiktiven Kamera auf die Fläche und beginnt einen imaginären »Film« zu drehen. Die andere Person agiert als Performer*in und führt mit dem Motiv »Zeigen und Nicht-Zeigen« einen Tanzfilm live auf. Besonders gut lassen sich so Bewegungsmöglichkeiten in engem Kontakt mit dem Boden einsetzen. Anhand einer kurzen Demonstration und der darauf folgenden Fragestellung werden weitere Variationsoptionen gemeinsam gesammelt:

Welche Körperteile können sichtbar werden? Auf welchem Wege werden sie für die »Kamera« sichtbar und in welcher Weise verschwinden sie? Wird die Bewegung ganzkörperlich ausgeführt oder eher gestisch? Mit welcher energetischen Qualität wird die Bewegung durchgeführt? Wie könnte ich meinen Kameramann noch überraschen?

Nach einiger Zeit, nachdem bereits ein mehrmaliger Rollentausch stattgefunden hat, können sich die bewegenden Performer*innen wie auch die filmenden »Kameraleute« frei von einer Spielfläche zur anderen bewegen, sodass sich die anfänglichen Partnerkonstellationen auflösen. Am Ende werden für den selbst erlebten »Film« passende Filmtitel vorgeschlagen.

Szenenische Entwicklung und Werkschau

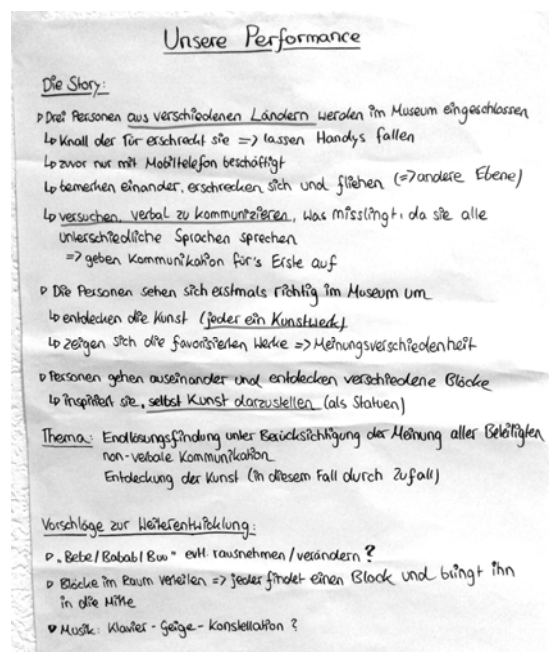
Schüler*innen-Projekte und Laborarbeit

Am fünften Tag begannen die Teilnehmenden, in drei Gruppen selbstständig Szenen zu entwickeln. Die Aufgabenstellung lautete:

„Beginnt mit einem Solo-Zustand, in dem jede(r) in Bezug auf das eigene Werk für sich zunächst allein ist. Lasst aus dieser Konstellation einen gemeinsamen Augenblick entstehen, an dem alle Performer*innen beteiligt sind.“

In allen drei Szenen ging es darum, wie sich Menschen in ihrer Vielfalt und Unterschiedlichkeit zusammenfinden, sei es zu einer Art von Freundschaft oder zu von Verständnis getragener Kommunikation. Unsere Schüler*innen hatten die Aufgabenstellung als Narrativ interpretiert! Am nächsten Kurstag folgte eine gemeinsame Laborarbeit, in der die Gruppen ihre jeweiligen Szenen zuerst analytisch reflektierten: Woraus bestand die Geschichte bzw. das Narrativ? Was für konkrete Aktionen haben stattgefunden und wie spielten sie sich ab? Welche Weiterentwicklungsmöglichkeiten sind nun denkbar?

Im Anschluss wurde die jeweilige Szene variiert, angepasst und durch gegenseitige Feedbacks und Anmerkungen bearbeitet. Der Fokus verlagerte sich nun von dem narrativen As-



pekt zu einer ästhetisch-künstlerischen Perspektive für das Performance-Geschehen auf der Bühne. Beispielsweise wurde gefragt, was eine Körperhaltung oder die Art der Fortbewegung über den Charakter und seine Beziehung zu den anderen aussagt und wie eine solche Charakterisierung noch verdichtet und intensiviert werden könnte. Welche narrativen Mittel wirken auf das Publikum allzu durchschaubar, wie könnten wir das Publikum überraschen und was wollten wir als Geheimnis für uns behalten, um für das Publikum eigene Interpretationen und Deutungen zu erlauben?

Im Ergebnis der Laborarbeit entstand folgende Skizze für die Performance:

Tab.3 Struktur Performance Werkschau

Szene	Inhalt / Technik	Instrumente
Licht-Felder I	Strukturierte Tanzimprovisation, mehrere Darsteller*innen gleichzeitig auf der Bühne, Arbeit mit dem Motiv <i>auftauchen / zeigen / verschwinden</i> ...	Geige
Texte	„Marionette ... Sturm ... Abzweigungen“, „Das bin ich, aber irgendwie sehe ich mich nicht. Das Bild ist zerstückelt und doch irgendwie ganz“, „Zwischen der verrückten und rationalen Seite gibt es oft Konflikte.“	
	Projektszene 1. Gruppe	Klavier
Texte	„Ich habe viel gekleckst, damit die Kunst nicht starr ist, da erstarrte Kunst ebenfalls auch den Betrachter starr werden lässt. Wirkliche Kunst löst eine Explosion der Gefühle aus.“, „rote Schnipsel, gelber Streifen, unterschiedliche Gedanken, Gefühle, Interessen, Vorlieben“, „Ausblendung äußerer Einflüsse“.	
	Projektszene 2. Gruppe	Geige
Texte	„Kein Bezug. Keine Verbindung. Keine Sicherheit.“, „Die Erinnerung kann zerplatzen.“, „Hey du! Komm her! Sprich mit mir! Ich möchte wissen, wer du bist! Was denkst du?“, „Ausbreitung. Farbe. Festgepinnt und doch frei.“, „Vielfältigkeit in mir, ein Bruchstück der Welt.“	
	Projektszene 3. Gruppe	
Licht-Felder II	Strukturierte Tanzimprovisation, erst alle gleichzeitig und danach eine nach der anderen als kurzes Solo.	Klavier, Geige, Trompete

Nachklang

DOROTHEA HILLIGER schreibt in ihrem Buch (K)EINE DIDAKTIK DES PERFORMATIVEN aus einer (theater-)pädagogischen Position: „Wir leben in einer überaus komplexen und in sich widersprüchlichen Welt, in der das Subjekt selbst als Fragmentarisches gedacht werden muss. Gerade deshalb ist es in der Lage, sich auf die Welt hin (zu) öffnen. Die Herausforderung der eigenen Positionierung innerhalb eines solchen Ich-Welt-Dialogs scheint vor allem darin zu bestehen, Situationen des empfundenen Kontrollverlusts und Desorientierung konstruktiv zu begegnen. Es gilt eine Haltung zu finden, die hilft, immer wieder in eine hand-

lungsfähige aktiv gestaltende Position zu gelangen. Solch einen Prozess der Fragmentierung und Defragmentierung persönlich sinnhaft zu gestalten, braucht Mut, Selbstvertrauen, basierend auf einem positiv besetzten Selbstbild mit der Wahrnehmung eigener Potenziale und bereits erworbener Kompetenzen.

Foto 7: Performance am Gästenachmittag



Die dialogische Auseinandersetzung mit sich und akuten Themen der eigenen Lebenssituation ist insbesondere ästhetisch-künstlerischen Gestaltungsprozessen immanent und eröffnete den Jugendlichen individuelle Zugangswesen und Deutungsmacht, mit dem Ziel in Dialog nach außen zu treten (ebd.). Dies passierte zunächst innerhalb der Gruppe und öffnete sich zum Schluss durch die Einladung eines (Freundschaft-)Publikums am Gästenachmittag. Das Thema «Selbstinszenierung» traf sehr auf das Interesse der Gruppe, die hoch engagiert, zum Teil noch in den Pausen bzw. nach dem Hauptkurs an ihrer Installation des zunächst konstruierten und im Anschluss dekonstruierten Portraits, weiterarbeiteten. Dabei offenbarte sich eine Vielzahl von ästhetischen Ausdrucksformen, die sich in naturalistisch-dekorativen bis hin komplett abstrakten dekonstruierten Selbstbildern manifestierten. Die Deutungsmacht in den Händen der Gestaltenden, ohne Notwendigkeit der Rechtfertigung und Notendruck, schaffte einen besonderen Freiraum innerhalb eines sehr sensiblen persönlichen Prozesses, der jenseits von Peinlichkeit auch eine sehr sinnliche Konnotation erlaubte. Vielmehr entwickelten die Schüler*innen ein Selbstbewusstsein in ihrer Selbstdarstellung, der im nächsten Schritt auf einer tänzerisch-darstellenden Ebene Ausdruck fand.

Hinsichtlich einer künstlerischen Dimension war auf der bildnerischen Ebene mehr Abstraktion sichtbar als auf der Ebene der Darstellung. Die Neigung der Jugendlichen aus einer naturalistischen Perspektive in szenische Prozesse zu gehen, ließ eine Weiterentwicklung und Legitimierung eher verfremdeter und abstrakter Zugänge notwendig werden. Dieses Kennenlernen künstlerischer Arbeitsweisen auf Basis konkret gemachter Erfahrungen und intensiver Diskurse über ästhetisch-künstlerische Arbeit erlaubte eine erweiterte Sichtweise und Gestaltungsimpulse für ihre eigene Arbeit. Die von Beginn an unterstellte Kompetenzerwartung der Facilitatoren an die Gruppe und Abgabe der Deutungsmacht an die Schüler*innen etablierte ein Verhältnis auf Augenhöhe. Dies zeigte sich u.E. auch in dem bewussten Verhältnis zu ihren Produkten, welches zu offen geführten Diskursen über ästheti-

sche Gestaltungswege und individuellen Ausdruck führte. Im Resultat spiegelten ihre immer deutlicher werdende Eigenständigkeit im Prozess und ihre zum Abschluss selbstbewusst vorgetragene Performance ein erfolgreiches »taking over« der Gruppe wider.

Foto 8: Konstruktion/Gestaltung des Portraitfotos aus vier DIN A3 Teilen



Foto 9: Bewegungsexploration in der Rauminstallation



Quellenangaben

1. Clarke, Sophie: Facilitation. (11.10.2019). URL: https://www.tearfund.org/~media/files/tilz/fac_skills_english/facilitation__e.pdf.
2. Lohmann, Armin (2014): URL: www.uni-marburg.de/fb21/studium/studiengaenge/wb-kubis/aktuelles/artikel_lohmann01.12.14.pdf (11.10.2019).
3. Hilliger, Dorothea (Hg.) Freiräume der Enge: künstlerische Findungsprozesse der Theaterpädagogik. 2009 Schibri Verlag
4. Hilliger, Dorothea (2018): Keine Didaktik der performativen Künste. Uckerland: Schibri-Verlag, Berlin, Berlin..
5. Kréti, Ferenc: Theaterentwicklung braucht Zeit. Einblicke: Zeitung für Erwachsenenbildung, S. 9-12, 1999.
6. Kim, Jungyeon u. Kréti, Ferenc in: Kunst und Kultur – uncertain states (2018); URL: www.hsaka.de/vergangene-akademien/mittelstufe/, (11.10.2019).
7. Kréti, Ferenc (2019): artistic/performativ research. Entwicklung von Fortbildungsformaten Kultureller Bildung durch ästhetische bzw. künstlerische Forschungsmethoden? http://www.theaterlabor-artproductions.com/artisticperformative_research.html
8. Leuschner/Knoke (Hg.): Selbst entdecken ist die Kunst – Ästhetische Forschung in der Schule. kopaed verlagsgmbh 2012.
9. Sabisch, Andrea: Inszenierung der Suche, transcript Verlag. 2007
10. Westphal, CH. / Liebert W.-A. (Hg.): Gegenwärtigkeit und Fremdheit: Wissenschaft und Künste im Dialog über Bildung, Beltz Juventa 2009.
11. Wirth, Marlies, MAK NITE Lab, URL: <https://www.mak.at/performativitaet> (11.10.2018).

Autoren.



Ferenc Kréti

Dozent für Kulturelle Bildung und Theater
TheaterLabor Art Productions, Frankfurt am Main



Jungyeon Kim

Dozentin und Choreographin für zeitgenössischen Tanz,
Certified Laban Movement Analyst, Frankfurt am Main

2.

Wahlkurse

Nachhaltigkeit

Louise Ohlig

Müssen mal kurz die Welt retten...

Kaum ein Thema macht derzeit so viele Schlagzeilen wie der Klimawandel. Neben unzähligen Berichten über Temperaturrekorde und neue Studien, die einmal mehr beweisen: „climate change is real“, steht eine politische Bewegung häufig im Zentrum der Aufmerksamkeit, die vor allem von jungen Menschen getragen wird. Die Teilnehmer*innen von „Fridays for Future“ fordern ältere Generationen auf, ihnen einen sauberen Planeten zu hinterlassen und schwänzen dafür sogar die Schule. Ziel des Kurses war es, an dieser Stelle einzuhaken und junge Menschen, die sich für das Thema „Klimawandel“ interessieren, sich vielleicht auch bereits engagieren, mit einem fundierten Verständnis der naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels auszustatten sowie die Mehrdimensionalität von einem Wandel zur Nachhaltigkeit zu würdigen (Drei Säulen der Nachhaltigkeit). Dabei verfolgte der Kurs keinen dogmatischen Ansatz, zielte jedoch durchaus darauf ab, Verhaltensveränderungen auf Basis der Reflexion eigener Gewohnheiten und deren Folgen für die Umwelt anzustoßen.

Didaktische Vorüberlegungen

Seit Ende der 1990er Jahre ist seitens der Bildungsforschung ein zunehmendes Interesse an der „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ festzustellen. Die Vereinten Nationen initiierten eine „Weltdekade“ mit demselben Namen (2005 – 2014) mit dem Ziel, nachhaltige Entwicklung als Leitbild in allen Bildungsbereichen zu verankern, um die Resonanz von nachhaltiger Entwicklung in der Gesellschaft zu erhöhen und damit die Voraussetzungen für verschiedene Formen umweltschonenden Handelns zu fördern (Gräsel 2016: 2). Dies sei Voraussetzung, um Lösungen für globale Probleme wie Armut, aber auch den Klimawandel zu finden (BNE Portal 2005). Im Rahmen eines OECD-Projekts „Definition and Selection of Competencies“ wurden insbesondere drei Schlüsselkompetenzen als für nachhaltige Entwicklung zentral herausgearbeitet (vgl. Rychen 2008).

Kompetenzen in der Bildung für nachhaltige Entwicklung

Mit Blick auf die vielschichtigen Anforderungen nachhaltiger Entwicklung wurden drei Kategorien von Schlüsselkompetenzen (in sozial heterogenen Gruppen interagieren, autonome

Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit und interaktives Nutzen von Hilfsmitteln und Instrumenten) definiert, die wiederum neun Schlüsselkompetenzen enthalten, welche sich aufgrund von Expertenmeinungen und Länderberichten als besonders relevant herauskristallisiert haben (Rychen 2008: 18ff.).

Die erste Kategorie von Schlüsselkompetenzen (Handeln in sozial heterogenen Gruppen) leitet sich aus der Tatsache ab, dass globale Probleme wie der Klimawandel nur gemeinsam gelöst werden. Aber auch auf niedrigeren Ebenen, im Rahmen von Nationalstaaten oder Kommunen, die heutzutage meist einen multikulturellen, pluralistischen Charakter haben, ist es unabdingbar, Ressourcen zu bündeln und über Grenzen hinaus zusammenzuarbeiten. Die Schüler*innen wurden im Rahmen des Kurses daher besonders darin gefordert, zu akzeptieren, dass es unterschiedliche Herangehensweisen an eine Entwicklung zu mehr Nachhaltigkeit gibt, sich gegenseitig konstruktiv zu kritisieren und an gemeinsamen Lösungen zu arbeiten. Die stoffliche Offenheit des Kurskonzeptes bei gleichzeitig vorliegenden organisatorischen Erfordernissen ermöglichte es, die Schüler*innen selbst aushandeln zu lassen, an welcher Stelle sie ansetzen und mit welchen Thematiken sie sich beschäftigen wollen.

Die autonome Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit der Schüler*innen wurde insbesondere dadurch gefördert, dass die in Gruppen erworbenen Erkenntnisse aus Politik, Wirtschaft und Naturwissenschaft im Rahmen von Diskussionsrunden zusammenzuführen und auf konkrete, neue Fragestellungen anzuwenden waren. Dabei stand stets auch die Frage im Mittelpunkt, welche konkreten Handlungserfordernisse sich ergeben und was diese wiederum für einen selbst sowie – mit Blick auf das große Ganze – für bestimmte Personen- und Gesellschaftsgruppen implizieren.

Die dritte Kategorie von Schlüsselkompetenzen (Interaktive Nutzung von Medien und Tools) wurde insbesondere durch Rechercheorientierung des Kurses sowie die Arbeit mit verschiedenen Quellen (IPCC-Berichte, Karten, Simulationen, Graphiken) angesprochen.

Interdisziplinarität

Zu Beginn des Kurses stand zunächst die Begriffsklärung im Fokus. Die geäußerten Schülervorstellungen offenbarten ein Nachhaltigkeitskonzept, das auch das Verständnis von Bildung für nachhaltige Entwicklung lange geprägt hat: Nachhaltigkeit heißt Umweltschutz (Ohlmeier und Brunold 2015: 105). Der Kurs „Nachhaltigkeit – politische und naturwissenschaftliche Perspektiven“ überwindet diese partiell einseitige, umweltpädagogische Perspektive und strebt stattdessen die für nachhaltige Bildung zentrale Auflösung der Fachorientierung durch die Verbindung von Gesellschaftswissenschaften und Naturwissenschaften an. Insbesondere kann nachhaltige Entwicklung und damit internationale und intergenerationale Gerechtigkeit auch nur dann erreicht werden, wenn ökologische, ökonomische und sozial-kulturelle Entwicklung immer in den Grenzen der Tragfähigkeit des Umweltraumes gedacht werden (Weißeno et al. 2010: 179f.).

Dazu wird interdisziplinäre Lehre von Vertreter*innen der Bildung für nachhaltige Entwicklung immer wieder mit Nachdruck gefordert, da vor dem Hintergrund der Vielfältigkeit realer Probleme auch im Rahmen von Schule und anderen Bildungsinstitutionen nur so die notwendigen Handlungskompetenzen erworben werden können.

Kursablauf und behandelte Thematiken

Die Interdisziplinarität wurde bereits durch die Kursstruktur hergestellt. So lag der Schwerpunkt auf teils angeleiteter, teils freier Recherche und Diskussion, was gleichsam wissenschaftlichen Arbeitspraktiken und dem Prinzip der Schülerorientierung entspricht. Nach der eingangs erfolgten Begriffsklärung wurden im Sinne der Problemorientierung konkrete Probleme auf globaler, nationaler sowie kommunaler Ebene und die Frage, inwiefern diese mit Nachhaltigkeit in Verbindung stehen, diskutiert. Dies führte den Kurs zu den Sustainable Development Goals (SDGs), die im Sinne der Interdisziplinarität des Kurses und der Mehrdimensionalität der Thematik zum Anlass für weitere Recherche genommen wurden. Dabei beschäftigten sich verschiedene Kleingruppen von Schüler*innen mit dem sogenannten Virtuellen Wasser, dem individuellen Wasserverbrauch und Wasserknappheit, Luftverschmutzung, dem Aufbau der Atmosphäre und dem Treibhauseffekt, dem individuellen ökologischen Fußabdruck, mit Klimazonen und ihrer Veränderung durch den Klimawandel sowie dem Begriff der Ökosysteme – stets vor dem Hintergrund der Rolle des Menschen als Ursache und Betroffener. Aus der gemeinsamen Ergebnissicherung und Diskussion ergaben sich wiederum neue Fragestellungen, denen sich die Schüler*innen im Anschluss widmeten. Hierbei standen die Themen Demokratie und Nachhaltigkeit, Wasser- und Energieversorgung, Abfallwirtschaft und nachhaltige Unternehmensführung im Fokus sowie die Simulationsplattform „Klimafolgen Online“ und der 5. Sachstandsbericht des Weltklimarats, die genauer unter die Lupe genommen wurden. Nach mehreren Diskussionsrunden zu aktuellen politischen Streitpunkten (Einschränkung bzw. Verbot von Kleidungsproduktion, Kerosinsteuer, kostenfreier ÖPNV), schloss der Kurs mit einer abschließenden Selbstreflexion.

Upcycling

Um nachhaltiges Handeln in dem recherchelastigen Kurs im wahrsten Sinne des Wortes greifbar zu machen, wurden zwei Einheiten dafür genutzt, um durch individuelle Upcycling-Projekte die Möglichkeiten von nachhaltigen Verhaltensveränderungen einmal direkt in die Tat umzusetzen. Insbesondere zeigte sich bei der Durchführung, dass viele der guten Vorsätze nur Vorsätze bleiben, wenn sie nicht tatsächlich in konkrete Handlungen umgewandelt werden. Der Prozess des Bastelns und Wiederverwertens verfolgte dabei keineswegs einen Selbstzweck, sondern diente vielmehr dem Bewusstwerden über die Möglichkeiten von Recycling sowie die eigenen Konsumgewohnheiten. Nicht zuletzt erforderten einige Projekte das Zusammenarbeiten, womit insbesondere die erste Kategorie der oben genannten Schlüsselkompetenzen angesprochen wurde.

Fazit

Rückblickend hat der Kurs seine Ziele, die Vermittlung von Handlungsoptionen sowie konkreten Inhalten zum Aufbau eines Verständnisses größerer Zusammenhänge, erreicht. Gleichzeitig lädt das Thema Nachhaltigkeit auf Grund seiner nun mehrfach betonten Mehrdimensionalität wie wohl kaum ein anderes zu lebenslangem Lernen ein. Die Notwendigkeit, die eigene Rolle im Hinblick auf globale Zusammenhänge und nachhaltige Lebensstile zu reflektieren, stellt damit eine Kernbotschaft des Kurses dar, die – wie die Abschlussdiskussion gezeigt hat – angekommen ist. Die Kombination aus theoretischen und praktischen Elementen hat des Weiteren dazu beigetragen, nicht nur die Bedeutung des eigenen Handelns wahrzunehmen, sondern auch zu einer angenehmen Abwechslung beigetragen und den unterschiedlichen Bedürfnissen der heterogenen Gruppe entsprochen. Besondere Begeisterung, Faszination, aber auch Entsetzen lösten die Ermittlungen des eigenen Wasser-, CO₂- bzw. ökologischen Fußabdrucks aus.

Literaturverzeichnis

BNE Portal (2005): Die UN-Dekade BNE. Hg. v. Deutsche UNESCO-Kommission und Bundesministerium für Bildung und Forschung. Online verfügbar unter <https://www.bne-portal.de/de/bundesweit/un-dekade-bne-2005-2014>, zuletzt geprüft am 27.07.2019.

Gräsel, Cornelia (2016): Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Rudolf Tippelt und Bernhard Schmidt-Hertha (Hg.): Handbuch Bildungsforschung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 1–17.

Haan, Gerhard; Bormann, Inka (2008): Einleitung. In: Inka Bormann und Gerhard Haan (Hg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (GWV), S. 7–12.

Ohlmeier, Bernhard; Brunold, Andreas (2015): Politische Bildung für nachhaltige Entwicklung. Eine Evaluationsstudie. Wiesbaden: Springer VS.

Rychen, Dominique Simone (2008): OECD Referenzrahmen für Schlüsselkompetenzen – ein Überblick. In: Inka Bormann und Gerhard Haan (Hg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (GWV), S. 15–22.

Weißeno, Georg; Detjen, Joachim; Juchler, Ingo; Massing, Peter; Richter (2010): Konzepte der Politik - ein Kompetenzmodell. Bonn (Schriftenreihe der Bundeszentrale für politische Bildung, 1016). Online verfügbar unter https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/53462/ssoar-2010-weieno_et_al-Konzepte_der_Politik_-_ein.pdf?sequence=1&isAllowed=y&lnkname=ssoar-2010-weieno_et_al-Konzepte_der_Politik_-_ein.pdf, zuletzt geprüft am 07.27.2019.

Wie viel Gerechtigkeit kann es geben?

Louise Ohlig

Gerechtigkeit ist überall und nirgendwo

Auf den Spuren verschiedener Philosophen, Juristen und Gesellschaftswissenschaftler gingen 14 Schüler*innen im Rahmen des Kurses auf die Suche nach Antworten. Auch mit ehrgeizigem Bemühen werden entsprechende Resultate nie abschließenden Charakter aufweisen können, noch sollte die Festlegung auf eine gültige Antwort das Ziel sein. Stattdessen standen die Reflexion und Würdigung verschiedener, auch gegensätzlicher Aspekte, die das Bestreben nach höchstmöglicher Gerechtigkeit leiten können, im Fokus. Kurz: Der Weg war das Ziel.

Dass das Gefühl von Gerechtigkeit Menschen leistungsfähiger macht und zu einem harmonischen Zusammenleben führt, müssen Kinder erst lernen. Eine Studie mit Kindern zwischen drei und acht Jahren, bei der die Probanden sich und anderen Kindern eine festgelegte Menge von Süßigkeiten zuteilen sollten, zeigte beispielsweise, dass Kinder erst im Alter von fünf bis sechs Jahren anfangen, zu teilen (Fehr et al. 2008). Dass unter den älteren Kindern bereits mindestens die Hälfte eine gleiche Verteilung vorschlug, hat wiederum mit der kognitiven Entwicklung sowie verschiedenen Sozialisationsprozessen zu tun, wobei auch die Schule (Stichwort Sozialisationsfunktion, vgl. Fend) eine wichtige Rolle spielt. Dass jedoch nicht alle Kinder die Vorstellungen, jeder solle dasselbe erhalten, gerecht finden, liegt nicht an einem mangelnden Sinn für Gerechtigkeit, sondern daran, dass auch ein gewisses Maß an Ungleichheit das emotionale Bedürfnis nach Gerechtigkeit viel mehr erfüllen kann. Nicht alle Menschen sind gleich und vielleicht mag das eine Kind die Süßigkeiten gar nicht, während sich ein anderes sehr darüber freut (ebd.).

Kursverlauf und didaktisches Konzept

Durch die Auseinandersetzung mit moralischen Dilemmata und der Konkretisierung eines Beispiels anhand des Films „Terror – Ihr Urteil“ (ARD-Verfilmung eines Theaterstücks von Ferdinand von Schirach, Erstausstrahlung 17. Oktober 2016) sollten im ersten Teil des Kurses zunächst verschiedene Aspekte von Gerechtigkeit benannt werden, um darauf aufbauend im zweiten Teil des Kurses intensiver an verschiedenen Konzepten von Gerech-

tigkeit sowie ihrer praktischen Anwendung zu arbeiten. Damit lag der Schwerpunkt der Kursarbeit zu Beginn auf der Bewusstmachung verschiedener Gerechtigkeitskonzepte, während im zweiten Teil die interessen geleitete Recherche und Aufarbeitung von Teilaspekten gefordert war.

Moralische Dilemmata

Die Diskussion der moralischen Dilemmata zur Einführung in das Thema, das die Schüler*innen in der Schule – zumindest gemäß den Kerncurricula – wenig besprochen haben und deren theoretische Aufarbeitung für sie daher neu ist, hat verschiedene Vorteile. So haben moralische Dilemmata besonders gut gezeigt, wie sich bestimmte Gerechtigkeitsverständnisse voneinander unterscheiden, welche grundlegenden Verständnisse ihnen jeweils zugrunde liegen und welche Güter und Prinzipien sie als wertvoll bzw. schützenswert betrachten (Käter et al. 2016).

Moralische Urteilsfähigkeit, unter der nicht nur die Fähigkeit, soziale Dilemmata unter Berücksichtigung des situativen Kontextes wahrzunehmen und das eigene Denken an moralischen Idealen auszurichten, verstanden wird, sondern auch die Fähigkeit, auf dieser Grundlage – auch unabhängig von gesellschaftlichen Zwängen – zu handeln, kann daher bei der Behandlung solcher moralischer Dilemmata gut gefördert werden (vgl. Stufe 5/6 des moralischen Urteils nach Lawrence Kohlberg). Voraussetzung für den Erfolg dieses Vorhabens ist jedoch, dass die Schüler*innen im Lernprozess mit Argumenten der höheren Stufen konfrontiert werden. Aufgrund des Alters der Kursteilnehmer*innen lag der Fokus nicht mehr auf grundlegenden Wertediskussionen, sondern auf der Förderung autonomen Denkens und Handelns (Nunner-Winkler 2008: 3f.).

Des Weiteren erfordert die Entwicklung von moralischer Urteilsfähigkeit die Diskussion von für die Schüler*innen greifbaren Dilemmata (Edelstein 1987: 188f.). Dies wurde durch zweierlei Aspekte im Rahmen des Kurses ermöglicht. Zum einen wurden die Schüler*innen bereits in der Vorbereitung des Kurses gebeten, sich eine Situation zu überlegen, in der sie nicht mehr wussten, was nun eine gerechte Reaktion ist. Dieser lebensweltliche Bezug erhöhte schon zu Beginn des Kurses die Motivation. Darüber hinaus wurde der Film genutzt, um die Schüler*innen erneut in eine solche Situation zu bringen. Der Film zeigt den Verlauf eines Gerichtsprozesses, bei dem der Protagonist Major Lars Koch, Bundeswehr-Pilot, des 164-fachen Mordes angeklagt wird, weil er ein von Terroristen entführtes Flugzeug, das in ein mit 70.000 Menschen gefülltes Stadion zu fliegen drohte, abgeschossen hat. Wenn auch die Schüler*innen nicht mehr zur „Generation 9/11“ gehören (vgl. z.B. Schiek und Ullrich 2011), so stellt diese Situation ein durchaus lebensnahes Ereignis dar. Nach der Verhandlung wurden die Jugendlichen gebeten, die Plädoyers auf Seiten der Staatsanwaltschaft sowie der Verteidigung zu schreiben. Dass sich gleichviele Schüler*innen entschieden, für die eine bzw. die andere Seite argumentieren zu wollen, bestätigt die Schwierigkeit, in dieser Situation ein klares und gerechtes Urteil fällen zu können. Die in den Vorträgen der einzelnen Plädoyers vor dem Kurs verwendeten Argumente wurden wiederum fragengeleitet diskutiert und anschließend abstrahiert. Aus didaktischer Perspektive stand zu diesem Zeitpunkt besonders die moralische Diskursfähigkeit im Mittelpunkt. Die Diskussion führte zu dem Ergebnis, dass ein

moralisches Urteil zwar bestimmten moralischen Kriterien genügen sollte, diese Kriterien jedoch entsprechend der Situation relativiert werden können. Dazu ergab sich die Frage, inwiefern Recht und Gerechtigkeit konkret zusammenpassen (können).

Schließlich wurden die Plädoyers im Film analysiert und anschließend eine Neu-Positionierung hinsichtlich der Frage, ob Lars Koch verurteilt werden sollte oder nicht, vorgenommen. Dies zeigte, dass die anfängliche, meist von Bauchgefühlen (Angabe der Schüler*innen) geleitete Beurteilung der Situation von einigen Schüler*innen revidiert wurde. Damit zeigte sich bereits eine erste praktische Einübung der Urteils- und entsprechenden Handlungskompetenz.

Projektarbeiten

Durch Analyse der Plädoyers sowie der beiden Urteile (schuldig/nicht schuldig) wurden verschiedene Fragen an Gerechtigkeitsverständnisse aufgeworfen, die theoretischer und praktischer Natur waren. Gemäß dem Paradigma der Schülerorientierung (vgl. Schmiederer 1977) standen im zweiten Teil des Kurses genau diese Fragen im Fokus:

- Ist es in einem bestimmten Fall erlaubt oder sogar geboten zu lügen?
- Welche Rolle darf Gewalt im Rahmen von politischem Widerstand spielen?
- Darf ein Menschenleben geopfert werden, um (mehrere) andere zu retten?
- In welchem Verhältnis stehen Recht und Gerechtigkeit in Bezug auf die Todesstrafe?

Im Rahmen von vier Projektarbeiten widmeten sich die Schüler*innen der Recherche von Theorien und entsprechenden Argumenten mit dem Ziel einer abschließenden Präsentation. Dies entspricht der von der Schülerorientierung geforderten Abbildung wissenschaftlicher Standards im Unterricht.

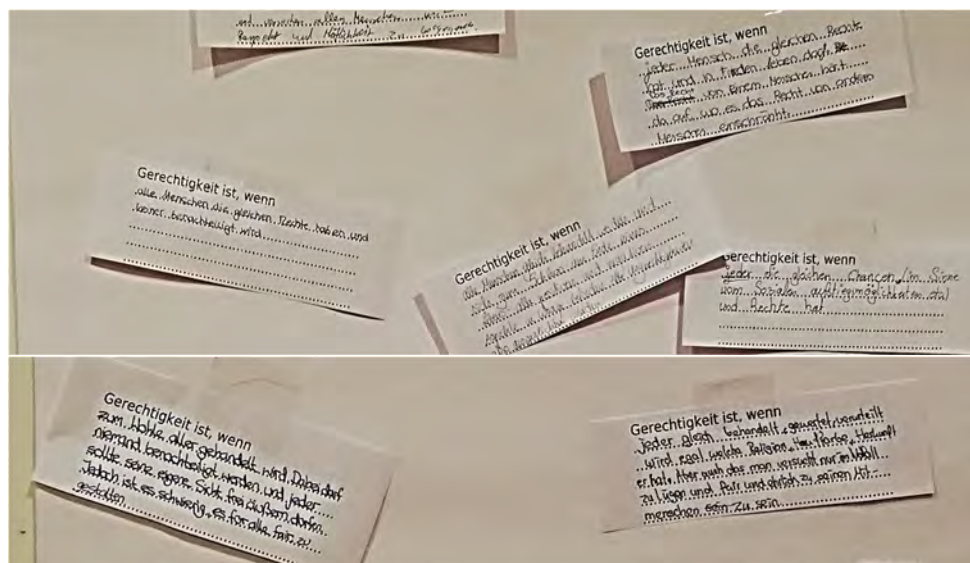
Die Problemorientierung des zweiten Teils des Kurses fördert neben der Analyse-, Urteils- und Handlungsfähigkeit schließlich außerdem die Erfahrung, durch eigenes Denken Probleme lösen zu können und trägt damit zu dem Selbstvertrauen der Schüler*innen bei, als mündige Bürger am gesellschaftlichen Diskurs teilzunehmen (vgl. Breit und Weißeno 2012). Im Kurs zeigte sich dies vor allem dadurch, dass die Schüler*innen die Fragen auf konkrete für sie relevante Situation, z.B. Organspende, Todesstrafe, Adoption, Kinderrechte und politische Unterdrückung zur Zeit der Apartheid, anwendeten.

Erkenntnisse und Fazit

Obgleich der Kurs sich viel mit Gerechtigkeitstheorien beschäftigte, war es das ausgesprochene Ziel, die praktischen Implikationen dieser Theorien nicht in den Hintergrund rücken zu lassen. Die Wissenschaftsorientierung erforderte gleichzeitig, nicht nur die eigenen Moralvorstellungen zu verteidigen, sondern diese auch zu hinterfragen und von einem höheren Standpunkt sowie theoriegeleitet zu reflektieren. Damit stellt der Kurs den Versuch dar, vor allem Kompetenzen der politischen Bildung zu fördern und politische Theorie, Philosophie und Rechtswissenschaften miteinander zu verbinden. Die Teilnehmer*innen zeigten aus Sicht der

Kursleitung in den behandelten Bereichen einen großen Wissenszuwachs sowie große Freude an der Mischung aus Gerechtigkeitspraxis und -theorie, welche der Zielsetzung des Kurses entsprach. Besonders betont werden sollte die einstimmige Bekräftigung zentraler Gerechtigkeitsprinzipien wie der Würde des Menschen, die – so die Schüler*innen – nun „weniger Bauchgefühl“ sind, sondern mit Argumenten bekräftigt werden können.

Und was ist nun diese Gerechtigkeit? Antworten der Schüler*innen



Literaturverzeichnis

Breit, Gotthard; Weißeno, Georg (2012): Planung des Politikunterrichts. Eine Einführung. 4. Aufl. Schwalbach/Ts.: Wochenschau-Verl. (Wochenschau Politik).

Edelstein, Wolfgang (1987): Förderung der moralischen Entwicklung in der Schule. Möglichkeiten und Grenzen. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 33, S. 185–205. Online verfügbar unter https://www.pedocs.de/volltexte/2018/14430/pdf/ZfPaed_1987_2_Edelstein_Foerderung_der_moralischen_Entwicklung_in_der_Schule.pdf.

Fehr, E.; Bernhard, H.; Rockenbach, B. (2008): Egalitarianism in young children. Zürich. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/profile/Ernst_Fehr/publication/281792604_Egalitarianism_in_young_children/links/565e0be708aeafc2aac8cc71.pdf, zuletzt geprüft am 23.07.2019.

Käter, Carolina; Melzer, Conny; Hillenbrand, Clemens (2016): Moralische Urteilsfähigkeit bei Schülerinnen und Schülern an Förderschulen mit dem Schwerpunkt Lernen und Haupt- und Realschulen – Eine empirische Vergleichsstudie. In: *Empirische Sonderpädagogik* (3), S.

262–278. Online verfügbar unter https://www.psychologie-aktuell.com/fileadmin/download/esp/3-2016_20161108/ESP-3-2016_262-278.pdf, zuletzt geprüft am 23.07.2019.

Nunner-Winkler, Gertrud (2008): Die Entwicklung des moralischen und rechtlichen Bewusstseins von Kindern und Jugendlichen. In: *Forens Psychiatr Psychol Krimino* 2 (3), S. 146–154. DOI: 10.1007/s11757-008-0080-x.

Schiek, Daniela; Ullrich, Carsten G. (2011): „Generation 9/11“? Zur Frage der gesellschaftlichen Verarbeitung der Terroranschläge in Deutschland. In: *Die Friedens-Warte* 86 (3/4), S. 165–184.

Kursleitung



Louise Ohlig studiert Internationale Studien/Friedens- und Konfliktforschung im Master an der Goethe Universität Frankfurt: Das 1. Staatsexamen für Lehramt für Gymnasien mit den Fächern Mathematik sowie Politik und Wirtschaft sowie den Bachelorstudiengang Politikwissenschaft hat sie bereits abgeschlossen. Sie ist Stipendiatin der Studienstiftung des Deutschen Volkes.

Bloggning

Sophie-Charlotte Opitz

Einleitung

Blogs (Bedeutungsursprung: Web + Log; dt. virtuelles Tagebuch) sind ein Massenphänomen des digitalen Zeitalters. Die Sphären ihres Ursprungs – in den 1990er Jahren liegend und als digitales Tagebuch konzipiert und strukturiert – haben die heute existierenden Blogs schon lange verlassen: Sie nehmen Einfluss auf soziale Dynamiken, politische Entscheidungen, kulturelle Identitäten und hierin inbegriffen: Jugendkultur. Durch den technologischen Wandel und die Fokussierung der UX (User Experience; dt. Nutzer-Erfahrung), bedarf es heutzutage keiner extraordinären Fähigkeiten innerhalb der Informatik, wie beispielsweise Programmiersprachen, um einen Blog eigenständig zu erstellen. Durch die öffentliche Sichtbarkeit dank der digitalen Vernetzung via Laptops, Smartphones und Tablets, stellen Blogs bei einer Vielzahl von Jugendlichen einen elementaren Bestandteil ihrer Lebensrealität dar. Dabei birgt eine ungefilterte Rezeption die Gefahr, Inhalte unreflektiert aufzunehmen, was wiederum zu problematischen Meinungen, Positionierungen und Wertevorstellungen führen kann. Gleichzeitig tragen Blogs in einem pädagogisch aufbereiteten Umfeld zur medienreflexiven Auseinandersetzung bei und können als aktive Plattform für verschiedene fachliche und didaktische Ziele wertvoll genutzt werden.

Zielsetzung

Im medienwissenschaftlichen Wahlkurs BLOGGING haben die Schüler*innen über die Laufzeit der Akademie einen Blog gemeinsam erstellt. Ziel dieses Wahlkurses war es einen medienreflexiven Umgang mit dem Phänomen Blog, die schreibstilistischen und technischen Fähigkeiten des Blog-Erstellens zu erlernen, wie auch das Gemeinschaftsgefühl als Redaktionsteam, das gemeinsam an einem Projekt zur Schülerakademie arbeitet, zu festigen.

Methodik und Kursverlauf

Hierfür wurde in einem einführenden Schritt das Medium „Blog“ auf seine Ursprünge, Geschichte, Charakteristika, Zahlen und Daten untersucht, wie auch die hiermit verbundenen jugendkulturellen Ausprägungen kennengelernt. Der Kurs wurde in Kleingruppen aufgeteilt,

die jeweils eine der zuvor genannten Aspekte erarbeiteten und diese auf Plakaten festhielten. Im Anschluss wurden die Ergebnisse im Plenum vorgestellt und miteinander diskutiert.

Diesen einführenden Übungen zum besseren Verständnis des Phänomens Blog folgten Übungen, die die Erstellung des eigenen Blogs vorbereiteten. Hierfür wurde den Schüler*innen ein Arbeitsblatt ausgeteilt, auf dem sie ihre eigenen Interessengebiete, Stärken, Hobbies und Themengebiete, für die sie „brennen“, festhalten sollten. Im Plenum wurden dann diese vorgestellt und mit Karten Cluster an der Wand gebildet. Es konnte festgestellt werden, dass sich verschiedene Themengebiete häuften, die somit als Grundlage für die Bildung von Kategorien genutzt werden konnten. Die Obertitel der Kategorien wurden gesammelt und aus diesen die sechs relevantesten herausgefiltert, die als solche im Blog implementiert werden sollten. Hierdurch wurde die Struktur des Blogs festgesetzt.

Als nächstes wurde eine Übung durchgeführt, in der die verschiedenen Textgattungen, die auf einem Blog erscheinen können, erarbeitet wurden: Bericht, Beschreibung, Rezension, Kommentar. Den Schüler*innen wurden kurze Beschreibungen der verschiedenen Charakteristika einer jeden Textgattung ausgeteilt. Sie wurden daraufhin in Paaren aufgeteilt. Jedes Paar schrieb über die Erfahrungen ihres gemeinsamen Hauptkurses – doch jeweils in einer anderen Textgattung. Hierdurch konnten die Schüler*innen sowohl die Eigenheiten der verschiedenen Gattungen kennenlernen als auch ihren ersten Blogbeitrag vorbereiten, da die Ergebnisse auf dem Blog veröffentlicht werden sollten.

Im Anschluss wurde daraufhin die Plattform des Blogs (in unserem Fall: Wordpress) angeschaut und die Vorgehensweise zur Erstellung eines Blogbeitrags von der Lehrperson vorgestellt. Dabei wurde das Backend (der Programmier-Bereich des Blogs), das Frontend (die visuelle Oberfläche, die die User sehen, wenn sie den Blog besuchen), und alle damit verbundenen Bereiche und Aspekte (Gestaltung, Struktur etc.) kennengelernt. Mit dem Aufbau des Blogs gingen viele verschiedene Aufgaben einher, die zwischen den Schüler*innen aufgeteilt und daraufhin bearbeitet wurden: Gestaltung des Logos, Mission statement (Was ist das Ziel?), Beschreibung der Redaktion, Gestaltung des Designs etc.

Einer der relevantesten Projektinhalte war die Erarbeitung der „Netikette“, die die Verhaltensweisen im Internet beschreibt. Dabei wurden Arbeitsblätter ausgeteilt, auf den die Schüler*innen ihre Verhaltensweisen in verschiedenen Kontexten ihrer Lebensrealität (z.B. in der Schule, beim Musikunterricht, im Sportverein etc.) aufschreiben sollten. Aus diesen wurden die miteinander übereinstimmenden Verhaltensweisen herausgefiltert und auf den Bereich des Internets übertragen. Es konnte festgestellt werden, dass sich die Verhaltensweisen im Internet und die in der Lebensrealität kaum unterscheiden, jedoch durch weitere Spezifika („bleib anonym“) erweitert werden müssen.

Nach der Fertigstellung der Blogstruktur, wurde ein Redaktionsplan erstellt, in dem die Artikel-Ideen der Schüler*innen gesammelt wurde. Es wurde hierbei darauf geachtet, dass die Artikel alle Bereiche der zuvor festgelegten Kategorien abdeckten.

In den darauffolgenden Tagen arbeiteten die Schüler*innen kontinuierlich an ihren Blogbeiträgen, die sie eigenständig, jedoch stets mit Supervision der Lehrperson auf dem Blog implementierten. Daneben wurden Themenbereiche wie Urheberrecht und Creative Commons erarbeitet.

Fazit

Da die Schüler*innen durch den Blog das Leben auf der Schülerakademie brandaktuell dokumentierten, wurde das Gemeinschaftsgefühl sowohl des Kurses als auch der gesamten Akademie gestärkt. Das hohe Maß an Produkt-Generierung in Form der Artikel, die täglich online gestellt wurden, führten zu großer Bestätigung, Zufriedenheit und Motivation. Viele der Schüler*innen arbeiteten in Kleingruppen an Artikeln, was wiederum zur Stärkung der Gruppe beitrug. Durch die vielen medienreflexiven Einschübe in Form von Gesprächen und Übungen, lernten die Schüler*innen verantwortungsvoll mit dem Medium Blog passiv, wie auch aktiv, umzugehen.

Graphic Novels

Sophie-Charlotte Opitz

Einleitung

Graphic Novels (dt. Bildroman) bezeichnen visualisierte Geschichten im Buchformat. Die hoch verdichteten und erzählerisch wie auch ästhetisch komplexen Graphic Novels schaffen neue Ausdrucksmöglichkeiten und finden als erweitertes Kommunikationsformat gerade bei Jugendlichen einen großen Zuspruch, da sie „Erfolgslebnisse und Motivation“ generieren (Vgl. John-Winde 1981: 335). Sie offerieren alternative Ausdrucksformen abseits klassischer Schrift- oder Zeichenerzeugnisse. Es liegt nahe diese Kunstform, die sich einerseits noch nicht vollständig konzipiert bzw. emanzipiert hat und somit Parallelen zum Leben der Jugendlichen aufweist, und andererseits als alternative Kommunikationsform komplexe Problematiken zu artikulieren vermag, in einem didaktischen Kontext zu behandeln. Der Fokus des Kurses liegt auf den fachimmanenten Gestaltungsaspekten, der theoretischen wie auch praktischen Erarbeitung der technischen Grundlagen und der Behandlung von eigenen und gesellschaftlichen Fragestellungen.

Zielsetzung

Durch das Nachdenken über und Erstellen von Graphic Novels werden technisch-handwerkliche und kompositorische Fähigkeiten im Konzipieren und Zeichnen einer eigenen gestalterischen Idee gefördert. Die Reihenfolge und die einzelnen Arbeitsschritte zur Erstellung einer Graphic Novel von der Konzeption bis zur Realisierung werden erlernt. Hierzu gehören die Ideenfindung, das Abstrahieren von der Idee zwecks Umsetzung in eine qualitativ anspruchsvolle Storyline sowie die Umsetzung unter Einsatz geeigneter Zeichentechniken. Desweiteren fördert der Kurs Kreativität und Fantasie. Die Auseinandersetzung mit dieser künstlerischen Ausdrucks-/Kommunikationsform bietet alternative Möglichkeiten das eigene kreative Potenzial zu nutzen wie auch zu artikulieren. Raum und Zeit zum Nachdenken und Reflektieren helfen dabei, Ideen gestalterisch umzusetzen und eine Beziehung zwischen sich und dem Medium herzustellen.

Zu erreichende bildnerische Kompetenzen sind die Beherrschung von Zeichen- und Visualisierungstechniken, ästhetisches Feingefühl und Entscheidungsgabe, Kreativität. Zu erreichende subjektbezogene Kompetenzen sind Geduld, Konzentrations- und Reflexionsfähigkeit, Fantasie und Mut zur Artikulation eigener Gedanken.

Methodik und Kursverlauf

Zu Beginn der ersten Sitzung wird die herkömmliche Vorstellungsrunde durch eine Zeichenübung ersetzt, in der die Schüler*innen eine „visuelle Visitenkarte“ erstellen. Sie zeichnen hierfür ihre Hobbies, Interessen, wie ein Portrait ihrer selbst auf ein Papier. Während die Schüler*innen ihre Zeichnungen an die Wand hängen, stellen sie sich vor und berichten, ob sie schon einmal mit Graphic Novels gearbeitet bzw. eine Graphic Novel erstellt haben. In einer einleitenden Sequenz werden verschiedene Graphic Novels und Comics im Raum verteilt. Die Schüler*innen sollen sich im Anschluss diese anschauen und auf Unterschiede zwischen Comics und Graphic Novels achten. Die gesammelten Charakteristika werden auf einem großen Papier zusammengetragen. Hierdurch synthetisiert sich eine Bestimmung des Begriffs „Graphic Novel“.

In der Erarbeitungsphase werden in einer Diskussionsrunde die formalen Kriterien herausgearbeitet, die für eine gelungene Graphic Novel von Belang sind: Das Narrativ, die Charaktere, das Bild, der Rahmen, der Moment, das Wort und der Lesefluss. Die Schüler*innen erschließen im Kurs in Übungseinheiten die Kriterien nacheinander, um so eine Basis aus technischen, wie auch kreativen Erfordernissen für das Erstellen von Graphic Novels zu schaffen. In der Vertiefungsphase helfen mehrere Übungen zu Zeichen- und Erzähltechniken Schritt für Schritt von der groben Idee einer Geschichte hin zur Visualisierung in Form einer Graphic Novel zu finden. So wird zuerst das Narrativ geschrieben, gefolgt von der Erarbeitung eines Modelsheets mit Zeichnungen der Charaktere, um zur Erstellung der eigenen Graphic Novel weiterzuleiten. Jedes Kriterium wird von mindestens einer Übung begleitet, sodass ein ebenso theoretisches wie auch praktisches Wissen über die Inhalte aufgebaut wird.

Die Reihenfolge der praktischen Sequenzen orientiert sich an der Sinnigkeit für die Realisation der eigenen Projekte. Übungen, die erst zu einem späteren Zeitpunkt relevant sind, werden somit auch erst später im Kursablauf angesetzt. Hierdurch wird ein zeitintensives Arbeiten an den eigenen Projekten gewährleistet. Am Ende jeder Sitzung werden Kärtchen beschrieben, auf denen die gewonnenen Erkenntnisse festgehalten werden. Auf der Wand angebracht und nach Tagen sortiert dienen sie zur Reflektion und als Resümee.

Ebenso vielseitig wie Graphic Novels sind, sind auch die Projekte und Ideen der Schüler*innen. Um die Diversität und gleichzeitige Qualität jedes Projektes zu sichern, werden am Ende des Kurses alle erstellten Graphic Novels kopiert und für jede/n in einer persönlichen Mappe zusammengetragen.

Fazit

Durch viele unterschiedliche Übungen zu theoretischen Basisinformationen wurde eine Synthese von Theorie und Praxis geschaffen, die den Lernprozess und das Erlernte erlebbar machte. Hemmungen wurde durch die Offenheit gegenüber und Sensibilität für die Schüler*innen entgegengewirkt. Durch die Arbeit an Graphic Novels wurden Geduld, Konzentration, Fantasie und Kreativität gefördert. Auch die technischen Fähigkeiten wurden durch die

Übungen wie auch durch die Arbeit an den eigenen Projekten erweitert. Während der gesamten Kurszeit herrschte ein konstruktives und produktives Arbeitsklima. Durch den Werkstattcharakter wurde die zentrale Position der Kursleiterin aufgehoben und die Schüler*innen in das Zentrum gerückt. Die durch das didaktische Konzept gestützten Ziele wurden von den Schüler*innen auf theoretischer wie auch praktischer Ebene im Laufe des Kurses eigenständig erarbeitet.

Kursleitung



Sophie-Charlotte Opitz (*1987) ist promovierte Kunst- und Kulturwissenschaftlerin und Kuratorin. Nach ihrem Lehramtsstudium (Kunst und Philosophie) arbeitete sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Goethe-Universität Frankfurt. In dem darauffolgenden Stipendium als Kunstkoordinatorin an der Akademie Schloss Solitude arbeitete sie mitunter als Editorin des Onlinemagazins „Schlosspost“. Aktuell ist Opitz Stipendiatin im Programm „Museumskuratoren für Fotografie“ der Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung.

Improvisationstheater

Volker Kehl

Basics

Am Anfang des Wahlkurses beschäftigte sich der Kurs mit einigen Grundlagen der Theaterimprovisation.

1. Bühnenerkundung: Die Teilnehmenden hatten die Möglichkeit zunächst jede/r für sich allein den Bühnenraum zu begehen. Sie entdeckten unterschiedliche Arten der Bewegung auf der Bühne: Wie fühlt es sich an unterschiedlichen Stellen an, stärker oder schwächer/ größer oder kleiner? Besonders wichtig waren dabei auch die Beobachtungen der Zuschauenden: Wie ist die Wirkung beim Sitzen, Gehen oder Stehen. Wo ist der Fokuspunkt stärker? Was spricht mich an? Mag ich das selbst ausprobieren und eventuell nachmachen?

2. Akzeptieren und Blockieren: Im Improvisationstheater entstehen ungeplante Situationen, auf die sich ein/e Spieler/in nicht vorbereiten kann. Eine im Kopf schon vermeintlich durchchoreographierte Szene kann sich durch Ideen der Mitspielenden von einem Moment zum anderen in eine völlig andere Richtung entwickeln. Für das Gelingen einer interessanten Improvisation ist also die Offenheit gegenüber den Ideen anderer wichtig. Um diesem Ansatz forschend nachzugehen, machten wir im Kurs einige kleine Übungen:

Das "3 Runden Spiel" wird in Partnerarbeit umgesetzt. In der ersten Runde blockieren beide Spielenden mit einem entschiedenen: "Nein, aber...". Jedes Angebot des anderen wird negiert und mit einer Gegen-Idee beantwortet. Es entsteht kein Dialog, sondern eine Aneinanderreihung von nicht ausgespielten Fragmenten. Diese Runde ist gut dafür, viele, kleine Ideen in möglichst kurzer Zeit zu sammeln. Für eine längere Szene, die für Zuschauer*innen interessant ist, ist das Blockieren eher ungeeignet. Bei der zweiten Runde antworten die Spielenden auf Angebote des Gegenüber mit: "Ja, aber...". Die Spieler blockieren sich immer noch in der Ausführung einer größeren, gemeinsamen Idee. Durch das "Ja" am Anfang des Satzes liegen die Ideenwelten allerdings nicht mehr so entfernt voneinander wie in der Runde zuvor. Hier kann es bisweilen sogar zu komischen Missverständnissen kommen. Eine Spielerin hat sich in einer Partnerarbeit beispielsweise ein Eis in einer Waffel geholt und es der anderen angeboten. Die Antwort: "Ja danke, aber ich esse mein Eis generell nicht in der Waffel, sondern in einem Döner Brötchen. Magst du auch Pommes dazu?" Bei der dritten Runde akzeptieren die Spielenden die Ideen der anderen mit einem "Ja, und..." Hier entstehen freudige Gemeinschaftserlebnisse und Ideen können sich über einen längeren Zeitraum entwickeln.

Highlights aus dem Kurs (kleine Auswahl):

“Zeitverkürzung”-Spiel

Eine improvisierte Szene wird innerhalb von einer Minute gespielt, danach wird sie wiederholt und immer mehr verkürzt. Durch diese Verkürzung wird die Story verdichtet. Je schneller gespielt wird, desto mehr kommt es zu slapstickartigen Momenten. Ein Beispiel: Bei einer Tunnelerkundung in einem Bergmassiv machen sich Forscher auf die Expedition nach Rohstoffen, ein Zeitkapsel-Atom verursacht dabei eine Explosion und alles muss wiederholt werden.

“Mein Ort ist for real”-Spiel

In diesem Spiel ist die Bühne in der Mitte mit einer imaginären Schnur getrennt. Links und rechts sitzen zwei Spieler*innen und geben vor, in einem realen und authentischen Raum zu sein. Das Ziel ist es, die Mitspielenden von der Echtheit des eigenen Raumes zu überzeugen oder sich mit Vergnügen und Leichtigkeit in den Raum des anderen ziehen zu lassen. So kann sich die Suche nach einem Schlüssel an der Bushaltestelle schon einmal in ein Zimmer im Altersheim verlagern, da sich herausstellt, dass die Suchende an Gedächtnislücken leidet und eigentlich im Zimmer nebenan wohnt.

Emotionskarussell

In diesem Spiel wechseln auf ein Signal hin ausgeprägte Emotionen der Spielenden. So hat in einer Szene die Zahnärztin noch voller Freude und Eifer die ängstliche Patientin operiert, um dann als Reaktion auf ein Klatschsignal voller Panik nicht zu wissen, was sie mit dem Operationsbesteck anfangen soll. Die Patientin indessen ist nun positiv gestimmt und bittet voller Ungeduld um den Eingriff.

Besonders viel Spaß hatte die gesamte Gruppe bei verschiedenen Massenszenen, die wie aus dem Nichts entstanden. Es wurde einfach losgespielt. Kleine Impulse zum Timing und Szenenwechsel wurden dabei vom Spielleiter live hinzugefügt und von den Spielenden umgesetzt. Hervorzuheben sind hier verschiedene Weltuntergangs-Szenen, bei der sich Menschen an unterschiedlichen Orten auf den Weltuntergang vorbereiten (im Schwimmbad, im Kino) und dabei auf unterschiedliche Arten (panisch, phlegmatisch) reagieren. Am Ende der Szene dann der Story Twist: Wissenschaftler begutachten die Szenerie und bewerten die Untersuchungsgruppe nach komplizierten und ausgetüftelten Maßstäben. Weltuntergang abgewendet, Puh!

Fazit

Ein wichtiger Punkt während des Kurses war das gegenseitige Mut machen, der Applaus nach jeder Szene und der lockere, spielerische Umgang, wenn eine Szene mal nicht auf Anhieb klappte. Insgesamt wurden mit viel Spiellust Räume kreiert und Charaktere erfunden.

Spontaneität und kreative Ideen standen bei der Theaterimprovisation im Vordergrund. Während der vielen Spielimpulse und Übungen haben die Teilnehmenden die Theorie des Improtheaters näher kennengelernt und wurden mit zunehmender Akademiedauer immer sicherer.

Ton- und Filmimprovisation

Volker Kehl

Den Film zum Klingen bringen

Einführung

Zu Beginn des Workshops gab es einen kleinen Einblick in die Geschichte des Stummfilms. Anhand von exemplarischen Filmausschnitten – von der Serienfotografie eines galoppierenden Pferdes von Eadweard Muybridge¹ bis zum Monumentalfilm "Metropolis" von Fritz Lang² – wurden verschiedene technische und künstlerische Prinzipien filmischen Erzählens erläutert.

Ein besonderer Fokus lag dabei auf der Schnitttechnik. Fragen wie "In welchem Rhythmus wird geschnitten?", oder "Wie lange sind einzelne Szenen zu sehen?" begleiteten die kurzen Einblicke in die Filmzitate. Der Schnitt-Rhythmus beeinflusst auch im Besonderen die begleitende Filmmusik. In den Anfängen der Filmgeschichte existierte noch keine zufriedenstellende Möglichkeit, Film und Ton synchron aufzunehmen, dennoch war es üblich, live zu den Filmvorführungen Klänge beizusteuern. Dies variierte von einer zum Film komponierten Musik, die durch größere Orchester vorgetragen wurde, bis zu automatischen-mechanischen Klavieren (sogenannte Photoplayer) und Klavierspielern, die improvisierte Musik spielten.

Eingrooven und Ausprobieren

In diesem Workshop machten die Teilnehmenden erste eigene Erfahrungen mit der Vertonung von Filmmusik. Um den Teilnehmenden eine Idee davon zu vermitteln, wie Geräusche & Musik die Wahrnehmung des Filmes verändern können, vertonte die gesamte Gruppe einen Ausschnitt aus Metropolis³. In dieser Szene sehen die Zuschauenden eine pulsierende Großstadt mit Verkehr auf den Straßen und in den Lüften. Insgesamt wurde diese Szene zweimal vertont und mit einem Audio Aufnahmegerät aufgenommen. Beim ersten Mal nahmen sich die Teilnehmenden spontan ein Instrument ihrer Wahl und legten einfach los. Die Instrumente wurden vom Kursleiter zur Verfügung gestellt (z.B. Percussioninstrumente) und zum Teil auch selbst mitgebracht (z.B. Gitarre, Trompete, Querflöte). Nach der Vertonung

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=IEqccPhsqqA> (zuletzt eingesehen am 12.09.2019)

² <https://www.youtube.com/watch?v=0mK46KprASM> (zuletzt eingesehen am 12.09.2019)

³ <https://www.youtube.com/watch?v=fugbcB-mZzw> (zuletzt eingesehen am 12.09.2019)

reflektierten die Teilnehmenden, was sie während des Spielens beobachtet hatten und was verändert/verbessert werden konnte.

So wurde die erste Runde als etwas zu melancholisch empfunden. In einer zweiten Spielrunde wurde versucht, die gesamte Szene etwas dramatischer darzustellen. Hierzu wurden Instrumente gewechselt und das Tempo gesteigert. Die Trompete wurde nun – als Lead Instrument eingesetzt – von Beginn an etabliert und treibende Rhythmen mit Trommeln und anderen metallischen Gegenständen untermalten die Filmszene. Hier sind beide Versionen zum Vergleich anzuhören:

Version 1: https://youtu.be/bF9E_a8oZGE

Version 2: <https://youtu.be/C5ZazkcgkG8>

Stummfilmklassiker neu vertonen

In den darauffolgenden Wahlkurs-Einheiten bildeten sich vier kleine Gruppen. In jeder dieser Gruppen suchten sich die Teilnehmenden aus einer zur Verfügung gestellten Auswahl einen Stummfilmklassiker zum Vertonen aus.

Zunächst schauten sich die Teilnehmenden die Filme unter folgender Fragestellung an: Welche Geräusche und Musik passen zum Film? Dazu machten sie sich nach folgendem Schema Notizen.

Tab. 1: Exemplarische Filmnotizen (Gruppe: Alice im Wunderland)

Zeitstelle	Bild	Geräusch/Musik
0-6	Intro, Hase kommt ins Bild	Windspiel/Glockenspiel
7-11	Hase läuft herum	Schritte
11 und 16	Fallen ins Loch	Plopp
17-21	Hase läuft durch Tunnel	dumpfe, hoppelnde Schritte
22-26	Alice läuft durch den Tunnel	schnellere, hellere Schritte

Nun begaben sich die Teilnehmenden gezielt auf Soundsuche. Geräusche wurden auf dem gesamten Burggelände gesucht und gefunden. Die Atmosphäre im Kurs war dabei sehr dynamisch und kooperativ. Oft wurden Geräusche spontan entdeckt und aufgenommen. Vor der Aufnahme ertönte der Ruf "Achtung, Aufnahme!" und sofort waren alle Anwesenden im Raum leise, so dass die Aufnahmen ohne Hintergrundgeräusche durchgeführt werden konnten. Bei der Vertonung von Méliès "L'homme orchestre" wurde die Idee der beiden Sound Gestalterinnen, eine chaotische Geräuschkulisse zu erzeugen, mithilfe des gesamten Kurses erzielt. Auch wurde die Musik für einige der Vertonungen von Mitwirkenden selbst gespielt.

Die aufgenommenen Klänge wurden schließlich mittels einer frei zugänglichen Film Software unter den Film geschnitten und am Ende bei der Werkstattdschau den begeisterten Besucher*innen präsentiert. Hier sind die vier verschiedenen Ergebnisse zu bestaunen:

1. Alice im Wunderland (1903) <https://youtu.be/YPvmDp6HGHI>
2. Charlie Chaplin, der Löwe 1928 (Szene aus "Der Zirkus"): <https://youtu.be/9NljD3bQkel>
3. Charlie Chaplin, der Löwe 1928 (Szene aus "Der Zirkus"): <https://youtu.be/bvWdNTItJw>
4. George Méliès, L'homme orchestre (1900): <https://youtu.be/ZjKAdzWmvRs>

Fazit

Die Teilnehmenden setzten ihre Ideen sehr kreativ um. Sie nahmen den Klang ihrer Umgebung auf und erstellten eine große Auswahl an eigenen Samples, die sie für die Vertonung der Filmklassiker nutzten. Sie lernten dabei, dass jeder Ton die Wahrnehmung eines Films verändern kann. Die Wahlkurs-Tage boten viele spannende und kreative musikalische Momente. Die Bereitschaft zum Experimentieren und die Begabung, Geräusche und Klänge zu kreieren, waren sehr hoch. Es gab viele Momente konzentrierter, gemeinsamer Arbeit und gleichzeitig viel Freude und Spaß, neue Ideen auszuprobieren.

Kursleitung



Volker Kehl ist Mitgründer von Click&Clever, einem Unternehmen spezialisiert auf Storytelling und Videoproduktionen. Er ist zudem Schlagzeuglehrer und Theatermusiker. Als Liveperformer und Produzent liebt er die Improvisation und Spontaneität.

Kontratanz

Eva Lange und Torge Thiemann

Acht Schüler*innen erlernten in diesem Wahlkurs verschiedene Kontratänze und setzten sich auf unterschiedliche Weise mit dieser Tanzart auseinander.

Was sind Kontratänze?

Kontratänze sind englische Volkstänze des 16. Jahrhunderts, die zunächst von John Playford schriftlich festgehalten wurden. Im 17. und 18. Jahrhundert setzte sich der Kontratanz europaweit als beliebter Gesellschaftstanz durch, geriet dann jedoch etwas in Vergessenheit. Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts entdeckte Cecil Sharp den Tanz neu und Georg Götsch verbreitete diese Tanzart in Deutschland, besonders auf der Burg Fürsteneck ist der Kontratanz bis heute durch die Musische Gesellschaft e.V. fest verankert.

Die Tanzmelodien haben ihren Ursprung größtenteils in englischen Volksweisen, aber es wurden auch Melodien eigens als Tanzmusik komponiert. Wir spielten live auf Flöte oder Klavier, um die Musik abwechslungsreich zu gestalten und das Tempo an den jeweiligen Lernfortschritt anpassen zu können.

Kursarbeit

Zu Beginn des Kurses legten wir ein besonderes Augenmerk auf Tanzhaltung und gemeinsames Tanzen. Wir tanzten in verschiedenen Aufstellungen und lernten das Figurenrepertoire kennen, um dieses später bei komplexeren Tänzen wieder aufzugreifen.

Ein weiterer Schwerpunkt des Kurses lag auf der Struktur des Kontratanzes und verschiedenen Strukturmerkmalen. Durch die gemeinsame Bewegung im Raum konnten die Teilnehmenden ihr räumliches Vorstellungsvermögen und ihre Orientierung im Raum verbessern. Die Tänzer*innen erarbeiteten sich auf Grundlage von Tanzbeschreibungen die Tanzschritte selbst und brachten diese dem anderen Teil der Gruppe bei.

Als die Gruppen sich die selbst beigebrachten Tänze gegenseitig vorstellten, konnte die zusehende Gruppe von der Empore der Halle aus auf die Tanzenden blicken. Dabei kam die Frage nach geometrischen Raummustern und Symmetrien auf. Im weiteren Verlauf des Kurses wurde dann verstärkt auf solche Symmetrien und das Hervorheben derselben beim Tanzen geachtet. Um die Laufwege der Tanzenden optisch zu fixieren, machten wir in der abgedunkelten Halle Fotos mit Langzeitbelichtung vom Tanz, während die Tanzenden Knicklichter auf den Köpfen trugen. Durch die Farbspuren, die auf den Fotos fast Kunstwerken gleichkamen, konnte der Laufweg nachvollzogen und visuell dargestellt werden. Die Tänzer*innen arbeiteten und tanzten sehr konzentriert und waren auf eine absolut exakte Ausführung der Tänze bedacht.



Eine Kurseinheit widmeten wir dem schottischen Volkstanz, Scottish Country Dances, welcher in Bezug auf die Aufstellung und grundsätzliche Konzeption dem englischen

BON VOYAGE				8x32 R	
1 2 ④	1 2 S		 take hands	S S S S	2 ① ① 3 2 1 x 3 RA TR Spin
<small>Ann Dix, 1986, Reel Friends 1</small>				<small>3C/4C longwise set.</small>	

Kontratanz sehr ähnlich ist. Zunächst erlernte die Gruppe den schottischen Tanzschritt, anschließend beschäftigten sich die Tänzer*innen mit Figuren, die mit gewissen Abweichungen sowohl im englischen als auch im schottischen Tanz vorkommen, und untersuchten die Unterschiede. Die schnellere und weniger klare Musik machte es zu Anfang etwas schwierig, rhythmisch korrekt zu tanzen, nachdem sich die Gruppe jedoch eingehört hatte, stellte der Rhythmus keine Schwierigkeit mehr dar.

Zu einem bereits einstudierten Tanz erfanden die Tänzer*innen selbst weitere Strophen, die sich in die schon gegebene Struktur des Tanzes einfügten. Dieser Tanz, „Am Jungfernstieg“, wurde mit den drei ursprünglich vorhandenen und den beiden von den Teilnehmenden selbst geschriebenen Strophen am Gästernachmittag vorgetanzt. Auf Wunsch der Tänzer*innen bekamen alle Zuschauenden die Möglichkeit, selbst Kontratanz zu erleben. Zusammen mit den Teilnehmenden erlernten die Besucher*innen nach der Aufführung des einstudierten Tanzes schnell den einfachen Kontratanz 't Smidje.

Fazit

Kontratanz lebt von der Individualität in der Gruppe und ermöglicht auch individuelle Gestaltung der Tanzfiguren. Die Tänzer*innen brachten unterschiedliches Vorwissen rund um den Kontratanz in den Kurs ein. Dies änderte jedoch nichts daran, dass schon nach kurzer Zeit des Kennenlernens Verantwortung auch für die anderen Mitglieder der Gruppe übernommen wurde. Die Tänzer*innen bewiesen dadurch eine hohe soziale Kompetenz und Aufmerksamkeit für die Mittanzenden und ihre Umwelt.

Kursleitung



Torge Alexander Thiemann, geboren in Frankfurt am Main, ist Kontratanzleiter in und Mitglied der Musischen Gesellschaft. Er ist ausgebildeter Jugendgruppenleiter im Evangelischen Jugendwerk Hessen e.V. Als Kontratanzleiter wirkt er auf den Hessischen Schülerakademien, diversen Tanztreffen sowie den Musischen Sommerwochen mit. Torge Thiemann studiert Mathematik und Physik auf Lehramt an der Universität Heidelberg.



Eva Ricarda Lange, geboren in Bonn, wirkt als Kontratanzleiterin bei den Musischen Sommerwochen der Musischen Gesellschaft und den Hessischen Schülerakademien mit. Sie organisiert und leitet Tanztreffen in Berlin und Hannover und nimmt an pädagogischen Arbeitstagen auf Burg Fürsteneck teil. Eva Lange studiert Rechtswissenschaften an der Humboldt-Universität zu Berlin.

Mathematikphilosophie

Benedikt Weygandt

Mathematiklernen als interkulturelles Lernen

Die Idee, Mathematiklernen als interkulturelles Lernen zu sehen, geht auf Prediger (2001) zurück. Dabei nähern sich die Schüler*innen »der Mathematik wie einer fremden Kultur, über die sie einiges erfahren, ein Stück weit in ihr Leben und dabei versuchen, sich den Verhaltensweisen und Denkweisen anzupassen« (Prediger 2001, S. 32). Die zehn Tage auf Burg Fürsteneck stellten für die Schüler*innen ebenfalls eine Exkursion dar, die im Rahmen des Wahlkurses zugleich zu einer Reise in die Welt der Mathematik wurde – bestehend aus Faszination, eigenkultureller Reflexion und individuellem Transfer. Am Anfang standen neue Erfahrungen und Eindrücke der fremden Kultur, gefolgt von den Fragen „Was hat das, was ich hier anders erlebe, mit mir und meiner Heimatkultur zu tun?“ (Prediger 2001, S. 34) und „Wie kann ich das, was ich hier [...] kennenlernen, für mein eigenes Denken nutzen?“ (Prediger 2001, S. 35). Der bisher erlebte Mathematikunterricht steht dabei stellvertretend für die Heimatkultur der Teilnehmer*innen und diente als Grundlage, die Neugier auf „mehr Mathematik“ macht.

Leitend für die Kursarbeit auf der Schülerakademie waren aktiv-entdeckendes Lernen, ein stimmiges Bild von Mathematik zu erfahren und Mathematik gemeinsam mit anderen Menschen zu lernen (vgl. Büchter und Leuders 2014, S. 13). Daher wurde im Rahmen des Kurses der Blick speziell auch hinter die Kulissen der Wissenschaft Mathematik geworfen (vgl. Hersh 1997, S. 36), also neben der Erforschung neuer Inhalte auch Gespräche *über* Mathematik geführt und die für sie so charakteristischen Denk- und Arbeitsweisen (siehe Mason et al. 2012) thematisiert.

Zur Vorbereitung auf diesen Kurs sollten die Schüler*innen zunächst reflektierende Fragen beantworten, einen Menschen zeichnen, der „Mathematik macht“ sowie ein Essay zum Thema „Mein Verhältnis zur Mathematik“ verfassen. Auf diesem Wege wurde der Grundstein für die eigenkulturelle Reflexion gelegt. Entsprechend begann die Kursarbeit mit einem Kennenlernen der Highlights aus den Essays und einer zweistündigen Diskussion über das Wesen und den Ursprung der Mathematik. Offen blieb die Frage, ob die unendliche Fülle an mathematischen Themen nun besonders schön sei (da man sich sein Leben lang mit Mathematik beschäftigen kann, ohne dass einem dabei langweilig wird) oder im Gegensatz schrecklich (da man die Mathematik nie annähernd ganz verstanden haben wird). Die weiteren sieben Sitzungen widmeten sich dem Kennenlernen mathematischer Arbeitsweisen, einer Rundreise durch unterschiedliche Gebiete der Mathematik sowie dem Definieren und Beweisen als exemplarischen mathematischen Tätigkeiten. Nachfolgend sollen ausgewählte Themen der Kursarbeit schlaglichtartig vorgestellt werden, gefolgt von Statements aus den Essays.

Mathematik: Entdeckt oder „nur“ erfunden?

Für die Beantwortung der epistemologisch-philosophischen Frage nach dem Wesen und Ursprung der Mathematik lassen sich unterschiedliche Ansätze wählen. Innerhalb der Mathematik werden bspw. eine platonistische, eine logische, eine formalistische und eine konstruktivistische Sichtweise unterschieden, die Sriraman (2004) auch als vier »popular viewpoints on the nature of mathematics« bezeichnet. Hingegen liefert Heintz (2000) einen Blick von außen auf die Innenwelt der Wissenschaft Mathematik, während das Buch „What is mathematics, really?“ (Hersh 1997) sich dem Wesen der Mathematik widmet. Anhaltspunkte zur Beantwortung der Entdeckt-versus-Erfunden-Frage finden sich bei Hersh (1979, S. 44), welcher drei Annahmen zu den Eigenschaften mathematischer Objekte und des mathematischen Arbeitens formuliert: (1) Die „Gegenstände“ der Mathematik (ihre Begriffe) werden von Menschen erfunden oder geschaffen. (2) Begriffe werden nicht willkürlich oder wahllos geschaffen, sondern entstehen aus Aktivitäten mit bereits vorhandenen Begriffen oder aufgrund der Anforderungen anderer Wissenschaften bzw. des täglichen Lebens. (3) Sobald sie erschaffen wurden, haben mathematische Begriffe festgelegte Eigenschaften; diese existieren unabhängig von unserer Erkenntnis. Es kann also sein, dass wir manche dieser Eigenschaften (noch) nicht kennen und es uns Schwierigkeiten bereiten wird, sie zu entdecken.

Rundreise durch die Welt der Mathematik

Diese thematische Rundreise stellte den Versuch dar, etwas mehr als die Schulmathematik zu sehen, wenngleich dabei natürlich eine Auswahl aus den unzähligen mathematischen Teilgebieten getroffen werden musste. Zu jedem Thema wurden exemplarisch eine oder zwei typische Fragestellungen betrachtet – ähnlich einer Kreuzfahrt, bei der ein kurzer Tagesaufenthalt einen ersten Einblick von einer Stadt oder einem Land vermittelt. Die betrachteten Themen erstreckten sich dabei von Algorithmen (Intervallschachtelung, Euklid, Newton, Heron) über Diskrete Mathematik und Graphentheorie (kürzeste Wege, Euler- und Hamiltonkreise), Geometrie (n-dimensionale Würfel, nichteuklidische Geometrie, Parkettierungen, Fraktale), Spieltheorie (Nash-Gleichgewicht), Statistik (Umgang mit Unsicherheit, Hypothesentests, Konfidenzintervalle), Stochastik (Markovketten, random walk, erwartungstreue Schätzer), Topologie (stetige Umformungen, Orientierung von Flächen, Knoten und Zöpfe) bis hin zur Zahlentheorie (Eigenschaften von Primzahlen).

Definieren mathematischer Begriffe

Um die Feinheiten mathematischer Begriffe kennenzulernen bestand der Einstieg in das Thema Definieren darin, einen „Stuhl“ zu definieren: *Es sollen dabei nur Stühle von eurer Definition erfasst werden (keine anderen Sitzmöbel o. ä.), außerdem soll eure Definition nicht so streng sein, dass sie versehentlich einen Stuhl ausschließt und versehentlich als Nichtstuhl*

bezeichnet. Mittels der Lawinen-Methode wurden dabei der Weg von 14 individuellen Definitionsansätzen hin zu einer gemeinsamen Gruppendifinition beschritten: Zunächst ist ein Stuhl kein Hocker (die Lehne macht den Unterschied) und – außerhalb Österreichs – ist ein Stuhl auch kein Sessel (hier gestaltet sich die Abgrenzung deutlich schwieriger). Weiterhin stellt sich die Anzahl der Beine als zu stark einschränkend dar, auch da die Definition eines Stuhlbeins nicht ganz klar ist. Jedenfalls sind Kufen und Räder erlaubt (Schaukelstuhl, Rollstuhl), wenngleich ein Schlitten kein Stuhl im engeren Sinne ist und ein Buggy doch eher als Kinderwagen zählt denn als Kinder-Rollstuhl. Schließlich gibt es auch jeweils Mehrpersonen-Varianten von Stühlen, Hockern und Sesseln, nicht aber vom Thron. Und ein Bett ist zwar eine gepolsterte Sitzmöglichkeit für mehrere Personen ohne Lehne, zählt jedoch weder als gepolsterte Bank noch als lehnenloses Sofa.

Was lässt sich hieraus für die Mathematik ableiten? Zunächst lassen sich mathematische Begriffe in der Regel deutlich netter definieren als Alltagsbegriffe, dafür liegt die Herausforderung manchmal im Aufbau tragfähiger Vorstellungen (siehe Tall und Vinner 1981; vom Hofe 1992) sowie im Erfassen von Begriffsinhalt, Begriffsumfang und Begriffsnetz (vgl. Weigand 2014). Um dies erlebbar zu machen, wurde im Kurs anschließend der Begriff »Viereck« definiert (zunächst erstmal ein ebenes Viereck in der euklidischen Ebene). Definitionssache bleibt dabei die Frage, ob auch 180°-Winkel erlaubt sein sollen oder nicht. Ein Verbot führt dazu, dass beim Übergang zwischen konvexem und konkavem Drachen das Viereck zwischendurch kein Viereck ist. Auf diese Übung im Definieren folgte abschließend zwei Kurssitzungen lang die Beschäftigung mit der Eulerschen Polyederformel und dem Buch »Beweise und Widerlegungen« (Lakatos 1979), um die Genese und Schärfung des Polyederbegriffs nachzuerleben.

Auszüge aus den Essays

Es stellt eine Herausforderung dar, einen Einblick in die Vielfalt und das Niveau der Kursarbeit zu geben. Am ehesten gelingt dies, wenn die Schüler*innen selbst zu Wort kommen:

„Wenn ich einen Satz bewiesen habe und ich den Beweis verstanden habe, dann ist in diesem Bereich der Mathematik für mich Ordnung. Nicht so, wie wenn ich mal mein Zimmer aufräume, sondern eine endgültige Ordnung.“ — „Wer die Schönheit der Mathematik noch nicht entdeckt hat und noch nie von ihr gefesselt wurde, hat etwas Großes im Leben verpasst.“ — „Aber wie in jeder Beziehung gibt es auch schlechte Zeiten, wo ich alles am liebsten hinschmeißen würde.“ — „Ich finde es toll, immer neue Lösungen zu finden, es ist wie ein großes Spiel.“ — „Außerdem können wir definieren, was wir wollen.“ — „Es ist doch erstaunlich, dass die Mathematik so strukturiert und korrekt ist und der eigentliche Grundstein so ungewiss.“ — „Im Prinzip wird jeder in ein Verhältnis mit der Mathematik gezwungen, aber ich persönlich komme ganz gut mit ihr aus“ — „In allen Ländern werden verschiedene Sprachen gesprochen, die Mathematik ist jedoch überall gleich.“ — „Ich mag es nicht, immer dasselbe zu tun, z. B. immer die gleichen Formeln zu rechnen, nur dass andere Zahlen eingesetzt sind.“ — „Die Mathematik ist ein zu riesiges Gebiet, um alle ihre Wunder gleichzeitig in der Birne zu haben.“ — „Viele mögen Mathe nicht so sehr. Das liegt wahrscheinlich aber auch daran, dass viele gar nicht versuchen, etwas zu verstehen, sondern direkt aufgeben...“

Literaturverzeichnis

Büchter, Andreas; Leuders, Timo (2014): Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Lernen fördern – Leistung überprüfen. 6. Aufl. Berlin: Cornelsen.

Heintz, Bettina (2000): Die Innenwelt der Mathematik. Zur Kultur und Praxis einer beweisenden Disziplin. Wien: Springer.

Hersh, Reuben (1979): Some proposals for reviving the philosophy of mathematics. In: *Advances in Mathematics* 31 (1), S. 31–50. Online verfügbar unter <https://core.ac.uk/download/pdf/82047627.pdf>.

Hersh, Reuben (1997): *What is Mathematics, Really?* Oxford: Oxford University Press.

Lakatos, Imre (1979): *Beweise und Widerlegungen. Die Logik mathematischer Entdeckungen.* Braunschweig: Vieweg (Wissenschaftstheorie, Wissenschaft und Philosophie, Bd. 14).

Mason, John H.; Burton, Leone; Stacey, Kaye (2012): *Mathematisch denken. Mathematik ist keine Hexerei.* 6. Auflage. München: Oldenbourg Verlag.

Prediger, Susanne (2001): Mathematik als kulturelles Produkt menschlicher Denktätigkeit und ihr Bezug zum Individuum. In: Katja Lengnink, Susanne Prediger und Franziska Siebel (Hg.): *Mathematik und Mensch. Sichtweisen der allgemeinen Mathematik.* Mühlthal: Verlag Allgemeine Wissenschaft, S. 21–36. Online verfügbar unter <http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~prediger/veroeff/01-sammelband-denктаetigkeit.pdf>.

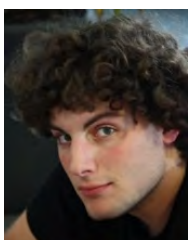
Sriraman, Bharath (2004): The characteristics of mathematical creativity. In: *The Mathematics Educator* 14 (1), S. 19–34.

Tall, David Orme; Vinner, Shlomo (1981): Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. In: *Educ Stud Math* 12, S. 151–169.

vom Hofe, Rudolf (1992): Grundvorstellungen mathematischer Inhalte als didaktisches Modell. In: *JMD* 13 (4), S. 345–364. DOI: 10.1007/BF03338785.

Weigand, Hans-Georg (2014): Begriffslernen und Begriffslehren. In: Hans-Georg Weigand, Andreas Filler, Reinhard Hölzl, Sebastian Kuntze, Matthias Ludwig, Jürgen Roth et al. (Hg.): *Didaktik der Geometrie für die Sekundarstufe I. 2., verb. Aufl. 2014.* Berlin: Springer Spektrum, S. 99–122.

Kursleitung



Benedikt Weygandt

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Mathematik, Didaktik der Mathematik der Freien Universität Berlin

Gender und Gesellschaft

Julia Wiegand

Die Kategorie Gender als bestimmendes Element unseres Alltags und grundlegender Faktor unserer Selbstwahrnehmung umgibt uns ständig und überall. Von dem Moment an, an dem eine werdende Mutter ganz selbstverständlich nach dem Geschlecht ihres Kindes gefragt wird, beeinflusst ihre Antwort, was für das Kind als „normales“ Verhalten gelten wird. Ein Bewertungsprozess wird ausgelöst, der sich in der Regel durch das gesamte Leben einer Person zieht und oft erst sichtbar wird, wenn er auf Irritationen trifft: Wenn die Person eben nicht als „typisch Mädchen“ oder „typisch Junge“ angesehen werden kann.

Selten werden diese Kategorisierungen jedoch kritisch reflektiert und es wird selten hinterfragt, warum wir bestimmte Eigenschaften als „natürlich“ wahrnehmen, was „natürlich“ überhaupt bedeutet und welche Auswirkungen diese Differenzierungen sowohl auf die Menschen haben, die sich innerhalb der gegebenen Parameter bewegen als auch auf diejenigen, die sich außerhalb dieser fest getretenen Pfade sehen. Der Kurs „Gender und Gesellschaft“ setzte an dieser Stelle an, um dazu anzuregen, langfristig vermeintliche Normalitäten zu hinterfragen.

Das didaktische Konzept des Kurses orientierte sich dabei insbesondere an den Ideen der gendersensiblen Pädagogik, der vorurteilsbewussten Bildung und Erziehung, einer Pädagogik der vielfältigen Lebensweisen sowie der Demokratiebildung. All diese Ansätze haben gemeinsam, dass sie junge Menschen dazu befähigen wollen, die Gesellschaft kritisch zu hinterfragen, vorhandene Machtstrukturen zu durchblicken und gegebenenfalls aufzubrechen, sowie individuelle Fähigkeiten und Potentiale unabhängig von den Kategorien Geschlecht und sexueller Orientierung sichtbar zu machen. Auf diese Weise soll dazu angeregt werden, allen Menschen gleichermaßen Wertschätzung und Entfaltungsmöglichkeiten zukommen zu lassen und für Vorurteile und daraus erwachsende Diskriminierungen zu sensibilisieren. Als Bedingung für das erfolgreiche Erreichen dieser übergeordneten Ziele wurden im Wahlkurs von Beginn an Aushandlungsprozesse innerhalb der Gruppe angestoßen, die die Eigenverantwortlichkeit aller Kursmitglieder sowohl für eine wertschätzende und sichere Lernatmosphäre als auch für die Kursinhalte anregen sollten.

Auf Basis eigener Beobachtungen der Jugendlichen begann der Kurs unter diesen Voraussetzungen mit einer Standortbestimmung zum Thema Gender. Anhand der Frage, wo ihnen das Thema im Alltag begegnet, analysierten wir, an welchen Stellen diese Kategorie überhaupt als solche wahrgenommen und damit relevant wird. Angesprochen wurden hier insbesondere als störend empfundene Klischees und Stereotypen und die damit verbundenen Einschränkungen in Bezug auf Mode, Aussehen, Fähigkeiten oder Hobbies. Auf diese Weise konnte zu Beginn anhand der eigenen Erfahrungen eine Arbeitsdefinition des Begriffes „Gender“ erstellt werden, die uns im Laufe des Kurses als Grundlage für unsere Diskussionen diente und

die den Konstruktionscharakter von geschlechtlichen Charakteristika durch Sozialisation betonte.

Im Folgenden wurden in der Auseinandersetzung mit einem fiktiven Alien, dem die Geschlechtskategorisierungen unseres Planeten fremd waren, sowie den Ergebnissen von ausgewählten neurologischen Studien scheinbar „natürliche“ und als biologisch festgelegte Unterschiede zwischen den Geschlechtern hinterfragt. Während im Gespräch mit dem Außerirdischen die oft willkürliche Setzung von Geschlechtergrenzen und der sowohl historisch als auch kulturell spezifische Charakter von Zuschreibungen herausgearbeitet werden konnten, zeigten die Studienergebnisse, dass auch wissenschaftliche Ergebnisse nicht frei von Vorannahmen und Beeinflussungen sind, die auf Geschlechterkategorisierungen zurückgehen. Die Kontrastierung von Alltags- und Professionswissen machte hier klar, dass viele, in unserer Gesellschaft als selbstverständlich angenommene Unterschiede zwischen den Geschlechtern (z.B. Jungs sind besser in Mathe als Mädchen, Männer sind aggressiver, risikofreudiger und sexuell aktiver als Frauen oder männliche und weibliche Gehirne funktionieren anders) wissenschaftlich aufgrund von ganz unterschiedlichen Faktoren nicht oder nur sehr eingeschränkt nachzuvollziehen sind. Auch hier erwiesen sich die angenommenen Grenzen zwischen den Geschlechtern somit als überaus porös, Gehirne als weder „männlich“ noch „weiblich“ und es wurde deutlich, dass vorherrschende Muster noch keine klaren Regeln bieten.

Im Anschluss wurden die Grenzgebiete des gesamtgesellschaftlich akzeptierten Verständnisses von Geschlecht genauer in den Blick genommen, indem die Jugendlichen sich über sexuelle und geschlechtliche Vielfalt informierten – ein Teil des Kurses, der aufgrund des Interesses der Teilnehmenden in seinem Umfang stark ausgeweitet wurde. Die Jugendlichen informierten sich – und anschließend ihre Kursmitglieder – anhand von Zeitungsartikeln, YouTube-Videos und Büchern aus der Perspektive von Betroffenen über den Alltag und die Probleme von homosexuellen, bisexuellen, asexuellen, intergeschlechtlichen, trans- und nicht-binären Personen, deren Lebensweisen sowohl gesellschaftliche als auch biologische Vorannahmen über Geschlecht immer wieder in Frage stellen. Abgeschlossen wurde dieser Teil mit einer Gesprächsrunde mit zwei queeren Mitgliedern des Betreuer*innenteams, die von ihren eigenen Erfahrungen berichteten und sich im Folgenden den Fragen der Schüler*innen stellten.

Der letzte Teil des Kurses gab schließlich einen kleinen Einblick in die Verbreitung unserer Bilder von Geschlecht in unserer Gesellschaft und in die feministische Medienkritik. Letztere konnten die Teilnehmenden mithilfe von selbst vorgeschlagenen Medienpersonen und -formaten (von Musik über YouTube und Comedy) und einer Reihe von Flashcards mit Analysefragen in Kleingruppen selbstständig erproben. Hierbei beschäftigten sie sich mit Fragen der Repräsentation und Perspektive in den vorliegenden Medienerzeugnissen, mit der Produktion von Bildern, die heteronormative und sexistische Muster perpetuieren, sowie mit der Erzeugung gesellschaftlicher Macht auf deren Basis.

Alles in allem bot der Kurs damit nicht nur einen Einblick in die Konstruktionsbedingungen einer grundlegenden Einteilungskategorie unserer Gesellschaft, sondern auch in deren Funktionsweise und Auswirkungen für unser alltägliches Zusammenleben und regte damit dazu

an, im Alltag die Augen etwas mehr zu öffnen für Normalitäten, die vielleicht gar nicht so normal sind, wie bisher angenommen.

Kursleitung



Julia Wiegand (vormals Wirth) hat an der Goethe-Universität Frankfurt Gymnasiallehramt für Englisch und Geschichte studiert. Derzeit ist sie parallel als archivpädagogische Mitarbeiterin am Institut für Stadtgeschichte in Frankfurt angestellt und mit dem Aufbau des Bildungsprojektes „Queerdenken“, das Workshops und Fortbildungen zur Gendersensibilisierung anbietet, beschäftigt.

JPC! – Die magische Papierkunst

Doi Park

Julian's Paper Craft

Julian's Paper Craft (JPC) bezeichnet Papierkunstwerke, die von Julian Park (Paju, Südkorea) kreiert wurden.⁴ JPC war von seiner Entstehung an als interdisziplinäres Bildungsprojekt geplant und sein Einsatz enthält sowohl künstlerische als auch wissenschaftliche Aspekte.

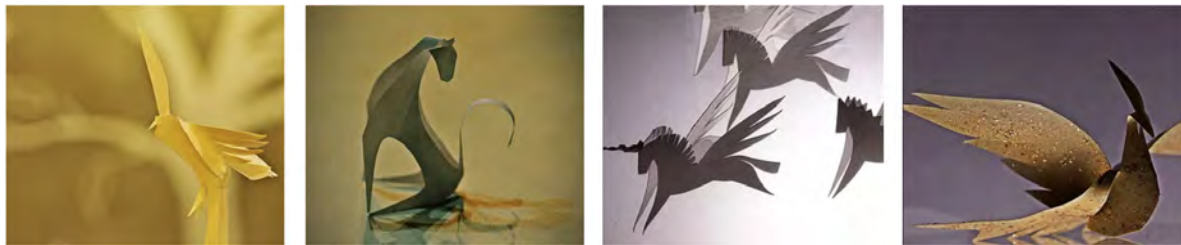


Abb. 1 - 4: Werke und Fotos von Julian Park⁵

Interdisziplinäre Papierarbeit

Ist es vorstellbar, eine plastische Taube aus einer flachen Herzform zu schaffen, ohne Reste zu hinterlassen? Könnte ein Auto aus einer flachen Form hergestellt werden? Ja, es ist sogar machbar! Julian Park schneidet aus einem Stück Papier dreidimensionale Tiere, Möbel, Transporter heraus und stellt so ressourcensparend aus einer flachen Form komplexe Modelle her. JPC stellt daher nicht eine bloße ästhetische Gestaltung für ihn dar, es ist ein besonderer Umgang mit Räumlichkeit, welcher Inhalte herstellen kann, die mit neuen Technologien, z. B. 4D-Printing⁶, eine Unmenge an Möglichkeiten eröffnen.

⁴ Seine Tätigkeit zieht sich durch die Bereiche des Theaters, Unternehmens-Coaching, Community Arts, Musik bis Aquariums-Forschung und er ist der Direktor von Dramatic Arts and Life Alliance (DALA) Edutainment, welche seit 1998 als unabhängige international tätige Organisation für die Integration der Künste in das (Alltags-)Leben arbeitet. Seit der Gründung werden darin außergewöhnliche, interdisziplinär-künstlerische Bildungsprogramme entwickelt und durchgeführt, welche Menschen aller Altersgruppen und mit verschiedenen Hintergründen anspricht, motiviert und weiterbildet.

⁵ Bilder von der Homepage: <https://www.jpclab.com/art-works-of-julian-park>

⁶ Bei der 4D-Printing-Technologie wird mit sogenannten Smart-Materialien gearbeitet, die sich selbst formieren können. Eine flache Figur, die durch besondere Druckverfahren mit verschiedenen Fasern erstellt wird, wird durch Wasser, Magnetismus oder andere Reize dazu gebracht, sich selbst zu falten und zu biegen (<https://selfassemblylab.mit.edu/4d-printing>). Alle Kunstwerke von Julian Park sind theoretisch durch 4D-Printing realisierbar, da sie aus einem Stück bestehen und nicht geklebt werden müssen, um die Stabilität der Form zu gewinnen.

Kursverlauf

In diesem Kurs wurden unterschiedliche kreativ-künstlerische Ausdrucksmöglichkeiten mit JPC untersucht. Dabei haben die Lernenden folgende Bereiche kennenlernen können: Den Bildnerischen — JPC Figuren modellieren und gestalten; den Darstellerischen — theatrale Standbilder arrangieren; den Medialen — Inszenierungsfotografien erstellen. Am Ende des Kurses wurden im Rahmen der Werkschau die Ergebnisse öffentlich präsentiert. Hier genannte didaktische Methoden verdanke ich DALA (s. Fußnote), wo ich auch die JPC - Lehrkräftebildung gemacht habe.

JPC Figuren erlernen - Codes und Variationen

Die Basis der künstlerischen Arbeit bildeten die Tierstatuen aus der Paper-Zoo-Serie (Wüstenfuchs, Elefant, Delfin, Steinbock, Pegasus, Papagei/Wellensittich, Himalaya Adler, Pfau, Bong-Hwang und Kragenechse)⁷ gemeinsam mit der Friedenstaube⁸. Die Tierstatuen hinterlassen jedoch Papierschnipsel, anders als „JPC-Complete Figures“⁹, wie es bei der Friedenstaube der Fall ist; allerdings können sich die Lernenden durch diese Tierstatuen die ersten wichtigen Codes der JPC-Figuren aneignen. Ein Code bezeichnet die Machart, wie das Gerüst einer Figur entworfen wird.¹⁰ Die einzelnen Codes zu erlernen erfolgte in diesem Kurs unmittelbar und intuitiv und weniger analytisch-geometrisch, auch wenn ein solcher Zugang ebenfalls möglich ist. Schnell wurde den Lernenden klar, dass vielfältige Variationen aus dem gleichen Code — Figurengerüst — gestaltet werden können. So hat eine Lernende aus demselben Wüstenfuchs-Code ein Eichhörnchen und eine andere einen Elefanten herausgeschnitten. Das ist das Besondere an JPC: Anders als beim Origami sind die Figuren leicht verformbar und variierbar. Somit bleibt der Gestaltungsprozess stets dynamisch. Die eigene Fantasie der Lernenden wird dabei angeregt und kann ausgebaut werden.



Abb. 5 - 7: Arbeiten der Lernenden. Von links nach rechts :
der der Originalform getreue Wüstenfuchs, eine Variation zum Elefanten,
eine Variation zum Eichhörnchen

⁷ Fotobeispiele von der Homepage: <https://www.jpclab.com/jpc-2>

⁸ Video-Anleitung: <https://www.youtube.com/watch?v=NTecTOM1UzE&t=3s>

⁹ Diese bezeichnen JPC-Figuren, die eine komplette Transformation erleben, ohne Reste zu hinterlassen.

¹⁰ Z. B. muss der Schwanzteil der Friedenstaube um ca. 225 Grad nach hinten gedreht werden, damit die gesamte Körperlichkeit der Taube entsteht. Der Kopfteil vom Delfin formiert sich erst vollständig, indem der Mundteil, der neben der Flosse geschnitten ist, um 180 Grad gedreht und in das Loch am Kopfteil hinein geschoben wird.

Figuren – Fundament des Story-Tellings

Die zuerst nach Vorlagen gemachten Figuren wurden nach Bedarf freihändig mit unterschiedlichen Materialien (Papiere verschiedener Farbe, OHP-Folien etc.) angefertigt, variiert und koloriert. Die Lernenden bekamen im Anschluss einfache, aber fantasieanregende Anleitungen, um eine eigene Figur zu kreieren. Z. B. wurden sie animiert, aus den gelernten Figuren eine Gestalt mit einem besonderen Wunsch zu kreieren. Sobald die Figuren nach eigener Imagination gestaltet werden, gewinnen sie besondere Charaktereigenschaften. So sind mehrere Figuren entstanden: Z. B. ein Pegasus mit zu großen Flügeln, der deshalb nicht fliegen kann; ein unsichtbarer Pfau, der sichtbar werden will; ein Elefant, der durch Photosynthese Energie erzeugen kann.

Theatralisierung – Einsatz von Licht und Schatten

Durch farbige Cellophanfolien und Lampen sollten die Figuren in Stimmung gesetzt werden, oder es konnten Schattenbilder von diesen durch Licht erzeugt werden. Es wurde gemeinsam besprochen, welche Atmosphäre die unterschiedlichen Farben schaffen. Die Lernenden haben im Anschluss eigenständig Lichtinstallationen angefertigt. Vor der gesamten Gruppe wurden die einzelnen Geschichten der Figuren erzählt. Daraufhin haben die Lernenden einander sehr wohlgesonnene und positive Feedbacks gegeben und auch Fragen gestellt.

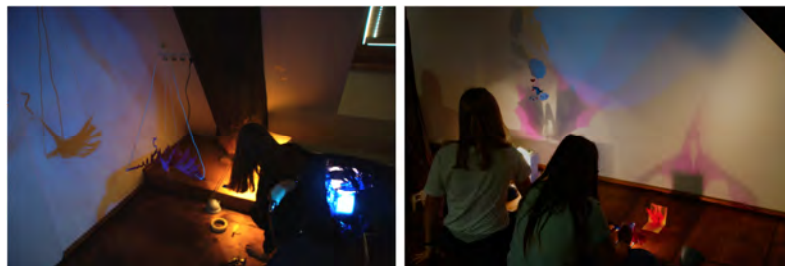


Abb. 8 - 9: Ausschnitt aus dem Arbeitsprozess

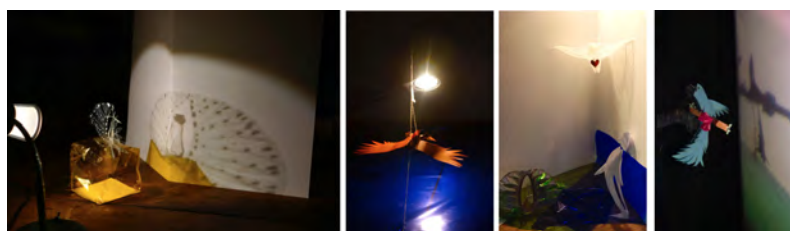


Abb. 10 - 13 : Ein Teil der Installationen der Lernenden

Inszenierte Fotografien

Es wurden drei ausgewählte Fotografien von Julian Park im Plenum besprochen. In diesen waren eine oder mehrere JPC Figuren zu sehen, die mit Einsatz von Licht arrangiert sind. Die beschreibenden und die interpretierenden Aussagen wurden voneinander unterschieden und

der Aufbau des Bildraums und die Lichtquelle wurden beschreibend analysiert, um die fotografischen Gestaltungsmöglichkeiten herauszufinden. Danach haben die Lernenden die selbst gefertigten Installationen eigenständig fotografiert und ausgewählt. Vor der Werkschau wurden die Bilder gemeinsam im Plenum angeschaut und es wurde eine finale Auswahl getroffen.



Abb. 14 - 17 : Teile der Fotografischen Werke der Lernenden

Reaktionen der Lernenden

Durch den Arbeitstisch voller Figuren und den konzentrierten Gestaltungsprozess merkte ich, wie sehr die Figuren den Lernenden gefallen haben. Der große Teil der Lernenden empfand die Stunden trotz der vielen Arbeit, die sie im Kurs geleistet haben, als entspannend und als einen Moment meditativer Konzentration. Nach dem Kurs gab es das Feedback, dass neue Ausdrucksmöglichkeiten für sie zur Verfügung gestellt wurden, die vorher noch nicht da waren. Der interdisziplinäre, künstlerische Arbeitsprozess wurde ebenfalls als positiv angemerkt.

Kursleitung



Doi Park studiert in Berlin Bildende Kunst & Philosophie auf Lehramt und ist Crafter der DALA Society. Künstlerisch arbeitet sie dabei mit Fotografie, Video, Performance und Installation.

3.

Über die Akademie

Pädagogische Betreuung

Rebecca Weygandt und Albert Fuchs

Zu Beginn der Schülerakademie gibt es immer viele Fragen. Wie werden die nächsten 10 Tage? Was für Erfahrungen wird man machen, welchen Menschen wird man begegnen? Was ist das überhaupt für ein Ort und wie sind die anderen Teilnehmenden? Welche Gespräche werden entstehen, welche Ideen kreiert und welche davon umgesetzt? Welche Gemeinschaft wird aufgebaut und was kann ich persönlich davon mitnehmen? Wir werden überhaupt meine Kurse? Mit welchen neuen Erkenntnissen wird man die Burg wieder verlassen?

Diese oder ähnliche Fragen stellen sich die Schüler*innen vielleicht, wenn sie das erste Mal den Burghof betreten. Nach dem ersten Rundgang auf dem Burggelände und den ersten, mehr oder weniger zögerlichen Kontaktaufnahmen, sollten schon einige beantwortet sein. Und spätestens am Ende der zehn Tage sind sie ganz anderen Fragen gewichen. Wann werde ich die Anderen wiedersehen? Wie kann ich das Experiment, mit dem ich hier begonnen habe, nach den Ferien weiterführen? Wie kann ich meiner Familie am besten zeigen, was ich hier alles gemacht habe? Wie kriege ich meine Freunde dazu, sich nächstes Jahr mit mir zu bewerben?

Das sind jedenfalls die Beobachtungen, die wir aus unserer Perspektive als pädagogisches Team – meist mitten im Geschehen und als Ansprechpartner für jede Schülerin und jeden Schüler unterwegs – gemacht haben und wie es sich jedes Jahr aufs Neue für uns bestätigt.

Wir haben das Glück, mit den Schüler*innen vielseitige zehn Tage erleben zu dürfen und 60 individuelle Charaktere kennenzulernen. Das geschieht für uns in ganz unterschiedlichen Situationen, unter anderem durch unsere abendliche Gute-Nacht-Runde oder ganz einfach bei Gesprächen beim Essen.

Als pädagogisches Team ist es unsere Aufgabe, sich explizit um das Wohlbefinden der Schüler*innen zu kümmern, bei Konflikten zu vermitteln und die Vernetzung untereinander zu fördern. Daneben organisieren wir tägliche Spiel-, Spaß-, Kreativ- und Sportangebote in Form von kursübergreifenden Angeboten (KüAs) und besondere Programmpunkte wie das gemeinschaftliche Geländespiel und das Programm zum Sich Kennenlernen. In der konkreten Umsetzung sieht das dann so aus: Jeden Tag konnte, wer wollte und wach war, bereits vor dem Frühstück joggen gehen. Nach dem Frühstück trifft man sich gemeinsam im Morgenplenum.

Hier werden „Highlights“ des letzten Tages reflektiert, die KüAs des heutigen Tages präsentiert, diverse organisatorische Ankündigungen gemacht, gelegentlich ein kleines Spiel gespielt und gemeinsam in den Tag gestartet. Danach geht es in die Hauptkurse und anschließend zum Mittagessen. Nach dem Mittagessen beginnt unsere „Prime Time“ als pädagogische Betreuung. Hier ist Zeit für unsere teilweise auch aufwendigeren KüAs, an denen die Schüler*innen teilnehmen konnten. Ob nun Pfadfindersport, Anhänger basteln und bemalen, Riesenseifenblasen machen, Gebärdensprache lernen oder aber einfach Volleyball spielen, es ist für jede*n etwas dabei. Alternativ kann man sich aber auch einfach mal Zeit für eine Pause nehmen (ein Angebot, was gerade gegen Ende der Akademiezeit doch gerne mal in Anspruch genommen wird) oder die Zeit anderweitig gestalten. Nach den KüAs folgen die Wahlkurszeit und bald schon das Abendessen. Zum Abschluss des Tages gibt es nun wieder die Möglichkeit, in den abendlichen KüAs zusammenzukommen und zum Beispiel etwas über das koreanische Schriftsystem zu lernen, das Lösen von Zauberwürfeln zu üben, zu spielen, zu tanzen oder zu quatschen. Nach dem ein oder anderen vergeblichen Protest geht es für die Schüler*innen auf ihre Zimmer und schon kurz nach unserer Gute-Nacht-Runde sind bei Vielen die Augen zugefallen.

Obwohl über die Tage hinweg eine gewisse Routine einsetzt, ist jeder Tag abwechslungsreich und voller spaßiger Erlebnisse. Auch das bereits nach kurzer Zeit vorhandene Gemeinschaftsgefühl (auch Akademiegeist genannt), wächst mit jedem Tag immer weiter, sodass die Abschiedsrunde am letzten Tag leider (oder zum Glück) allen schwer fällt. Diesen Akademiegeist dürfen auch alle Eltern und Besucher*innen bei den Kurswerkstätten am letzten Tag erleben und bestaunen, was die Schüler*innen in 10 Tagen auf die Beine gestellt haben. Und er wird die Schüler*innen vielleicht auch noch darüber hinaus begleiten.

Wir blicken mit Freude auf die diesjährige Schülerakademie zurück und wünschen allen Schüler*innen eine weitere schöne Zeit!



Rebekka Weygandt, Studentin im Bachelorstudiengang Psychologie der Goethe Universität Frankfurt am Main, Jugendleiterin im Evangelischen Jugendwerk Frankfurt



Albert Fuchs, Student im Bachelorstudiengang Psychologie der Goethe Universität Frankfurt am Main, Jugendleiter im Evangelischen Jugendwerk Frankfurt

Pressebericht

Hünfelder Zeitung, 15. Juli 2019

Montag, 15. Juli 2019

LOKALES HÜNFELDER LAND

15

HÜNFELD · NÖSTTAL · EITERFELD · BURGHÄUN · RASDORF · GEISAER AMT · HERSFELDER LAND

Die Welt mit anderen Augen sehen

Neunte Hessische Schülerakademie auf Burg Fürsteneck geht zu Ende

Von ALISA KIM GÖBEL
FÜRSTENECK

Ob Zauberei mit Mathematik, Sinnestäuschung in Biologie, der eigene Körper als Selbstinszenierung in Kunst und Kultur, Modellbau in Chemie oder Baustatik in Physik – das Angebot der neunten Schülerakademie für Siebt- bis Neuntklässler auf Burg Fürsteneck hatte wieder viel zu bieten. Am Ende präsentierten die Schüler und Schülerinnen ihre Forschungsergebnisse den Eltern.

„In den vergangenen zehn Tagen haben wir viele Highlights erlebt, über die unterschiedlichsten Themen philosophiert – und auch ich konnte viel dazulernen.“ Mit diesen Worten begrüßte Benedikt Weygand, der gemeinsam mit Ferenc Kréti die Gesamtleitung übernommen hatte, die Eltern der 60 Schüler zum Gästenachmittag auf Burg Fürsteneck, ehe die Jugendlichen in den Lernwerkstätten ihre Ergebnisse vorstellten.

Was Zauberei und Mathematik gemeinsam haben, zeigten die Schüler im Hauptkurs Mathematik mit den Kursleitern Maximilian Moll von der Universität der Bundeswehr in München und Maximilian Bierl von der Goethe-Universität in Frankfurt am Main. Die Eltern durften sich an einem magischen Quadrat versuchen, ehe die Jugendlichen sämtliche Kartentricks aus der Welt der Magie präsentierten. Diese ließen sich mithilfe mathematischer Berechnungen wie dem Codierungstrick, der De-Bruijn-Folge und der Gruppentheorie logisch erklären.

Mit wissenschaftlichen Mitarbeitern der Universität Kas-



Die Schüler und Schülerinnen des Mathematik-Kurses präsentierten ihren Eltern Magisches und Überraschendes. In den vergangenen zehn Tagen haben sie jede Menge Kartentricks gelernt und hinterfragt.
Foto: Alisa Kim Göbel



Einmal schnuppern bitte: Am Biologie-Infostand standen die Sinne des Menschen im Vordergrund.

sel führten Schüler im Hauptkurs Biologie eigene Forschungsprojekte durch. „Sie durften an sich selbst und gegenseitig kleine Experimente zum Thema Sinnesorgane durchführen und sogar ein Schweineauge präparieren“, erklärte Katharina Gimbel.

Schließlich durften auch die Gäste an Experimenten teilnehmen. An einem Zaubertränke-Stand sollten sie den Geschmack des Getränks herausfinden, während die Farbe der Flüssigkeit allerdings nicht zur Erwartungshaltung passte.

Mit Professor Dr. Harald Löwe von der Technischen Universität Braunschweig und Asmaa Darraz lernten die Schüler im Hauptkurs Physik viel über die Baustatik von Brücken und anderen Bauwerken.

Und die Chemie-Freunde präsentierten mit Professor Dr. Günther Harsch und seiner Tochter Dr. Nina Harsch, beide von der Uni Münster, Modelle und Plakate zum Periodensystem der Elemente.

Der Leiter des Theater Labor Art Productions in Frankfurt, Ferenc Kréti, und Jungeon Kim, Dozentin für Tanzpädagogik und Choreographie in Frankfurt, freuten sich, im Hauptkurs Kunst und Kultur, mit den jungen Künstlern an einer „Selbstinszenierung“ arbeiten zu können.

Am Nachmittag stellten sich die Wahlkurse vor. Die Schüler hatten die Möglichkeit, mit Louisie Ohling über Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit zu diskutieren. Benedikt Weygand erklärte, woher Mathematik kommt, und ge-

HINTERGRUND

Die Schülerakademie der Mittelstufe richtet sich an begabte Schüler, die sich in den Ferien mit tiefergehenden Themengebieten beschäftigen, als sie in der Schule angeboten werden. Dabei werden die Jugendlichen von wissenschaftlichen Mitarbeitern aus ganz Deutschland unterrichtet. Während der Zeit sind die Schüler auf Burg Fürsteneck untergebracht.

Gefördert wird die Akademie durch das Hessische Kultusministerium, das Beilstein-Institut zur Förderung der Chemischen Wissenschaften sowie durch den Lions Club Sulzbach.

Jeder Schüler kann zwischen den fünf Hauptkursen Chemie, Mathematik, Physik, Kunst und Kultur sowie Biologie wählen und zwei weitere Wahlkurse belegen. / agk

meinsam mit Volker Kehl versuchten sich die Schüler an einem Improvisationstheater und vertonten mit verschiedenen Geräuschen alte Stummfilme. Mit Eva Ricarda Lange und Thorge Thiemann lernten die Schüler den Kontranz. Kursleiterin Doi Park brachte den Jugendlichen die magische Papierkunst näher und Julia Wirth sprach über Gender und Gesellschaft. Einen interessanten Exkurs bot Sophie-Charlotte Opitz an, die mit Graphic Novels in die Welt der Comics einführte, und beim Blogging gestalteten die Schüler einen eigenen Blog.

Akademiestruktur/Programm

Anreisetag Sonntag, 30.06.	Uhrzeit	Montag, 01.07.	Dienstag, 02.07.	Mittwoch 03.07.	Donnerstag, 04.07.
Anreise Referent*innen ab 9:00 Uhr	07:45 – 08:20	Frühstück	Frühstück	Frühstück	Frühstück
12:30 Uhr Mittagessen 13:00 Uhr Teamsitzung	08:30 – 08:55 09:00 – 12:00	gemeinsames Morgenplenum in der Halle Hauptkurs	gemeinsames Morgenplenum in der Halle Hauptkurs	gemeinsames Morgenplenum in der Halle Hauptkurs	gemeinsames Morgenplenum in der Halle Hauptkurs
Anreise ab 16 Uhr Zimmerbelegung bis 16:45 Uhr	12:00 – 13:30	Mittagessen ab 12:45 Uhr KüAs, Sport&Bewegung	Mittagessen ab 12:45 Uhr KüAs, Sport&Bewegung	Mittagessen ab 12:45 Uhr KüAs, Sport&Bewegung	Mittagessen ab 12:45 Uhr Geländespiel
ab 17 Uhr: · Begrüßung in der Burghalle · Organisation und weitere Infos · Vorstellung Haupt- & Wahlkurse · Chor · Burg-Rallye	13:30 – 14:30 14:30 – 15:00 15:00 – 16:30 16:30 – 17:00 17:00 – 18:30	Hauptkurs Kaffeepause / Leitungsbesprechung Wahlkurs (Schiene A) Kaffee & Kuchen Wahlkurs (Schiene B)	Hauptkurs Kaffeepause / Leitungsbesprechung Wahlkurs (Schiene A) Kaffee & Kuchen Wahlkurs (Schiene B)	Hauptkurs Kaffeepause / Leitungsbesprechung Wahlkurs (Schiene A) Kaffee & Kuchen Wahlkurs (Schiene B)	
19 Uhr: Abendessen ab 19:30 Uhr: · Kennenlernspiele · Ausklang	18:30 – 19:45 19:45 – 21:30 ab 22:00	Abendessen und Teamsitzung Kursübergreifende Aktivitäten Nachtruhe	Abendessen und Teamsitzung Kursübergreifende Aktivitäten Nachtruhe	Abendessen und Teamsitzung Kursübergreifende Aktivitäten Nachtruhe	Abendessen und Teamsitzung Chor Nachtruhe

Freitag, 05.07.	Samstag, 06.07.	Sonntag, 07.07.	Montag, 08.07.	Uhrzeit	Abschlussstag Dienstag, 09.07.
langes Frühstück bis 08:55 Uhr	Frühstück gemeinsames Morgenplenum in der Halle	Frühstück gemeinsames Morgenplenum in der Halle	Frühstück gemeinsames Morgenplenum in der Halle	07:45 – 08:20 08:30 – 08:55	· Frühstück · Zimmerräumung TN · Schlüsselabgabe TN · 08:30 Plenum
Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	09:00 – 12:00	· 09:00 – 12:30 Hauptkurs- Abschluss
Mittagessen 13 – 14 Uhr: KüAs, Sport&Bewegung	Mittagessen ab 12:45 Uhr KüAs, Sport&Bewegung	Mittagessen ab 12:45 Uhr KüAs, Sport&Bewegung	Mittagessen 13 – 14 Uhr: Chor	12:00 – 13:30	· Getränkeabrechnung · 12:30 Mittagessen, danach Vorbereitung Werkstattbesuche
Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	13:30 – 14:30	
Kaffeepause / Leitungsbesprechung	Kaffeepause / Leitungsbesprechung	Kaffeepause / Leitungsbesprechung	Kaffeepause / Leitungsbesprechung	14:30 – 15:00	Gästenachmittag
Wahlkurs (Schiene A)	Wahlkurs (Schiene A)	Wahlkurs (Schiene A)	Wahlkurs (Schiene A)	15:00 – 16:30	· 14:00 – 14:30 Grüßworte Halle
Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	16:30 – 17:00	· 14:45 – 16:00 Werkstattbesuche in den Hauptkursen
Wahlkurs (Schiene B)	Wahlkurs (Schiene B)	Wahlkurs (Schiene B)	Wahlkurs (Schiene B)	17:00 – 18:30	· 16:00 – 16:30 Kaffee und Kuchen
Abendessen und Teamsitzung	Abendessen und Teamsitzung	Abendessen und Teamsitzung	Abschiedsabend	18:30 – 19:45	· 16:30 – 17:45 Werkstattbesuche in den Wahlkursen
Kursübergreifende Aktivitäten	Kursübergreifende Aktivitäten: Kurswerkstätten	Vor-Abschlussabend		19:45 – 21:30	· 17:45 – 18:30 Verabschiedung in der Halle
Nachtruhe	Nachtruhe	Nachtruhe	Nachtruhe	ab 22:00	ab 19 Uhr Buffet und Abreise TN

Schirmherr: Kultusminister Prof. Dr. R. Alexander Lorz

Weitere Informationen:

BURG FÜRSTENECK, Telefon: 06672-92020, www.hsaka.de

Die Akademie wird gefördert von





Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Sie dürfen:

Teilen — das Material in jedwedem Format oder Medium vervielfältigen und weiterverbreiten

Der Lizenzgeber kann diese Freiheiten nicht widerrufen solange Sie sich an die Lizenzbedingungen halten.

Unter folgenden Bedingungen:



Namensnennung — Sie müssen angemessene Urheber- und Rechteangaben machen, einen Link zur Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Diese Angaben dürfen in jeder angemessenen Art und Weise gemacht werden, allerdings nicht so, dass der Eindruck entsteht, der Lizenzgeber unterstütze gerade Sie oder Ihre Nutzung besonders.



Nicht kommerziell — Sie dürfen das Material nicht für kommerzielle Zwecke nutzen.



Keine Bearbeitungen — Wenn Sie das Material remixen, verändern oder darauf anderweitig direkt aufbauen dürfen Sie die bearbeitete Fassung der Materials nicht verbreiten.

Keine weiteren Einschränkungen — Sie dürfen keine zusätzlichen Klauseln oder technische Verfahren einsetzen, die anderen rechtlich irgendetwas untersagen, was die Lizenz erlaubt.

Hinweis:

Die ISBN-Nummer dieses Werks ist 978-3-910097-37-7. Sie ist bei einer Verwendung anzugeben.