

HESSISCHE SCHÜLERAKADEMIE

Mittelstufe – Jahrgangsstufen 7 bis 9

26. Juli bis 4. August 2015

Dokumentation



Schirmherr: Kultusminister Prof. Dr. R. Alexander Lorz

5. Hessische Schülerakademie

Mittelstufe

26. Juli bis 4. August 2015

- Dokumentation -

Herausgegeben von

BURG FÜRSTENECK

**Akademie für berufliche und musisch-kulturelle
Weiterbildung**

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

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

Diese Dokumentation ist erhältlich unter:
<http://www.hsaka.de>



Grußwort

Dr. Carsten Kettner,
Beilstein-Institut zur Förderung
der Chemischen Wissenschaften



Liebe Leserinnen und Leser,

Kinder sind wie Rohdiamanten: Unbehandelt und ungeschliffen bleiben Talente und Potentiale verborgen. Interesse und Begeisterung werden nicht geweckt und kindliche Neugier bleibt unbeeinflusst und erratisch, wenngleich Letzteres nicht von Nachteil sein muss, denn kindliche Neugier ist ja von Natur aus im Übermaß vorhanden. Aber das Freilegen der Talente benötigt beim behutsamen Schliff das richtige Werkzeug und angemessene Zeit.

Gelegentlich muss gar nicht viel Aufwand getrieben werden, sondern es reicht bereits, durch geeignete Reize und Anregungen einen Prozess in Gang zu setzen, der über einen dynamischen „Selbtschliff“ zu überraschenden Ergebnissen führen kann. Hier und da ein kleiner Hinweis der Eltern auf Informationsquellen in Büchern und im Internet, eine kleine Grundausstattung zur Unterstützung des Hobbys und entsprechender Freiraum kann schon

einmal ausreichen einen Kondensationskeim zu legen. Aus eigener Anschauung habe ich bei meinen Söhnen beobachtet, zu was Legosteine, eine Digitalkamera, etwas Anregung aus dem Internet und eine geeignete Software führen können: zu äußerst detailreichen und fantasievollen Stop-Motion-Filmen, die unterhaltsame Kurzgeschichten erzählen. Sie entstehen in Stunden geduldiger Kleinarbeit aus Tausenden von Einzelbildern, die nach jeder winzigen Bewegung einer Legofigur einzeln aufgenommen und nachträglich mit Ton unterlegt werden. Am Anfang war sicherlich nicht alles perfekt, und der kontinuierliche Wissenszuwachs wird durch kritisches Betrachten der Ergebnisse und steigende eigene Ansprüche bestimmt. Einen solchen Film herzustellen ist keineswegs einfach: Geschichte und Drehbuch müssen ausgedacht und geschrieben werden, das Setting in einer Fotobox mit geeigneter Beleuchtung ist eine wichtige Voraussetzung für gut ausgeleuchtete Filme, Kamerastellung und Handhabung müssen bedacht und festgelegt werden und schließlich wird die Filmkulisse mit Figuren, Hintergrund und wichtigen Nebensächlichkeiten bestückt. Wohin mag so etwas bei meinen Söhnen führen? Ich weiß es nicht, und es ist auch unwichtig, ob dieses Hobby später einmal zur Profession werden mag. Wichtig ist jedoch, dass hier Geduld, Kreativität, Begeisterung für Technik, Informationsbeschaffung und -verwertung kombiniert und geschult werden – und Spaß und Leidenschaft zum Zuge kommen.

Inwieweit in der Schule Spaß und Leidenschaft ihren Platz haben, kann jeder aus eigener Erfahrung beurteilen. Die Schule mag für den Grundschliff das passende Werkzeug zur Verfügung stellen, sprich Lehrer und Ausstattung, um bei den Schülerinnen und Schülern nachhaltiges Interesse derart wecken zu können, diese Themen sogar in der Freizeit zu vertiefen. Tatsächlich wird dies im Schulalltag durch die Vielzahl anderer Reize, Arbeiten, Verpflichtungen und enge Taktung enorm erschwert. Zu selten gelingt es der Schülerin oder dem Schüler, die Begeisterung nach Hause zu tragen und dort im Privaten sich der neuen Leidenschaft zu widmen. Häufig jedoch eher nicht, da schlicht die Zeit fehlt.

Sich Zeit nehmen und ausschließlich auf wenige ausgewählte Themen zu konzentrieren, das bietet die Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe auf Burg Fürsteneck. Hier liegen Werkzeug und die nötige Zeit in großzügigem Maße vor: Engagierte Lehrkräfte vermitteln Schülerinnen und Schülern der Klassen 7 bis 9 in der anregenden Atmosphäre der mittelalterlichen Burg ausgewählte Themen aus Chemie, Physik, Biologie, Mathematik und verschiedenen musisch-künstlerischen Fächern. Diese Themen spiegeln jedoch nicht die gängigen Schulcurricula wieder, sondern sind komplementär und nähern sich anwendungsorientiert aus fachübergreifenden Richtungen dem jeweiligen Themenkomplex. In Chemie wurden biochemische Mechanismen von Enzymen und deren Anwendung im Alltag bei der Käseherstellung, in Waschmitteln und beispielsweise in der Diagnose von Diabetes untersucht. Die Energieerzeugung, eines der wichtigsten Themen des 21. Jahrhunderts, und ihre durch die Thermodynamik gesetzten Grenzen war Gegenstand des Hauptkurses Physik, in dem auch experimentell die verschiedenen Möglichkeiten regenerativer Energien ausgelotet wurden. Was ist für das Funktionieren von Ökosystemen essentiell? Dieser Frage widmete sich der Biologiekurs und begab sich sogleich in den Mikrokosmos, dessen Bestandteile mit bloßem Auge unsichtbar sind, da er von Bakterien, Pilzen und Algen dominiert wird. Und im Mathematik-Kurs wurden Wahrscheinlichkeiten betrachtet, mit denen nicht nur psychologisch-determinierte Verhaltensweisen beschrieben werden, sondern die ganz alltagspraktisch bei der Einschätzung eigener Gewinnchancen bei Spielen helfen können. Im musischen Kunst- und

Kulturkurs wurde die abstrakte Aufgabe, die Bedeutung der Globalisierung in Tanz und Theater begreifbar zu machen, souverän gelöst.

Als entspannender Ausgleich wurden noch vollständig anders geartete Kurse angeboten, die von Fotografie und Bildbearbeitung, über Theater und Tanz zu Literatur und Improvisation führten und den Schülerinnen und Schülern ein ganzes Spektrum weiterer Reize anboten und rekursiv anregend auf die Inhalte der Hauptkurse wirkten. Neben dem Hessischen Kultusministerium trägt das Beilstein-Institut, eine gemeinnützige Stiftung mit Sitz in Frankfurt am Main, finanziell maßgeblich zur Verwirklichung der Schülerakademie bei. Die Stiftung, deren Ziel die Förderung der Information und Kommunikation in den Chemischen und benachbarten Wissenschaften ist, unterstützt die Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe von Beginn an und weitete damit gezielt ihre Förderung auf begabte Schülerinnen und Schüler, die potentiellen zukünftigen Naturwissenschaftler, über die etablierte Wissenschaft hinaus aus.

Ich wünsche der Hessischen Schülerakademie, auch in Zukunft erfolgreich an der Entwicklung engagierter und interessierter Schülerinnen und Schüler mitwirken zu können.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Carsten Kettner

Inhaltsverzeichnis

Grußwort.....	5
Vorwort	11
Danksagungen.....	14
1. Hauptkurse	
(Bio)Chemie: Enzyme – kleine Alleskönner mit großer Wirkung.....	19
Physik: Energie bewegt unser Leben – Deins auch?	31
Mathematik: Spieltheorie oder die Mathematik der Zwischenmenschlichkeit.....	53
Biologie: Dem unsichtbaren Leben auf der Spur	71
Kunst und Kultur: Running on Salted Coffee - oder von der (Un-)Möglichkeit die Welt zu verstehen.....	89
2. Wahlkurse	
Kunst: Graphic Novels.....	111
Fotografie: Ich bin ich und ich bin viele	119
Sport und Bewegung: Jonglage – Make your Rhythm	127
Tanz: Kreativer Kontratanz.....	133
Musikalische Improvisation: Elektronische Musik und Improvisation.....	141
3. Über die Akademie	
Pressebericht Hünfelder Zeitung.....	152
Akademiechor.....	153
Kursübergreifende Angebote	154
Akademiestruktur.....	156
Ablauf des Gästenachmittags	158
Gruppen- und Teamfoto	159

Vorwort

Ferenc Kréti und Claudia Wulff

Vom 26. Juli bis 04. August 2015 veranstaltete die Akademie BURG FÜRSTENECK die 5. Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe (Jgs. 7-9).

Fünf Jahre Schülerakademie für die Mittelstufe – ein halbes Jahrzehnt Erfahrung und Entwicklung eines Projektes mit 12-15jährigen Schülerinnen und Schülern, hessischen Hochschullehrenden und Kulturschaffenden im Kontext von Engagement und überdurchschnittlicher Begabung!

In der Projektentwicklung wird eine Zeitspanne von fünf Jahren häufig als Referenzzeitraum angesehen für eine Einschätzung der Substanz- und Zukunftsfähigkeit. Wo steht also unsere Akademie 2015? Was hat sich verändert seit dem Start 2011? Wie sind die Entwicklungen einzuordnen? Grundsätzlich hat sich nichts Wesentliches verändert. 60 hochmotivierte junge Menschen kommen jährlich in ihren Schulferien für zehn Tage in das Biosphärenreservat Rhön, um eine besondere Zeit auf BURG FÜRSTENECK zu verbringen. Angezogen von einem Versprechen, das sie in einer Kurzbeschreibung in einem Prospekt in ihrer Schule oder auf der Homepage der Hessischen Schülerakademien mit dem seltsamen Namen – hsaka.de – finden konnten. Eingeleitet mit der Frage:

Du hast Lust auf

- Lernen und Leben mal in einer ganz anderen Umgebung?
- eine spannende Vertiefung und Erweiterung des „normalen“ Unterrichtsstoffes?
- Wahrnehmung und Entwicklung Deiner eigenen Fähigkeiten?
- Zusammenarbeit und Austausch mit ebenso begeisterungsfähigen Jugendlichen sowie Hochschullehrenden?

Das Angebot 2015 lud ein, sich in den Hauptkursen auf die „Spur nach unsichtbarem Leben“ (Biologie) zu begeben, „Kleine Alleskönner mit großer Wirkung“ kennenzulernen (Chemie), „Auf gesalzenem Kaffee zu rennen“ (Kunst und Kultur), die „Zwischenmenschlichkeit in der Mathematik“ zu erforschen oder Überlegungen darüber anzustellen, ob „Energie auch dein Leben bewegt“! Alle restlichen „Energien“ der Schülerinnen und Schüler verteilten sich bei kreativen sowie auch sportlichen Aktivitäten in den Wahlkursen (Digitale Fotografie, Jonglage, Graphic Novels, Kreativer Kontratanz, Elektronische Musikimprovisation) und ergänzend in kursübergreifenden Angeboten (KüA).

Wie auch in den vergangenen Jahren zeigte sich offensichtlich, dass ein interessantes Angebotsspektrum von hochengagierten Lehrenden innerhalb eines didaktisch-methodischen Konzepts, welches die Ressourcen der Schülerinnen und Schüler integriert und Freiraum für eigene Projekte bereitstellt, jugendlichen Forschergeist und Tatkraft zu entfesseln hilft. Von Beginn der Planung unseres Vorhabens 2009 bis heute war und ist uns dabei die Anbindung und Nähe zu den Gymnasien und Gesamtschulen mit gymnasialem Zweig besonders wichtig. Dies wird deutlich insbesondere in unserem Auswahlverfahren für die Teilnahme an den Schülerakademien. Für das Auswahlverfahren bitten wir die Kollegien vertrauensvoll um ihre fachliche Einschätzung und gutachtliche Empfehlung. Gleichzeitig werben wir um eine erweiterte Perspektive, welche den Blick über eine bloße Einschätzung nach Schulnoten hinaus erlaubt, um auch die sogenannten „Under-Achiever“ im Spektrum der Gruppe der Hochbegabten einzuschließen. Im Sinne eines ganzheitlichen Bildungsgedankens, ermutigen wir die Schulen, wissenschaftliche und künstlerische Begabungen in gleichberechtigter Weise zu behandeln. Die Schülerinnen und Schüler werden bewusst persönlich in diesen Prozess einbezogen durch eine eigenständig verfasste Begründung für ihren Teilnahmewunsch. Anhand der Warteliste und der schulischen Rückmeldungen zeigt sich für uns der Erfolg unseres Werbens; auch „Mundpropaganda“ sorgt mittlerweile für regen Nachwuchs. Eine wichtige Entwicklung war auch die Realisierung eines Stipendienangebotes für Familien mit „nicht so dickem Portemonnaie“, damit unser Bildungsangebot nicht am Geldmangel scheitert.

Am deutlichsten zeigt sich der Fortschritt der Entwicklung auf struktureller Ebene, welcher im Resultat auch zu einer personellen Erweiterung des Teams führte, wie der Doppelbesetzung der Akademieleitung und der Besetzung der Dokumentationsleitung. Dazu spiegelt sich die Gesamtentwicklung der Schülerakademien auf BURG FÜRSTENECK wider in der Gründung des Kuratoriums wie auch des Alumnivereins Hessische Schülerakademien (alumnihsaka.de), der Erweiterung der Homepage (hsaka.de) und dem Vorhaben einer gemeinsamen Corporate Identity mit der seit elf Jahren stattfindenden Schülerakademie für die Oberstufe.

Ohne Zweifel ist die Akademie BURG FÜRSTENECK als Veranstalterin für die Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe als ein besonderer Ort der Bildung und Begegnung in der Tradition Grundvigs ein idealer Standort, der die besondere Qualität dieser zehn Tage mitzusichern hilft. Doch anspruchsvolle Wissenserarbeitung durch selbstständiges Forschen, das Entwickeln eigener Strategien zur Lösung wissenschaftlicher und musisch-kultureller Aufgaben auf hohem Niveau, das Erlernen von wissenschaftlichen und künstlerischen Methoden und Techniken in Gruppen von maximal zwölf Schülerinnen und Schülern hat seinen Preis und kommt ohne einen hohen persönlichen und materiellen Einsatz nicht aus. Die maßgebliche Voraussetzung für die Umsetzung dieses anspruchsvollen Konzeptes ist die nunmehr seit

2011 bestehende wohlwollende Finanzierung durch das Beilstein Institut zur Förderung der Chemischen Wissenschaften und durch das Hessische Kultusministerium mit Herrn Staatsminister Prof. Dr. Lorz als Schirmherr. Dafür gilt den Verantwortlichen unser herzlichster Dank!

Ein besonderer Dank gilt natürlich auch den Menschen, die diese zehn Tage gestalteten und den Rahmen schufen, in dem sich die Schülerinnen und Schüler entfalten konnten: Den Leiterinnen und Leitern der Haupt- und Wahlkurse, dem pädagogischen Team und dem immer hilfsbereiten Team der BURG FÜRSTENECK. Wie bereits in den letzten Jahren konnten am Gästenachmittag Eltern, Verwandte, Freunde und interessierte Besucher Zeuge hervorragender Leistungen der Schülerinnen und Schüler sein und sich von dem freudigen Engagement am wissenschaftlich-kreativen Gestalten der Jugendlichen anstecken lassen.

Wir würden uns sehr freuen, wenn mit der vorliegenden Dokumentation vielfältige Anregungen und Impulse für Schule und Lehramtsaus- und -fortbildung gegeben werden könnten und in der Folge Eingang in Curricula und Unterricht fänden. Für die Lehrenden sowie die Schülerinnen und Schüler ist sie ein Zeugnis der gemeinsamen Erfahrung begeisterten Lehrens und Lernens.

Burg Fürsteneck, im November 2015

Ferenc Kréti und Claudia Wulff

Danksagungen

Claudia Wulff und Ferenc Kréti

Die Qualität der 5. Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe und die Qualität der vorliegenden Dokumentation könnten ohne die vielen Menschen im Hintergrund, die mitdenken, mitarbeiten und die mit Rat und Tat zur Verfügung stehen, nicht erreicht werden. Ihnen allen soll hiermit sehr herzlich gedankt werden.

Die Schülerakademie ist ohne das gesamte Burg-Team nicht zu denken; die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus der Verwaltung, der Küche und der Hausmeisterei haben während der Akademie tausende Fragen beantwortet, Wunden gekühlt und weit über ihre normale Arbeitszeit hinaus viel organisatorische Hilfe geleistet. Ihnen allen gilt unser ganz besonderer Dank.

Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Wolfgang Metzler und seiner Frau Ingrid Baumann-Metzler, die seit Beginn in vielerlei Hinsicht die Schülerakademien fördern, begleiten und beraten und die im Prozess der Erstellung dieser Dokumentation durch viele redaktionelle Hinweise eine unschätzbare Hilfe darstellen.

Ebenso sei hier Herrn Fabian Angeloni gedankt, der mit viel Geduld und redaktioneller Genauigkeit für Layout und Ästhetik die Dokumentation, die Sie hiermit in den Händen halten, bearbeitet hat.

Last but not least soll ganz besonders den Referees der Beiträge der Haupt- und Wahlkurse 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.

Liste der Referees

Kurs	Name	Institution
HK Chemie	Prof. Dr. Klaas Martinus Pos	Institut für Biochemie Goethe Universität Frankfurt am Main
HK Biologie	Prof. Dr. Julia Schwanewedel	Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, Kiel
HK Physik	Prof. Dr. Wolf Aßmus	Fachbereich Physik der Goethe Universität Frankfurt am Main
HK Mathematik	Dr. Hartwig Bosse	Fachbereich Informatik und Mathematik, Goethe Universität Frankfurt am Main
HK Kunst und Kultur	Wiebke Dröge	Choreographin; Gründerin und Leiterin von Label ohnepunkt – Tanz und Performancemit Company, Coaching und Circulation
WK Kontratanz	Saskia C. Quené	Universität Basel; Kontratanzleiterin; Geschäftsführerin der Musikischen Gesellschaft e.V.
WK Graphic Novels	Prof. Dr. Verena Kuni	Institut für Kunstpädagogik Goethe Universität Frankfurt am Main
WK Digitale Photographie	Günther Schmuck	Geschäftsführender Direktor der BURG FÜRSTENECK a.D., Fürsteneck
WK Improvisation	Prof. Dr. Heinz von Loesch	Institut für Audiokommunikation, Technische Universität Berlin
WK Jonglage	Bärbel Kandziora	Schauspielerin und Dozentin für Theater und Zirkustechniken; Theater Narratak

Ihnen allen sei hiermit unser besonderer Dank gesagt!

Claudia Wulff und Ferenc Kréti

1.

Hauptkurse

(Bio)Chemie:

Enzyme – kleine Alleskünstler mit großer Wirkung

Svenja Weiß und Dr. Nina Harsch

Was wären Käse, die Blutgerinnung und moderne Waschmittel ohne Enzyme? Richtig, sie wären gar nicht da! Enzyme sind nicht nur unerlässlich für zahlreiche Funktionen des menschlichen Körpers, sondern sind auch außerhalb des Körpers im Alltag nicht mehr wegzudenken. Was Enzyme genau sind, wo und wie sie wirken und warum die Ananas als wahres Naturheilmittel gilt, werden wir gemeinsam in vielen Experimenten im Labor zusammen herausfinden. Seid gespannt auf ein Festival aus bunten Farben, Geschmackserlebnissen und freut Euch auf Einblicke in die spannende Welt der Bio-Chemie!

[Auszug aus der Kursankündigung]

Einleitung

Ohne Enzyme wäre kein Leben auf unserer Erde möglich. Sie kommen in allen Lebewesen, von Mikroorganismen über Pflanzen und Tiere bis hin zu jeder einzelnen Zelle des menschlichen Körpers vor. Dabei ermöglichen Enzyme chemische Reaktionen unter natürlichen Bedingungen, ohne Abhängigkeit von extremer Hitze oder hohem Druck. Als Biokatalysatoren werden sie selbst nicht verbraucht und sind so erneut einsetzbar.

Der Chemie-Hauptkurs „Enzyme – kleine Alleskönner mit großer Wirkung“ sollte den Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufen 7-9 einen spannenden Einblick in die faszinierende Welt der Biochemie geben und ihnen verdeutlichen, dass Chemie nicht nur in abgeschotteten Laboren stattfindet, sondern ein ständiger Begleiter in den verschiedensten und bunten Facetten unseres Lebensalltags ist. Die Vermittlung der Erkenntnis, dass Chemie unmittelbar erfahrbar ist, gehörte dabei ebenso zu den Zielsetzungen des Kurses, wie die angeleitet eigenständige und kreative Erarbeitung der fachlichen Hintergründe zum Thema „Enzyme“.

Wissenschaftlicher Hintergrund

Von der Ordnung im Chaos – die Proteinstruktur

In der belebten Natur spielen die vier Stoffklassen der Kohlenhydrate (Zucker), Lipide (Fette) und Proteine (Eiweiße) und Nukleinsäuren eine essenzielle Rolle. Enzyme gehören zur Klasse der Proteine, die wiederum makromolekulare Peptide darstellen. Sie setzen sich aus mehr als 100 Aminosäuren zusammen, die über stabile Peptidbindungen miteinander verknüpft sind. Die Art, Reihenfolge und die Anzahl der Aminosäurereste bestimmen dabei die Primärstruktur des Proteins (FISCHENDICK et al., 2005). Dies stellt die erste von vier Organisationsebenen (Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur) dar, die die Struktur eines Proteins bilden. Die Sekundärstruktur ist charakterisiert durch regelmäßige, sich wiederholende Muster in verschiedenen Bereichen der Polypeptidkette, wobei man zwei grundlegende Formen voneinander unterscheidet: die α -Helix und das β -Faltblatt. Die nächst höhere Strukturebene, die Tertiärstruktur, wird durch Knäuelung und Faltung gebildet. Manche Proteine verfügen weiterhin über zwei oder mehr Polypeptidketten, die als Untereinheiten bezeichnet werden. Die Quartärstruktur des Proteins resultiert dann aus der Art und Weise, wie diese Untereinheiten aneinander binden und miteinander wechselwirken (PURVES et al., 2006). Durch diese hierarchische Ordnungsweise erhalten Proteine eine komplexe, dreidimensionale Struktur, die es ihnen ermöglicht, eine entsprechende, spezifische Funktion auszuführen. Fehler in der Faltung können dabei gravierende Folgen haben, sodass das Protein seine Funktion gar nicht mehr ausüben kann und letztlich von der Zelle abgebaut wird.

Enzyme – die Turbodüsen des Lebens

Damit eine Zelle am Leben erhalten bleibt, müssen im Stoffwechsel Tausende von chemischen Reaktionen mit hoher Geschwindigkeit ablaufen. Deshalb besitzt jede Zelle biologische Katalysatoren, die Enzyme, die diese Reaktionen um den Faktor 10^6 - bis 10^{12} -mal beschleunigen (FISCHENDICK et al., 2005, VOET et al., 2002). Im Vergleich zu gewöhnlichen Katalysatoren, die man aus der Chemie kennt, sind Enzyme in der Lage, die Aktivierungsenergie so weit zu senken, dass biochemische Reaktionen schon bei Körpertemperatur von ca. 37 °C sehr schnell ablaufen. Bei höheren Temperaturen (> 42°C) verlieren sie ihre Aktivität, da die Strukturfaltung zerstört wird und das Enzym dadurch denaturiert. Deswegen kann zu hohes Fieber die Enzyme derart beeinflussen, dass die Versorgung unseres Körpers nicht mehr in geeignetem Maße möglich ist. Die Aktivität eines Enzyms, d.h. die Wirksamkeit als Katalysator, wird neben der Temperatur durch verschiedene andere Faktoren (wie pH-Wert oder Konzentration der Reaktanden und Produkte) entscheidend beeinflusst. Jedes Enzym besitzt dabei für jeden Parameter einen optimalen Wert. So haben die meisten Enzyme beispielsweise ein pH-Wert Optimum zwischen 6 und 8 (neutrales Milieu) (FISCHENDICK et al., 2005).

Das aktive Zentrum – Herz eines jeden Enzyms

Aufgrund ihrer besonderen Struktur wirken Enzyme mit hoher Spezifität. Sie besitzen ein aktives Zentrum, das aus räumlich benachbarten Aminosäureresten der Proteinstruktur gebildet wird und die katalytisch wirksame Region des Enzyms darstellt. Dieses aktive Zentrum ist so geformt, dass es ein Substrat nur in einer ganz bestimmten Orientierung binden kann, so wie ein Schlüssel zu einem Schloss passt. Die Passgenauigkeit zwischen Substrat und Enzym nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip ist die Ursache der Substratspezifität von Enzymen. Außerdem katalysiert ein bestimmtes Enzym nicht jede beliebige Reaktion, sondern setzt das Substrat zu ganz bestimmten Produkten um, was als Wirkungsspezifität bezeichnet wird (FISCHENDICK et al., 2005).

Die Oase ein Enzym?

Wäre das O des Alphabets ein Substrat, könnte die Oase in der Wüste ein Enzym sein. Enzyme werden im Allgemeinen nämlich durch Anhängen der Endung -ase an das Enzymsubstrat oder aber nach der Beschreibung der katalysierten Reaktion benannt. Es gibt sechs Hauptklassen enzymatischer Reaktionen (VOET et al., 2002):

- Oxidoreduktasen (Oxidations-Reduktions-Reaktionen, Elektronentransfer)
- Transferasen (Übertragung funktioneller Gruppen bzw. chemischer Gruppen)
- Hydrolasen (Spaltung eines Substrats durch Transfer einer Hydroxylgruppe eines Wassermoleküls)
- Lyasen (Abspaltung von Gruppen unter Ausbildung von Doppelbindungen oder Addition zu Doppelbindungen)
- Isomerasen (Umordnung von Gruppen innerhalb eines Moleküls)
- Ligasen (mit Energieaufwand gekoppelte Knüpfung von Bindungen)

Sinnvoll oder nicht - die Enzymhemmungen

Kann es sinnvoll sein, Enzyme zu inaktivieren, wenn sie doch für die Aufrechterhaltung des Lebens so bedeutsam sind? Ja. Es wäre für den Organismus sogar fatal, könnte man Enzyme nicht hemmen. Enzyme dürfen sogar im Körper nicht dauerhaft wirksam sein, weil sonst alle biochemischen Reaktionen gleichzeitig mit relativ hoher Geschwindigkeit ablaufen würden. Die Enzymhemmung stellt sogar ein wichtiges Instrument in der Regulation unseres Stoffwechsels dar. Wenn Enzyme nicht benötigt werden, sind sie in ihrer Aktivität häufig durch Inhibitoren, die nach verschiedenen Mechanismen wirken, gehemmt. Man unterscheidet dabei kompetitive Inhibitoren, die an dem aktiven Zentrum des Enzyms binden und die nicht-kompetitiven Hemmstoffe, die an einer anderen Stelle binden und die Enzymaktivität dadurch hemmen. Beide Mechanismen sind aber reversibel und der Inhibitor kann sich wieder vom Enzym ablösen. Häufig sind Produkte gleichzeitig der Hemmstoff ihres eigenen Stoffwechselweges. Dies wird auch als negative Rückkopplung bezeichnet. Ein Produkt wird dadurch nur solange synthetisiert, bis sich davon genügend im Organismus befindet – ein ausgeklügeltes System, das es erlaubt, den Energie- und Rohstoffverbrauch gering zu halten.

Neben der reversiblen existiert aber auch die irreversible Inhibition. Hierbei bleibt der Hemmstoff (z.B. ein Schwermetall-Ion) an dem aktiven Zentrum fest gebunden. Das Enzym ist sozusagen „vergiftet“ und kann nicht mehr an der Katalyse teilnehmen. Es muss neu hergestellt werden. Dies ist auch der Grund, warum eine Schwermetall-Vergiftung durch Blei- oder Quecksilber-Ionen so gefährlich sein kann (FISCHENDICK et al., 2005, VOET et al., 2002).

Didaktisches Konzept

Guter Unterricht zeichnet sich nicht nur durch die didaktische Aufbereitung des Lernstoffes, sondern auch durch die Auswahl der Lehr- und Lernmethoden aus. Methodisch kluge Arrangements machen die Schülerinnen und Schüler zu aktiven Lernenden und fördern ihre fachlichen, sozialen und persönlichen Kompetenzen (MATTES, 2002). Beispiele dafür im Hauptkurs Chemie waren die eigenständige Herstellung von Käse, die künstlerische Darstellung ausgewählter inhaltlicher Aspekte des Kursthemas und die Erarbeitung und Visualisierung von Enzymstrukturen mit der Software PyMOL. Aktives Lernen ist die Voraussetzung für die kognitive Verankerung neuen Wissens im Gehirn. Passives Konsumieren von Wissen hingegen ermöglicht keine langfristige Wissensabspeicherung (BIRKENBIHL, 2009).

Auch kooperative Unterrichtsmethoden können die Motivation der Lernenden fördern und so den Lernerfolg erhöhen. Voraussetzungen dafür sind jedoch ein geeignetes Szenario und passende Interaktionsbedingungen zwischen den Lernenden (TRAUB, 2004). Im Hauptkurs Chemie wurde dies berücksichtigt, indem von Anfang an das gegenseitige Kennenlernen und der Zusammenhalt der Gruppe gefördert wurde: Neben einer Vorstellungsrunde und wiederholten Feedbackrunden im Verlaufe des Kurses, wurden zahlreiche Aufgaben in stets neu gemischten Gruppen teils spielerisch bearbeitet. Dazu gehörten unter anderem die Erarbeitung des Aufbaus von Enzymen anhand eines Puzzles, das Durchführen eines Rollenspiels zum

Ablauf der Katalyse oder die Anwendung von Waschmittelproben auf unterschiedliche, selbst gesammelte Fleckenarten.

Um im Erfassen von fachlichen Inhalten zunehmend unabhängig und eigenständig zu werden, ist es ebenfalls bedeutsam, die Lernenden ihren eigenen Erkenntnisprozess selbst mitgestalten und reflektieren zu lassen (TERHART, 2009). Deshalb wurde im Hauptkurs Chemie Wert darauf gelegt, dass die Schülerinnen und Schüler sich ihr Wissen mit Hilfe von Intuition und Logik möglichst eigenständig erarbeiten konnten. So wurden Molekülmodelle zur Veranschaulichung des Aufbaus von Enzymen verwendet, anschauliche Texte mit dem Arbeitsauftrag der Erstellung von Postern zum Thema Käse eingesetzt und Experimente zur Braunfärbung von Äpfeln und zur Wirkung von Speichel auf Brot von den Schülerinnen und Schülern selbst geplant und durchgeführt.

Lernen wird neben genetischen Voraussetzungen vor allem durch die Faktoren Aufmerksamkeit, Emotionen und Motivation gesteuert (SPITZER, 2002). Entsprechend wichtig ist eine Mischung aus vielfältigen und spielerischen Lehrmethoden (MEYER, 2004), starker Handlungsorientierung, sowie kooperativen und forschenden Lernformen (KLIPPERT, 1994). Diese bildeten das Grundgerüst des Hauptkurses Chemie und bieten gerade auch im Rahmen der individuellen Begabtenförderung ein erfolgsversprechendes Gesamtkonstrukt (FISCHER, 2014).

Vorbereitende Schüleraufgabe

Um das Interesse der Schülerinnen und Schüler an dem Thema „Enzyme“ zu wecken, wurden sie gebeten, sich im Vorfeld mit einem von ihnen aus einem vorgegebenen Themenpool ausgewählten Anwendungsbereich von Enzymen auseinanderzusetzen und dazu eine kurze Präsentation vorzubereiten. Die von den Schülerinnen und Schülern präsentierten Schwerpunkte umfassten Bereiche der Industrie (u.a. Textil-, Backwarenindustrie, Kosmetikbranche) und des Menschen (u.a. Stoffwechsel, Medikamente). Die einzelnen Vorträge wurden zu entsprechenden Versuchen gehalten, um Relevanz und Nutzen zu verdeutlichen.

Ablauf des Kurses

Die folgende Tabelle (Tab. 1) gibt den Verlauf des Kurses grob zusammengefasst wieder. So werden zum einen die inhaltlichen Schwerpunkte der einzelnen Tage deutlich und zum anderen ist erkennbar, dass der Kurs eine abwechslungsreiche Mischung aus fachwissenschaftlichem Input, alltagsnahen Praxisbezügen, begleitenden Experimenten sowie spielerischen Anwendungen des Erlernenen bietet.

Tab. 1: Zeitlicher und inhaltlicher Ablauf des Chemiekurses

Tag	Inhaltlicher Schwerpunkt	Kategorie
Mo	Nomenklatur, Aufbau, Eigenschaften von Enzymen Enzyme im Apfel Braunfärbung von Äpfeln durch Polyphenoloxidase	Fachwissen Praxisbezug Experiment
Di	Enzymklassen, Aktivierungsenergie, Katalyse Enzyme im Speichel Zersetzung von Brot durch Amylase	Fachwissen Praxisbezug Experiment
Mi	Enzyme in der Milch- und Käseindustrie Käseherstellung mit Lab-Extrakt	Praxisbezug Anwendung
Do	Schlüssel-Schloss-Prinzip Kunstprojekt „Enzyme“	Fachwissen Anwendung
Fr	Enzyme in der Ananas Zersetzung von Gelatine durch Bromelain Backen eines Ananaskuchens	Praxisbezug Experiment Anwendung
Sa	Enzyme in der Waschmittelindustrie Entfernung von Flecken durch Enzyme	Praxisbezug Experiment
So	Hemmung von Enzymen Medizinische Relevanz von Enzymen Visualisierung von Enzymen mit der Software PyMOL	Fachwissen Praxisbezug Anwendung
Mo	Spielerische Wiederholung und Vertiefung	Anwendung

Tag 1:

Der erste Tag des Hauptkurses Chemie diene zunächst dem gegenseitigen Kennenlernen. Um den Einstieg dabei möglichst ansprechend zu gestalten, wurden den Schülerinnen und Schülern Denkimpulse in Form von Fotokarten geboten, welche sie passend zu ihrer Persönlichkeit und zu ihren Erwartungen an den Kurs auswählen durften. Ergänzt wurde dies durch einen von jeder Person für ihr jeweiliges Gegenüber auszufüllenden Steckbrief. Auf diese Weise kamen die Schülerinnen und Schüler unmittelbar und ungezwungen miteinander ins Gespräch. Im Anschluss daran durfte jeder Teilnehmende sein Gegenüber der Gesamtgruppe vorstellen.

In einem zweiten Block wurde auf spielerische Art das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zum Thema Enzyme erhoben. Dabei durften sie in Kleingruppen Quizfragen zur atomaren Zusammensetzung, zur Stoffklassenzugehörigkeit und zu den Grundeigenschaften von Enzymen beantworten. Die korrekten Lösungen wurden anschließend im Plenum zusammengetragen.

Anknüpfend an den Vorwissensstand wurde nun in einem dritten Block mit Hilfe von Arbeitsblättern die Nomenklatur von Enzymen näher beleuchtet und eine erste Definition formuliert. Zudem erarbeiteten sich die Schülerinnen und Schüler selbstständig den hierarchischen Aufbau von Enzymen (Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur) anhand eines Puzzles.

Der Nachmittagsblock des ersten Tages bot der Schülergruppe einen ersten konkreten Praxisbezug: Die durch das Enzym Polyphenoloxidase ausgelöste Braunfärbung des Fruchtfleisches von Äpfeln bei Kontakt mit Luftsauerstoff. Aufgabe der Schülerinnen und Schüler war es, sich Lösungsvorschläge zur Verhinderung dieses Prozesses zu überlegen und diese experimentell zu überprüfen. Auf diese Art wurden die beeinflussenden Parameter (wie Temperatur, pH-Wert) einer enzymatischen Reaktion beispielhaft veranschaulicht.

Tag 2:

Am zweiten Kurstag erarbeiteten sich die Schülerinnen und Schüler, unterstützt durch Handouts mit Denkipulsen, eigenständig die Charakteristika der sechs Enzymklassen. Diese wurden anschließend im Plenum zusammengetragen und noch einmal näher erläutert. Im Anschluss daran wurde aufbauend auf dem Beispiel eines defekten Porsches, welcher einen Berg zu überwinden hat, im Dialog mit der Schülergruppe das Prinzip der Aktivierungsenergie besprochen. Die Herabsetzung der Aktivierungsenergie ist das Grundprinzip katalytischer und



Abb. 1: Das katalytische Rollenspiel

somit enzymatischer Reaktionen. Dementsprechend wurde im Folgenden näher auf die Katalyse eingegangen: Nachdem die Schülergruppe sich einen Kurzfilm zur imposanten katalytischen Umsetzung von Wasserstoffperoxid mithilfe des Katalysators Mangandioxid angesehen hatte, erarbeitete sie sich eigenständig die einzelnen Schritte der Reaktion und stellte diese zum Abschluss des Vormittags durch ein Rollenspiel modellhaft selbst dar (vgl. Abb. 1).

Der Nachmittagsblock wurde auch am 2. Tag zur Betrachtung eines Praxisbeispiels aus dem Alltag genutzt: Nachdem die Schülerinnen und Schüler im Selbsttest herausgefunden hatten, dass Brot nach längerem Kauen im Mund süß schmeckt und dass dafür das im Speichel enthaltene Enzym Amylase verantwortlich ist, wiesen sie die Stärkespaltung durch Amylase anschließend mit Hilfe von Iod-Kaliumiodidlösung als Indikator experimentell nach.

Tag 3:

Am dritten Tag des Chemie-Hauptkurses durften die Schülerinnen und Schüler sich ausschließlich der Projektarbeit zum Themenfeld Milch und Käse widmen: Dazu wurden anschauliche Texte zu unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkten an insgesamt sechs Kleingruppen verteilt. Passend zu jedem Text erhielten die Schüler Leitfragen, unter anderem: Woraus besteht Milch? Was sollte man über Lactoseintoleranz wissen? Was versteht man unter Pasteurisieren und Homogenisieren? Was passiert beim Verderben von Milch? Warum vertragen Säuglinge keine reine Kuhmilch? Was sind die Grundprinzipien der Käseherstellung? Und:

Was passiert beim Dicklegen der Milch? Basierend auf den Leitfragen erstellte jede Kleingruppe ein Poster und präsentierte dieses anschließend im Plenum der Gesamtgruppe. Dabei wurde auch ausreichend Zeit für Rückfragen und Diskussionen eingeräumt.

Nachdem sich die Schülerinnen und Schüler auf diese Art ein Bild von der Käseherstellung gemacht hatten, durften sie im Nachmittagsblock selbst Käse herstellen. Dafür wurde ein käufliches Käse-Starter-Set inklusive Lab-Enzym, Milchsäurebakterienkultur und Calciumchloridlösung verwendet. Nach dem Pressen wurde der Käse in Salzwasser gelegt und war bereits am kommenden Tag genießbar (vgl. Abb. 2). Die Schülergruppe konnte so innerhalb kurzer Zeit einen weiteren Praxisbezug der Enzyme unmittelbar kennenlernen.

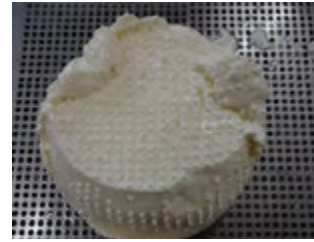


Abb. 2: Von der Schülergruppe selbst hergestellter Käse.

Tag 4:

Der 4. Tag brachte den Schülerinnen und Schülern einen ihnen bisher noch nicht bekannten Aspekt der Struktur und Funktionsweise von Enzymen näher: Das aktive Zentrum und das damit verbundene Schlüssel-Schloss-Prinzip. Damit in Zusammenhang steht auch die Substratspezifität von Enzymen. Die Grundzüge der Spezifität konnten die Schülerinnen und Schüler sich aus den Experimenten der Vortage selbst ableiten. Somit konnten im Dialog auch das Schlüssel-Schloss-Prinzip und die Bildung von Enzym-Substrat-Komplexen herausgearbeitet werden.

Nachdem die Schülerinnen und Schüler nun einen für die Kürze der Zeit durchaus beeindruckenden Grundwissensstand zum Thema Enzyme geschaffen hatten, wurde ihnen im Folgenden die Möglichkeit geboten, ihr Wissen völlig frei künstlerisch umzusetzen und es dadurch zu verfestigen und zu vernetzen. Als Denkipuls wurden laminierte Kärtchen mit Schlagworten und zusammenfassenden Informationen zu den bisher behandelten Inhalten ausgelegt, darunter: Aminosäuresequenz, Riesenmolekül, Aktives Zentrum, Schlüssel-Schloss-Prinzip, Enzymklassen, Aktivierungsenergie, Katalysator. Die Verbindung von Chemie und Kunst wurde von der Schülergruppe mit sehr großer Begeisterung angenommen und mit großer Kreativität umgesetzt. Abb. 3 zeigt einige Ergebnisse.



Abb. 3: Künstlerische Umsetzung des Themas Enzyme

Tag 5:

Aufgrund der überwältigenden Wirkung des Kunstprojektes wurde ein Teil des Vormittags des fünften Tages von den Schülerinnen und Schülern noch für die Fertigstellung der einzelnen Kunstwerke und Anschauungsmodelle genutzt. Im Anschluss daran wurde jedes einzelne Projekt im Plenum vorgestellt und von den jeweiligen Schülerinnen und Schülern eigenständig erläutert. Auf diese Art wurden die bis hierhin erarbeiteten Wissensbereiche noch einmal komplett wiederholt und logisch miteinander vernetzt.

Nach Abschluss des Kunstprojektes durften sich die Schülerinnen und Schüler einem weiteren Alltagsbezug enzymatischer Reaktionen widmen: Das in der Ananas enthaltene Enzym Bromelain findet vielfältigste Anwendungen im medizinischen Bereich aufgrund seiner gerinnungs- und entzündungshemmenden Wirkung. Grund hierfür ist, dass Bromelain Eiweiße spalten kann. Entsprechend setzte die Schülergruppe unter Einsatz von in der Apotheke erhältlichen Bromelain-Tabletten, Pufferlösung und Gummibärchen ein Experiment an, bei dem dies zu sehen ist: Während in reinem Wasser oder in reiner Pufferlösung gelagerte Gummibärchen lediglich ihre Farbe verlieren, wird das in der Bromelain-Lösung liegende Gummibärchen über Nacht vollständig zersetzt. Dieser Effekt wird in der Industrie dazu benutzt, um Gelatine eine weichere Konsistenz zu geben. Die Wirkung von Bromelain kann lebensmitteltechnologisch aber auch unerwünscht sein: so kann rohe Ananas das Festwerden eines gelatinehaltigen Tortengusses auf einem Obstkuchen verhindern und einen leicht bitteren Geschmack erzeugen. Vermieden werden kann dies aber durch das Erhitzen der Ananasstücke, wodurch das Bromelain denaturiert wird oder der Verwendung von Ananas aus Konservendosen, da in diesen die proteolytisch wirksamen Enzyme durch Pasteurisieren deaktiviert wurden. Als Abschluss des Tages und unter Anwendung dieses Wissens wurde dann gemeinsam ein Ananaskuchen gebacken.

Tag 6:

Der 6. Tag wurde einem weiteren prominenten Enzymbeispiel aus der Industrie gewidmet – den Waschmitteln. Zuvor wurden die Schüler und Schülerinnen aber in Zweiergruppen mit einem Beutel voll Stofffetzen erst auf „Fleckenjagd“ durch die Burg geschickt. Dabei waren der Fantasie keine Grenzen gesetzt. Von Wolfsmilchflecken über Ruß und Kosmetikcremes war so mancher Überraschungsfleck anzutreffen. Was genau ist ein Fleck? Diese Frage versuchte die Schülergruppe durch eine anschließende Kategorisierung mithilfe der gesammelten Flecke zu beantworten. Dabei fanden sich neben Farbstoffen, Pigmenten und wasserlöslichen Stoffen auch die drei „Naturstoffklassen“ Proteine, Kohlenhydrate und Lipide wieder. Von dem eigentlichen Problem – dem Fleck – ging es jetzt zur Lösung – dem Waschmittel. Die Schülerinnen und Schüler befassten sich damit, welche Inhaltsstoffe in Waschmitteln enthalten sind. Dabei wurden Vollwaschmittel, Feinwaschmittel, Fleckensalz, Reisewaschmittel und verschiedene Spezialfleckenentferner miteinander verglichen. Ein sofortiger Aha-Effekt trat bei den Inhaltsstoffen Amylasen, Lipasen und Proteasen auf. Hier erkannten die Schüler sofort, dass Enzyme am Werk sind. Die anderen Inhaltsstoffe wurden spielerisch als Memory erarbeitet. Als Abschluss durften die Schülerinnen und Schüler dann ihre gesammelten Flecken mit entsprechendem Waschmittel versuchen, experimentell wieder zu loszuwerden.

Tag 7:

Der multiple Gewinn von Enzymen im Alltag dürfte spätestens nach dem 6. Tag den Schülerinnen und Schülern bewusst geworden sein. In einer Diskussionsrunde am Vormittag des 7. Tages setzte sich der Chemiekurs aber auch mit der Frage auseinander, ob und wie es sinnvoll sein kann, Enzyme zu hemmen. Hierzu gab es die folgenden vier Leitfragen:

- Welche Folgen hat das Fehlen oder Ausfallen von Enzymen im menschlichen Körper?
- Welche Ursachen gibt es für das Fehlen/Ausfallen von Enzymen?
- Warum könnte es bewusst sinnvoll sein, Enzyme zu hemmen?
- Wie könnte man Enzyme hemmen?

Bei den ersten Fragen konnte an das bereits gewonnene Wissen aus der Chemiekurszeit angeknüpft werden. Ein Leben völlig ohne Enzyme kann nicht funktionieren. Unser Organismus produziert fortlaufend Enzyme, um Stoffwechselprozesse in unserem Körper aufrecht zu erhalten. Doch durch genetische oder im Laufe des Lebens erworbene Faktoren kann es durch eine verminderte Enzym-Produktion zu einem Enzym-Mangel kommen. Lactoseintoleranz oder die Bluterkrankheit (Hämophilie) wurden hier als Beispiele behandelt.

Die Hemmung von Enzymen kann für uns aber auch von Vorteil sein. Sie ist sogar lebenswichtig und spielt innerhalb der Stoffwechselregulation eine essentielle Rolle. Spannend fanden die Schülerinnen und Schüler auch die Tatsache, dass z.B. Schmerzmedikamente wie Aspirin oder Ibuprofen auf entsprechende Enzyme wirken und so einen sogar bewusst gewollten Effekt darstellen. Durch kleine Denkipulse konnten sich die jungen Chemiker und Chemikerinnen durch Logik sogar selbst herleiten, auf welche Art und Weise Enzyme gehemmt werden können und welche zugrunde liegenden Mechanismen der Enzyminhibition es gibt.

In der zweiten Hälfte des 7. Tages durften die Schülerinnen und Schüler Chemie aus einer anderen Perspektive kennenlernen. Chemie ist nicht nur „Knall und Puff“, sondern kann z.B. auch computerbasiert sein. Nach einer kurzen Einführung in die 3D-Visualisierungs-Software PyMOL, machte sich der Chemiekurs mit der dreidimensionalen Darstellung von Enzymstrukturen vertraut.

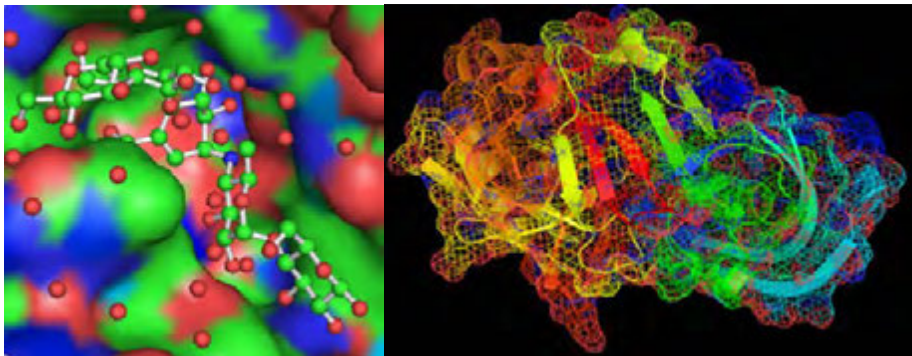


Abb. 4: Beispiele der dreidimensionalen Darstellung des Enzyms Pepsin, die mit Hilfe der Software PyMOL von den Schülerinnen und Schülern selbst designt wurde

Um die Schülerinnen und Schüler ihren erworbenen Wissensstand praxisnah erfahren zu lassen, galt es zunächst in einer kleinen Vorübung die Primärsequenz eines Peptids zu lösen. Mit riesiger Begeisterung konnte jeder der Schüler faszinierend schnell diese Aufgabe lösen.

Jeder Außenstehende hätte bei dieser Freiarbeit die 7-9. Klässler für Chemieprofis gehalten; Sätze wie „dies müsste die Peptidbindung sein“ oder „dieser Aminosäurerest ist dann also ein Alanin“ tönten durch den Saal – ein tolles Erfolgserlebnis. Danach konnten die Schülerinnen und Schüler die Struktur des Enzyms Pepsin mit dem Computerprogramm bearbeiten. Pepsin ist ein Enzym, das in unserem Magen für die Spaltung von bestimmten Eiweißen verantwortlich ist, die wir mit der Nahrung zu uns nehmen. Schnell suchten und fanden die Schüler wieder den Bezug zu dem Erlernten. „Kann das das aktive Zentrum sein?“ „Hier sieht man die Sekundärstrukturen“. Durch die anschließende Bearbeitung der Strukturen in Power-Point und Photoshop wurde der künstlerischen Freiheit ebenfalls Raum geschaffen (vgl. Abb 4). Bio-Chemie kann eben auch ästhetisch sein.

Besuchertag:

Am Gästenachmittag hatten die Besucher die Gelegenheit, von den Schülerinnen und Schülern (vgl. Abb. 5) selbst hergestellten Käse und Molke zu probieren, die im Laufe der Akademiezeit hergestellten Modelle und Kunstwerke zu besichtigen, einige Experimente zu bestaunen und sich von der Faszination des Themas Enzyme anstecken zu lassen.



Abb. 5: Der HSAKA-Chemiekurs 2015

Literatur

Birkenbihl, V. F. (2009). Lernen lassen!: mit 17 konkreten Methoden, Tricks und Lernspielen. mvg Verlag.

Fischendick, A., Grubert, L., Hartmann, A., Henning, H., Kauska, G., Kaiser, B., Mederow, G., Kemnitz, E., Lilienthal, U., Link, A., Müller, S., Riederer, C., Ritter, U., Riederer, U., Scheurell, S., Schönherr, M., Simon, R., Vogt, H. (2005). Chemie Lehrbuch SII. 1. Auflage. Berlin: Duden Paetec GmbH.

Fischer, C. (2014). Individuelle Förderung als schulische Herausforderung. Friedrich-Ebert-Stiftung.

Klippert, H. (1994). Methoden-Training. Beltz.

Mattes, W. (2002). Methoden für den Unterricht: 75 kompakte Übersichten für Lehrende und Lernende. Schöningh.

Meyer, H. (2004). Was ist guter Unterricht. Berlin: Cornelsen Scriptor.

Purves, W.K., Sadava, D., Orians, G.H. & Heller H.C. (2006) Biologie. 7. Auflage. München: Spektrum Akademischer Verlag.

Spitzer, M. (2002). Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens.

Terhart, E. (2009). Didaktik: Eine Einführung. Reclam.

Traub, S. (2004). Unterricht kooperativ gestalten: Hinweise und Anregungen zum kooperativen Lernen in Schule, Hochschule und Lehrerbildung. Julius Klinkhardt.

Voet, D., Voet J.G. & Pratt C.W. (2002). Lehrbuch der Biochemie. Weinheim: Wiley-VCH Verlag.

Autorinnen



Svenja Weiß

Wissenschaftliche Mitarbeiterin Georg-Speyer-Haus,
Institut für Tumorbologie und Experimentelle Therapie.
Frankfurt am Main



Dr. Nina Harsch

Forschung, Transfer und Weiterbildung, Zentrum für Lehrerbildung,
Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Physik:

Energie bewegt unser Leben – Deins auch?

Dr. Natalija van Well und Pascal Puphal

Das Thema Energie beschäftigt unsere Gesellschaft mehr denn je. In unserem Kurs wollen wir zunächst auf die Ursprünge der Energie, ihre Form und ihre Erzeugung eingehen und die Frage beantworten, welche Energie am längsten vom Menschen genutzt wird. Wir wollen auch Energieformen ineinander umwandeln. In unserem Kurs probieren wir gemeinsam mitreißende Experimente aus und analysieren dabei die physikalischen Besonderheiten. Beispielsweise wollen wir gemeinsam eine Kraftmaschine aufbauen.

[Auszug aus der Kursankündigung]

Einleitung

Die nach wie vor vorwiegend genutzten fossilen Energieträger tragen wesentlich zum Klimawandel bei, zudem ist der Vorrat hiervon begrenzt. Die Menschheit benötigt als Basis für ihre wirtschaftliche und soziale Weiterentwicklung ein effektives Energiesystem, daher stehen wir vor der großen Herausforderung, den steigenden Energiebedarf und das zunehmende Umweltbewusstsein in Einklang miteinander zu bringen.

Schüleraufgabe

Im Vorfeld der Akademie wurden den Schülerinnen und Schülern Themen für einen kurzen Vortrag zur Auswahl gestellt, welcher an das Themengebiet heranführen sollte und vor Beginn der Akademie zu bearbeiten war. Als Vortragshilfe sollte ein Poster erstellt werden.

Es wurden folgende Themenbereiche vorgeschlagen:

- Biokraftstoffe und ihre Nachhaltigkeit
- Wasserkraftwerke
- Gezeitenkraftwerke
- Wellenkraftwerke
- Windkraftwerke und Aufwindkraftwerke
- Geothermie
- Kohle und Gaskraftwerke
- Atomkraftwerke

Ablauf des Physikkurses

Am ersten Tag des Kurses wurde den Schülerinnen und Schülern nach einer kurzen Vorstellungsrunde der Ablauf des Hauptkurses Physik vorgestellt (Tab. 1).

Tab. 1: Ablauf des Physikkurses

Datum	Themen	Versuche
27.07.15	Was ist Energie ? Energie-Einheiten Energieproblem, Energiebedarf und Energievorräte Energieformen: Mechanische Energie (potentielle und kinetische Energie), Wärmeenergie, elektri- sche Energie	<u>Versuch:</u> Wasserrad und Windrad

28.07.15	Energieerhaltung/-umwandlung Energieträger im Überblick	<u>Versuch</u> : Umwandlung der Sonnenenergie - Sonnenturbine
29.07.15	Temperatur und Wärme Unterscheidung der Phasen (flüssig, fest, gasförmig) Phasenübergang	<u>Versuch</u> : Generator und Lampenexperiment
30.07.15	Einführung der Entropie Wirkungsgrad der Energiewandler Carnot Prozess, Dampf- und Gasturbine	<u>Versuch</u> : Experiment zur Demonstration des Batterieaufbaus
31.07.15	Schüler stellen ihre Poster zum Thema Kraftwerke vor - mit anschließender Diskussionsrunde	Vorbereitung für die Präsentation
01.08.15	Schüler stellen ihre Poster zum Thema Kraftwerke vor - mit anschließender Diskussionsrunde	<u>Versuch</u> : Basteln des Goethebarometers
02.08.15	Wanderung und Test des Goethebarometers	Berechnung des Luftdrucks
03.08.15	Basteln von Trinkvögeln	
04.08.15	Atomenergie und Atommüllentsorgung. Geologische Tiefenlager und ihre Oberflächenanlagen Abschlusspräsentation	

Theoretischer Teil

Eine Herausforderung des steigenden Energiebedarfs ist die zunehmende Belastung der Umwelt und die vorrausschauende Abwendung von Schäden, die durch den Klimawandel hervorgerufen werden.

Wie hoch ist der Energiebedarf heute und wie wird er sich bis zur Mitte dieses Jahrhunderts aufgrund des Bevölkerungswachstums entwickeln? Heute leben auf der Erde 7 Milliarden Menschen. Diese Zahl wächst zurzeit um 1.5% pro Jahr. Bis 2050 werden es aufgrund dieser Entwicklung rund 10 Milliarden Menschen sein. Alle werden Energie in vielen verschiedenen Formen benötigen. In Abbildung 1 ist zu sehen, wie viel verbrauchte Energie (Primärenergie) im Jahr 2012 (und im Vergleich dazu im Jahre 1973) aus welchen Quellen weltweit erzeugt wurde.

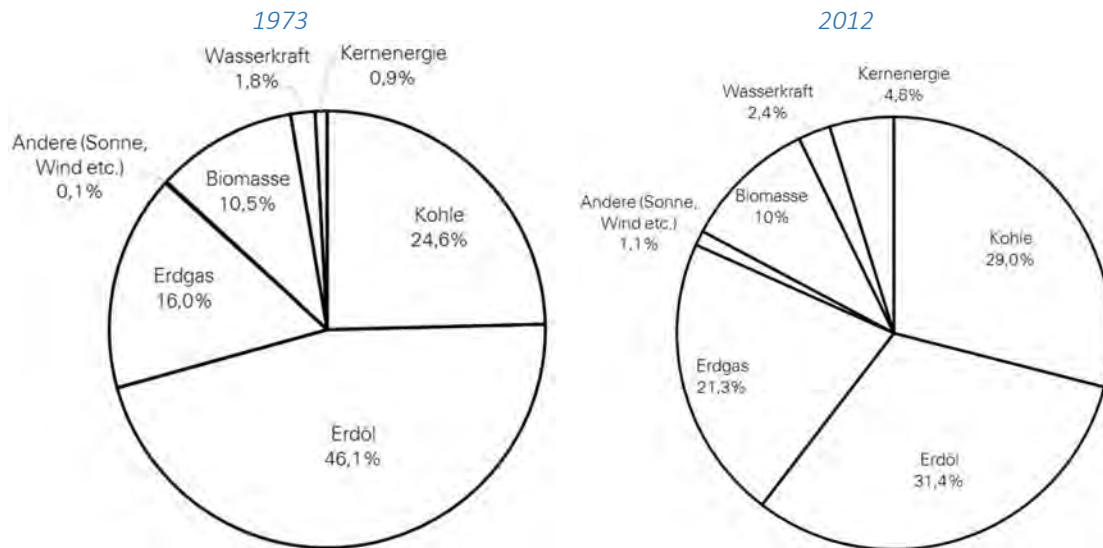


Abb. 1: Anteile der verschiedenen primären Energiequellen an der Gesamtleistung weltweit in den Jahren 1973 und 2012 - nach Vorlage [1]

Ein Teil der Primärenergie geht leider bei der Umwandlung in Nutzenergie „verloren“. Dieser fließt zum Beispiel bei den Kraftwerken als „nutzlose“ Wärme in die Umwelt. Von demjenigen Teil der Primärenergie, der nach Umwandlung zur weiteren Nutzung zur Verfügung steht, geht dann nochmals 50% „verloren“. Das bedeutet, dass diese nochmals verlorene Energie auch zum größten Teil in Wärme umgewandelt wird. Der Anteil der Energie, der schließlich als sogenannte Nutzenergie verwendet wird, beträgt dann nur 33% der ursprünglichen Primärenergie [2].

Die Reserven fossiler Brennstoffe und sonstiger Energievorräte decken heute nur noch $\frac{3}{4}$ des weltweiten Bedarfs. Es ist allgemein bekannt, dass die heute gesicherten Erdölvorräte bei unveränderter Nachfrage höchstens noch für die nächsten 40 Jahre ausreichen. Die Erdgasvorräte reichen vielleicht noch 60 Jahre, die der Kohle 200 Jahre und die des Urans als Reaktorbrennstoff 75 bis maximal 100 Jahre. Sicherlich wird man auch in Zukunft noch weitere Lagerstätten dieser Primärenergienstoffe finden. Allerdings wird die Gewinnung und Förderung nur unter erschwerten Bedingungen möglich sein, was bedeutet, dass sich die fossilen Brennstoffe sehr verteuern werden.

Aus den zuvor ausgeführten Fakten erschließt sich die Notwendigkeit einer Energiewende hin zu einer nachhaltigen, umweltschonenden und für alle Menschen bezahlbaren Energieversorgung. Eine Energiewende ist vor allem aus drei Gründen notwendig:

1. Die Vorräte der fossilen Energiequellen Kohle, Öl und Erdgas gehen allmählich zu Ende.
2. Verursacht durch das Verbrennen dieser Vorräte entsteht ein Klimawandel in Form einer Erwärmung der Atmosphäre und verursacht folglich eine Veränderung, welche mit einem Anstieg des Meeresspiegels und einem Verlust von Lebensraum einhergeht.

3. Es besteht das Risiko der Gefahr der Kernenergienutzung (⇔ Reaktorunfälle) und die ungelöste Frage der nachhaltigen Entsorgung der radioaktiven Abfälle.

Allerdings ist eine konsequente Energiewende oftmals schwer durchsetzbar, da politische (⇔ beispielsweise die Trassenführung von Nord- nach Süddeutschland) und finanzielle Interessen (⇔ Investitionskosten für konventionelle Kraftwerke) mit der gegebenen Notwendigkeit zur Nutzung dieser Alternativen kollidieren. Dennoch sollten die Anstrengungen zur Schaffung und Nutzung von alternativen Energiegewinnungsmöglichkeiten verstärkt werden, um beispielsweise Sonnenenergie, Wind und Wasserkraft noch intensiver zu nutzen.

Welche Pläne gibt es beispielsweise in Deutschland bezüglich der künftigen Energieversorgung? Am 6. Juni 2011 hat die Bundesregierung einen Beschluss gefasst, welcher folgende zentrale Elemente enthält:

- Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie bis spätestens Ende 2022,
- Kontinuierlicher Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien,
- Modernisierung und Ausbau der Stromnetze,
- Steigerung der Energieeffizienz in allen Energiebereichen,
- Erreichen anspruchsvoller Klimaschutzziele und damit eine deutliche Minderung des Einsatzes fossiler Brennstoffe.

Dieser Beschluss hat zum Ziel, einen Übergang zu einer langfristig gesicherten Energieversorgung zu schaffen, der weitgehend auf erneuerbare Energiequellen basiert. Bereits 2010 wurde 17% des Stroms und insgesamt fast 11% der gesamten Energieversorgung mittels erneuerbarer Energiequellen erzeugt. Der Anteil dieser Energiequellen am Stromverbrauch soll bis 2020 auf mindestens 35% und bis 2050 auf mindestens 80% anwachsen. Die Wachstumsziele für den Anteil erneuerbarer Energie am gesamten Bruttoendenergieverbrauch sind gemäß dem Beschluss der Bundesregierung bis 2020 auf 18% und bis 2050 auf 60% zu steigern. [2]

In Abbildung 2 ist die Struktur des Endenergieverbrauchs in Deutschland im Jahr 2014 zu sehen. Die fossilen Quellen sowie die Kernenergie dominieren mit 80%, während die erneuerbaren Energiequellen lediglich 11.1% ausmachen (Abbildung 2 links). Auf dem rechten Bild in Abbildung 2 ist die Struktur der Endenergiebereitstellung aus erneuerbarer Energie zu sehen. Die Biomasse und Biokraftstoffe tragen dazu 6.4%, die Windenergie 1.5%, Wasserkraft 0.6% [3].

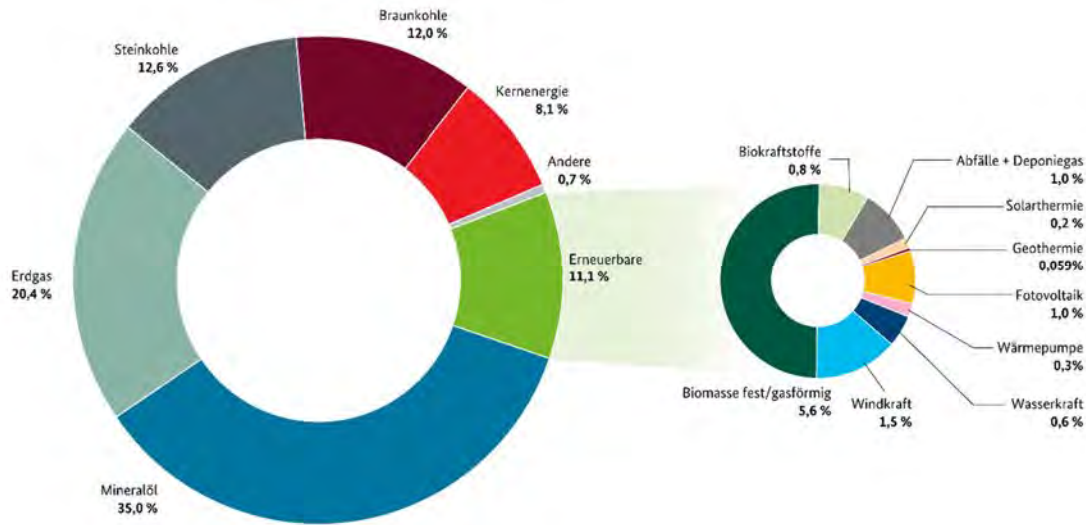


Abb. 2: Links: Anteile der konventionellen und erneuerbaren Energiequellen am gesamten Primärenergieverbrauch in Deutschland 2014. Rechts: Struktur der erneuerbaren Energiequellen in Deutschland 2014, vorläufig, nach Vorlage [3]

Energie kommt in einer großen Zahl verschiedener Arten vor, zum Beispiel: thermische, potentielle, mechanische, elektrische und chemische Energie sowie Kernenergie und Strahlungsenergie... Aber was ist Energie? Eine von vielen Definitionen für Energie wird bereits in der Schule gelehrt: „Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu leisten“. Hierbei handelt es sich um die Definition aus der klassischen Mechanik. Zum Beispiel ist Muskelenergie die Fähigkeit, ein Gewicht zu heben. Eine andere grobe Definition von Energie lautet beispielsweise: „Energie ist alles, was in Wärme verwandelt werden kann“. Beispielsweise kann man Elektrizität im Elektroheizer, Benzin im Automotor oder Kernenergie im Reaktor in Wärme umwandeln.

In Abbildung 3 sind Schülerinnen und Schüler bei der Diskussion vor ihren Postern zu sehen, die sich mit unterschiedlichen Energiequellen und ihrer Umwandlung in nutzbare Energie beschäftigen.



Abb. 3: Diskussion der Schülerinnen und Schüler vor den Postern zum Thema „Kraftwerke“

Wie am Anfang angekündigt werden die Poster, die die Schüler und Schülerinnen im Vorfeld der Schülerakademie vorbereitet haben, in einer Kurspräsentation vorgestellt. Dabei ging es um verschiedene Kraftwerkarten. Nach der Vorstellung wurden etwaige Fragen beantwortet, gefolgt von einer Diskussionsrunde zu den jeweiligen Kraftwerken. In Tabelle 2 sind die ausgearbeiteten Vor- und Nachteile der verschiedenen alternativen Energiequellen zusammengefasst.

Tab. 2: Ausarbeitung der positiven/negativen Aspekte verschiedener Kraftwerksarten von den Schülern

Kraftwerksart	Vorteile	Nachteile
Fossile Brennstoffe	Gut erforschte Energiequelle mit den günstigsten Stromkosten. Gas-und-Dampf-Kombikraftwerke erreichen Wirkungsgrade von bis zu 62%.	Die Funktionsweise basiert auf der Oxidation von Kohlenstoff, was enorme CO ₂ Ausstöße zur Folge hat. Es werden bei der Verbrennung andere giftige Gase die in der Kohle gespeichert waren freigesetzt (Quecksilber, Schwefel) und es entsteht teilweise Kohlenstoffmonoxid. Nur erheblicher vergangener Subventionsaufwand führte zu akzeptablen Wirkungsgraden.
Atomkraftwerk	Atomkraftwerke sind wetterunabhängig und können kontinuierlich viel Strom produzieren, zudem wird kein CO ₂ abgegeben. An ein Atomkraftwerk können Forschungseinrichtungen gekoppelt werden, die die entstehenden Neutronen nutzen.	Das Problem der Abfallbeseitigung ist weltweit noch nicht gelöst und jegliche Realisierung ist sehr teuer. Die entstehende Abwärme wird größtenteils in Luft und Gewässer entsorgt. Der Reaktorbetrieb ist aus vielen Gründen gefährlich und erfordert einen großen Sicherheitsaufwand, zudem besteht die Gefahr einer Atomkatastrophe. Kernkraftwerke sind teurer als Gas- und Kohlekraftwerke gleicher Leistung. Viel Geld wurde in die Weiterentwicklung bis zur Rentabilität gesteckt (Subventionen).

<p>Biokraftstoffe</p>	<p>Pflanzen sind CO₂-neutral. Bei deren Verbrennung entsteht nur so viel davon, wie beim Wachstum verbraucht wurde. Holz und Pflanzenreste werden seit Jahrtausenden zum Heizen genutzt und die Verbrennungstechniken werden stetig verbessert.</p>	<p>Energie liefernde Pflanzen stehen teilweise in Flächenkonkurrenz zu Nahrungspflanzen. Monokulturen energieliefernder Pflanzen benötigen teils umweltschädliche Stoffe und werden gentechnisch verändert (Wildtierschäden). Extensive Bodennutzung schadet der Umwelt und vermindert die Biodiversität. Die I. Generation der Biokraftstoffe weist eine noch negativere CO₂-Bilanz auf, als fossile Energieträger.</p>
<p>Geothermie</p>	<p>Es handelt sich um eine konstante Energiequelle und sie kann direkt für die Heizung und Warmwasserbereitung genutzt werden. Die notwendigen Wärme-Kraft-Anlagen sind konventioneller Natur und gut erprobt. Die Anlagen werden von der Bevölkerung akzeptiert</p>	<p>Es sind aufwändige kilometertiefe Bohrungen vonnöten, um nutzbare Temperaturdifferenzen zu erreichen. Es werden natürliche Schichten zerstört und es kann zu Fehlbohrung, Bodenverschiebungen sowie Erdbeben, besonders bei Erzeugung künstlicher Poren (zur Wassereinlagerung) kommen.</p>
<p>Wellen-, Gezeiten- und Strömungskraftwerke</p>	<p>Es gibt viele noch unerforschte Standorte (vor allem für Strömungen). Die Leistung von Strömungen und Gezeiten ist zeitlich konstant (planbar). Strömungskraftwerke liegen unter der Wasseroberfläche.</p>	<p>Die Anlagen befinden sich unter dauerhafter Korosionsgefahr, womit ein großer Wartungsaufwand verbunden ist. Der Strom entsteht an wenig besiedelten Orten und muss weit transportiert werden. Kavitation kann für Turbinenschäden sorgen. Diese Art von Kraftwerk verändert die Umwelt</p>
<p>Wasserkraftwerk</p>	<p>Wasserkraftwerke sind seit vielen Jahren in Betrieb und werden meist gut Akzeptiert. Die Leistung ist jederzeit abgreifbar und die Wirkungsgrade sind die höchsten (bis 90%). Pumpspeicherkraftwerke ermöglichen einen Ausgleich schwankender Leistungen anderer Energiequellen.</p>	<p>Bei Flussregulierungen und Stauseen müssen teilweise Bevölkerungen umgesiedelt werden und natürliche Gebiete werden überflutet/ ausgetrocknet und somit zerstört. Dammbrüche mit verheerenden Überschwemmungen sind nicht auszuschließen (Erosionsgefahr). Trotz eingebautem Fluchtweg für Fische sterben dennoch viele in den Turbinen.</p>

Aufwindkraftwerk	Trotz natürlicher Ressource kann dieses Kraftwerk im 24 h Betrieb laufen, da im Boden eingelassene Wasserleitungen unter der Kollektorfläche die Wärme speichern. Erfordert besonders heiße und helle Flächen, was in unbelebten Gebieten der Fall ist. Geringer Wartungsaufwand, aufgrund eines einfachen Aufbaus.	Sehr geringer Wirkungsgrad erfordert enorme Flächen um hohe Leistungen zu erzielen. Es besteht eine Umsturzgefahr des Turms, da zusätzlich noch eine enorme Höhe Leistungssteigerungen bringt.
Windanlagen	Windparks können an Land und im Meer gebaut werden. Windenergie ist relativ billig im Vergleich zur Solarthermie und Photovoltaik.	Die Bevölkerung hat Vorbehalte gegen Windkraftanlagen aufgrund der Gefahr für Vögel, der Geräuscherzeugung und wegen der Landschaftsveränderung (auch Schattenprobleme). Die Leistung schwankt mit der Windstärke. Der erzeugte Strom muss meistens weit transportiert werden. Zudem werden für die Flächen teilweise Bäume gefällt. Für getriebelose Kraftwerke werden Neodym-Eisen-Bor-Magneten verwendet wodurch bei der Förderung von Neodym, Giftstoffe und atomar Strahlende Partikel zutage gebracht werden.
Photovoltaik und Solarthermie	Erfordert sonnige Flächen, was in unbelebten Gebieten der Fall ist. Die Anlagen sind Wartungsarm, da es wenige bewegliche Teile gibt und hat eine relativ hohe Lebenserwartung. Es entsteht kein Lärm und kleinere Anlagen können direkt beim Verbraucher installiert werden (dezentral).	Es handelt sich um eine subventionslastige erneuerbare Energiequelle mit einem geringen Wirkungsgrad. Zudem ist sie wetterabhängig und benötigt große Nutzflächen.

Im Folgenden werden nun die Energieformen betrachtet. Die primären Energieformen sind die „Quellen“, aus denen alle anderen in Natur und Technik vorkommenden Erscheinungsformen abgeleitet sind, da diese aus ihnen entstehen können. Die primären Energieformen werden durch Energiewandler in sekundäre Energieformen (Nutzenergien) transformiert. In Abbildung 4 ist die Umwandlung von Primärenergien in Nutzenenergien dargestellt. In vielen

Fällen gibt es aber auch eine umgekehrte Umwandlung, zum Beispiel von elektrischer in Bewegungsenergie.

Eine wichtige Eigenschaft der Energie ist, dass man diese weder erzeugen noch vernichten kann. Man kann Energie immer nur von einer Erscheinungsform in eine andere umwandeln. Bei Gebrauch entsteht die äquivalente Menge einer anderen Energieform, beispielsweise Licht, Wärme oder mechanische Energie.

In der Thermodynamik, der Wärmelehre, arbeitet man mit folgenden Begriffen: Energie, Arbeit, Wärme, Temperatur und Entropie. Was verbirgt sich nun hinter den Worten „Temperatur“ und „Wärme“ und wie hängen diese zusammen? Zur Veranschaulichung dient ein Thermometer. Wenn man dieses erwärmt, was bedeutet, dass dem Thermometer Energie in Form von Wärme zugeführt wird, dann steigt die angezeigte Temperatur. Die Temperatur ist eine allgemein bekannte Eigenschaft von Gegenständen, da jeder Körper eine bestimmte Temperatur besitzt. Bei der Wärme verhält es sich etwas anders. Wenn man zwei Gegenstände mit verschiedenen Temperaturen in Berührung bringt, dann weiß man, dass sich ihre Temperaturen aneinander angleichen. Gibt man zum Beispiel einer Person, die aus der Kälte kommt (und kalte Hände hat, da sie keine Handschuhe trug), eine warme Hand und hält diese fest, dann werden beide Hände mit der Zeit gleich warm. Was dabei zwischen den Händen vor sich geht, ist der Transport der Energie in Form von Wärme. Wärme ist eine in ganz bestimmter Weise transportierte Energie zwischen zwei Körpern mit jeweils unterschiedlicher Temperatur.

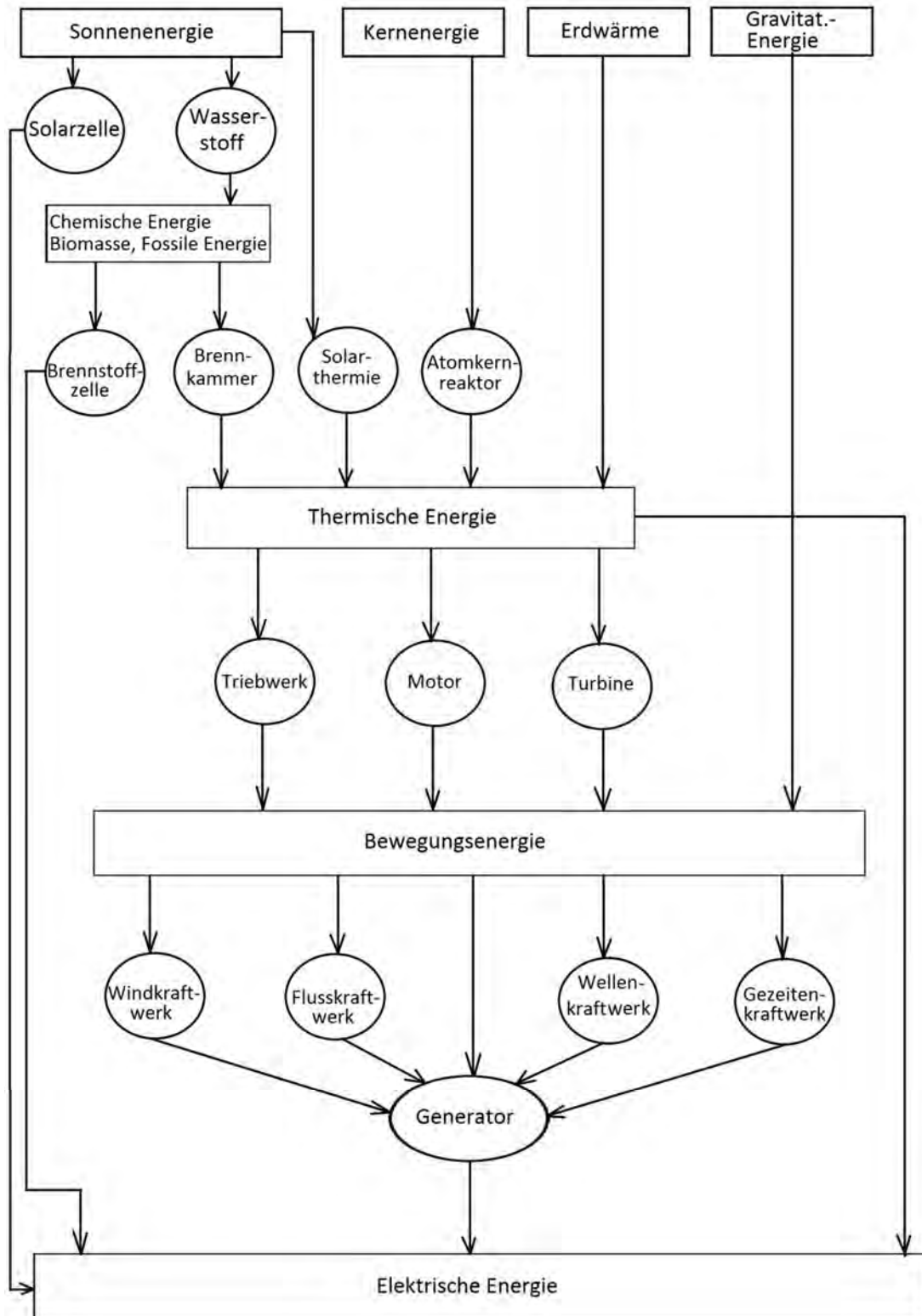


Abb. 4: Energieformen und Energiewandler

Um zu erfahren, wie genau dieser Temperatenausgleich stattfindet, müssen wir den Prozess genau betrachten. Alle Atome und Moleküle sind ständig in Bewegung. In einem heißen Körper sind die Bewegungen intensiver. In diesem haben die Atome (im Mittel) eine höhere Energie als die Atome in einem kälteren Körper. Dieses Phänomen wurde VON ROBERT BROWN (1773-1858) untersucht. Unter dem Mikroskop sah man kleine Teilchen von einigen Zehntel Mikrometern Durchmesser in permanenter ungeordneter Bewegung. Die Geschwindigkeit dieser Bewegung nahm mit ansteigender Temperatur zu. Nach R. BROWN wurde dieses Beobachtungsergebnis als Brownsche Bewegung bezeichnet. Für jede Art von Substanz ist der Zusammenhang zwischen Energie (E) und der mittleren Geschwindigkeit (v), mit der sich die Atome und/oder Moleküle bewegen, ein anderer. Dieser Zusammenhang lässt sich am Beispiel eines „idealen“ Gases betrachten. Bei einem idealen Gas ist der Abstand der Moleküle im Verhältnis zu ihrem Durchmesser so groß, dass die Moleküle aufeinander nur während der Zusammenstöße Kräfte ausüben. Beispielsweise kommen die Eigenschaften der Luft unter alltäglichen Bedingungen (Temperatur, Druck) einem idealen Gas sehr nahe. Aus der Schule kennt man folgenden Ausdruck für die Temperatur eines idealen Gases:

$$T = \frac{pV}{kN} \rightarrow T = \frac{2E}{3kN} = \frac{mv^2}{3kN}$$

Dabei ist k die Boltzmann-Konstante ($k=1.381 \cdot 10^{-23}$ J/K), N die Anzahl der Moleküle im Volumen V , m ihre Masse und p der Druck. Zum Beispiel beträgt die Geschwindigkeit der Luftmoleküle bei 20°C etwa 460 m/s und bei 25°C 465 m/s [4].

Die innere Energie, die im Gas steckt, wird durch $U=f/2 \cdot nRT$ mit f als die Freiheitsgrade des Gases beschrieben. Die Freiheitsgrade entsprechen den Optionen beispielsweise von Gasteilchen, sich unterschiedlich zu bewegen. Das bedeutet, einfache Fortbewegung, also Translation, Rotation und Vibration. Für ein ideales Gas (punktförmige Teilchen) bleibt nur die Translation in den drei Raumrichtungen. Mit R bezeichnet man die Gaskonstante. Diese beträgt 8.314 J/mol·K.

Die innere Energie bezieht sich auf die gesamte Energie aller Moleküle in einem System. Zum Beispiel können zwei heiße Eisenblöcke mit gleicher Masse dieselbe Temperatur haben, wobei die beiden Eisenblöcke zusammen doppelt so viel innere Energie haben, wie jeder einzelne.

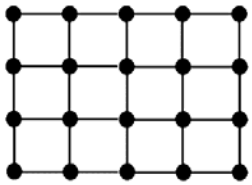
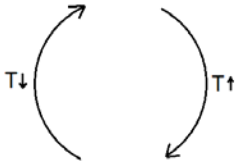
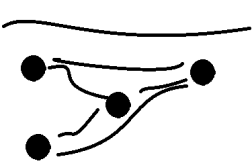
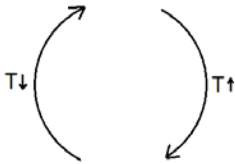
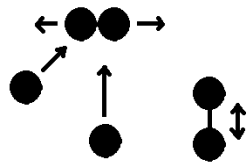
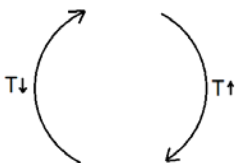
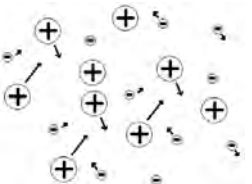
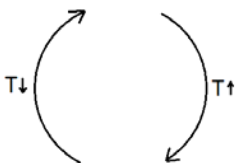
Im Weiteren wurde folgende Aufgabe bearbeitet: Im Zylinder einer Maschine expandieren 0.25 mol eines Gases (ideales Gas) schnell gegen Kolben. Während des Prozesses fällt die Temperatur von 1160 K auf 360 K. Bestimme ΔU . Die Lösung lautet:

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR(T_w - T_k) = \frac{3}{2} \cdot 0.25 \text{ mol} \cdot 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \cdot (1160 \text{ K} - 340 \text{ K}) = 2494.2 \text{ J}$$

Mol ist die Standardeinheit (SI) der Stoffmenge n und wurde so festgelegt, dass genau 12 g Kohlenstoff ein Mol beinhalten. Somit enthält ein Mol jedes Stoffes die gleiche Anzahl an Teilchen, nämlich $6.022 \cdot 10^{23}$. Dies wird als Avogadro Konstante $N_A=6.022 \cdot 10^{23}$ Teilchen/Mol bezeichnet. Zur Verdeutlichung wurde beispielsweise den Schülerinnen und Schülern folgende Aufgabe gestellt: Wieviel Mol sind in 134 g CO₂ enthalten, wenn 1 Mol CO₂ eine Masse von 44g hat. Die Lösung ist: $n = \frac{134 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 3.05 \text{ mol}$ [5].

Sind alle Eigenschaften eines Systems an jedem Ort dieses Systems gleich, bezeichnet man dieses System als homogen. Dagegen besteht ein heterogenes System aus mehreren Phasen. Diese sind Bereiche, die jeweils in sich homogen sind, sich aber in bestimmten Eigenschaften wie Dichte oder chemische Zusammensetzung voneinander unterscheiden. Die Phasen können sich auch durch ihren Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig) unterscheiden. In der Tabelle 3 sind verschiedene Aggregatzustände dargestellt. Zum Verständnis dieser Skizzen wurden das Periodensystem sowie das Bohrsche Atommodell besprochen.

Tab. 3: Verschiedene Aggregatzustände

Aggregatzustand		Thermische Energieform	Phasenübergänge
Fest		Schwingungen im Atomgitter (eingeschränkte Bewegung)	Erstarren Schmelzen 
Flüssig		Stöße der Atome mit elektro-magnetischer Wechselwirkung (Coulomb-Kraft)	Kondensation Verdampfung 
Gasförmig		Stöße, Rotation und Schwingung von Atomen	Zerfall der Atome 
Plasma (kein Phasenübergang)		heftige Stöße zwischen freien Elektronen und ionisierten Atomen	

Um die Gesetze der Thermodynamik formulieren zu können, betrachtet man eine spezifizierte Menge von Materie, die sich in einem begrenzten Teil des Raums befindet. Dies wird als System bezeichnet und alles, was außerhalb des Systems liegt, wird Umgebung genannt. Ein System kann auch Wärme mit der Umgebung austauschen oder auch thermisch isoliert sein, wie zum Beispiel Kaffee in der Thermoskanne. Neben der Wärme kann auch Energie in Form von Arbeit ausgetauscht werden. Dies passiert, wenn sich das Volumen eines geschlossenen Systems (z.B. ein Zylinder mit einem Kolben) modifiziert. Nimmt das Volumen zu (z.B. indem Gas in einem Zylinder erhitzt wird), so leistet das System Arbeit (beispielsweise durch Ausdehnung des Gases) und eine entsprechende Energiemenge wird dem System entnommen. Jede Maschine nutzt diese Möglichkeit, um aus Wärme mechanische Energie zu gewinnen.

Im Lauf der Zeit stellte sich heraus, dass es nicht möglich war, die Wärmeenergie vollständig in mechanische Arbeit umzuwandeln. Ein Teil der Wärme blieb ungenutzt. Die Umwandlung von Arbeit in Wärme war dagegen vollständig möglich. Diese Erkenntnis des Unterschieds bei der Umwandlung von Arbeit in Wärme und umgekehrt gewann Sadi Carnot und schloss daraus, dass Wärme (Q) und Arbeit (W) zwei qualitativ verschiedene Formen von Energie sein müssen. So kann man etwa einem Topf mit Wasser auf zwei verschiedene Arten Energie zuführen. Entweder als Wärme, indem man einen Tauchsieder benutzt, oder durch Schütteln, heftiges Umrühren, indem man Arbeit verrichtet. In beiden Fällen steigt die Energie und damit auch die Temperatur des Wassers. Die Änderung wird allgemein mit Δ (Delta) bezeichnet. Somit lautet der **erste Hauptsatz der Thermodynamik**:

$$\Delta E = \Delta Q + \Delta W$$

Die Änderung der Energie eines Körpers ist gleich der Summe aus der ihm zu- oder abgeführten Wärme und der ihm zu- oder abgeführten Arbeit (RUDOLF CLAUSIUS). Der erste Hauptsatz ist eine Bilanzgleichung für die Energie. Ob die Energiezunahme durch Wärme oder Arbeit erfolgt, kann nur während dieses Vorganges festgestellt werden, danach hingegen nicht mehr. Es gibt noch andere Arten von Arbeit, beispielsweise magnetische, elektrische oder chemische. Alle diese Arten von Arbeit unterscheiden sich dadurch von der Wärme, dass während ihrer Verrichtung die Temperaturdifferenz zur Umgebung keine Rolle spielt. Bei der Wärme ist dies nicht der Fall. Wenn die Temperaturen von zwei Objekten verschieden sind, dann wird die Wärmeenergie zwischen diesen ausgetauscht.

Ein Beispiel für die Umwandlung von Wärme in Arbeit stellen verschiedene Kraftwerke dar. Sicherlich hat jeder schon einmal bei den Kraftwerken die riesigen Kühltürme, die bis zu 200 Meter hoch sein können, gesehen. In diesen Türmen wird heißes oder dampfförmiges Wasser, das aus den Turbinen kommt, heruntergekühlt. Dieses wird im Kühlturm versprüht und kühlt sich durch Verdunstung ab. Die Wärme wird an die Luft übertragen und diese steigt im Kühlturm nach oben. Deswegen müssen die Türme möglichst hoch sein. Ein Teil des verdunsteten Wassers entweicht aus dem Turm als Nebel. Ein anderer Teil kondensiert wieder und sammelt sich in dem Becken unterhalb des Kühlturms. Bei einem Kraftwerk mit beispielsweise 1 Gigawatt Leistung werden pro Sekunde 400 kg Wasser verdunstet. Das Wasser wird folglich künstlich gekühlt, um zu vermeiden, dass durch zurückgeleitetes heißes Wasser die Seen und Flüsse in kürzester Zeit „zu kochen“ anfangen. Ein Kühlturm überträgt die dem heißen Wasser entzogene Wärme an die Luft. Aber dieser Kühlturm produziert auch eine sogenannte **Entropie**. Der **zweite Hauptsatz der Thermodynamik** kann dann wie folgt formuliert werden:

$$\Delta S / \Delta t \geq 0$$

„In einem abgeschlossenen System kann die Entropie (S) praktisch niemals abnehmen“ (RUDOLF CLAUSIUS). Das heißt, die Entropie (S) kann mit der Zeit (t) nur wachsen [5].

Aus der vorgenannten Formulierung ergeben sich folgende Fragen: Was heißt „*abgeschlossenes System*“ und was ist „Entropie“? Als abgeschlossenes System bezeichnet man einen Teil des Raums, der durch einen Behälter begrenzt ist, durch den nichts hindurchgehen kann, weder Wärme noch Materie, noch Strahlung in irgendeiner Form. Die Entropie kennt man nicht aus dem täglichen Leben und sie erscheint zunächst abstrakt. RUDOLF CLAUSIUS hat

Entropie als Verhältnis von übertragener Wärme und Temperatur beschrieben. Die Änderung der Entropie ist gleich der zu- oder abgeführten Wärme, dividiert durch die Temperatur:

$$\Delta S = \Delta Q/T$$

Zurück zu den Kühltürmen der Kraftwerke, in denen diese Entropie produziert wird: Die Wärmeenergie wird aus den Turbinen mit einigen hundert Grad Celsius an die Luft übertragen. Zum Beispiel erzeugt ein 1 Gigawatt Kraftwerk: $\Delta Q = 1$ Million Kilowatt geteilt durch $T=28^\circ\text{C}$ (301 K) einen Zuwachs der Entropie von $\Delta S = 3322.26$ Kilowatt pro Kelvin. Zum Vergleich: Ein Mensch produziert durch die Übertragung von Körperwärme an seine Umgebung etwa 0.02 Kilowatt pro Kelvin. Nach dem zweiten Hauptsatz kann Entropie nur zunehmen und nicht abnehmen. Dies ist eine Erfahrungstatsache, die sich nicht aus den Naturgesetzen herleiten lässt. Wenn bei einem Energiewandler der zweite Hauptsatz nicht erfüllt ist, das heißt, die Entropie eines Systems würde während des Betriebs abnehmen, dann führt dies dazu, dass die Maschine nicht funktioniert.

Um die Entropie besser kennenzulernen, betrachtet man ihre Abhängigkeit von den sonstigen Eigenschaften eines Systems. Ludwig Boltzmann hat herausgefunden, dass die Entropie S von der Anzahl Ω der Möglichkeiten, die vorhandene Energie eines Systems auf seine Atome zu verteilen, abhängt. Der Zusammenhang kann durch folgende einfache Gleichung beschrieben werden:

$$S = k \ln \Omega$$

Dabei ist k die Boltzmannkonstante $1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K und die Funktion \ln bezeichnet den natürlichen Logarithmus. Die Anzahl Ω der Verteilungsmöglichkeiten der Energie auf die Atome kann man berechnen. Es muss allerdings bekannt sein, wie viele Atome sich im System befinden und wie groß die kleinste Energiemenge ist, die ein Atom aufnehmen kann. Zunächst erscheint dies kompliziert. Denkt man aber zum Beispiel anstelle von Atomen an eine Gruppe von Kindern, unter denen eine Anzahl von Energiemengen in Form von Bonbons verteilt werden kann, dann kann man sich besser vorstellen, wie der Verteilungsprozess aussieht. Es gibt bei einer Gruppe von drei Kindern und zwei Bonbons 6 Verteilungsmöglichkeiten. Bei drei Bonbons gibt es 10 Verteilungsmöglichkeiten. Je grösser die Anzahl der Bonbons, desto grösser wird Ω . In einem realen System mit sehr vielen Molekülen (10^{26}) und sehr kleinen Energiemengen (10^{-30} J) ist es allerdings nicht einfach, Ω zu berechnen. Dafür werden dann spezielle mathematische Verfahren verwendet.

Um mit Größen wie Temperatur, Druck oder Volumen ein System beschreiben zu können, überlegt man zunächst, was im Gleichgewicht dieses Systems passiert. Im Gleichgewicht herrscht an jedem Ort des Systems die gleiche Temperatur (T) und der gleiche Druck (p). Außerdem hat das System ein definiertes Volumen V . Die Größen p , T und V bezeichnet man als Zustandsgrößen, weil sie nur von dem Zustand des Systems, nicht aber von seiner Vorgeschichte abhängen. Als Bedingung für das innere Gleichgewicht des Systems gibt es eine Beziehung zwischen p , V und T , was durch die Zustandsgleichung ausgedrückt wird:

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$$

Beispielsweise seien zu Beginn die Zustandsgrößen im Inneren des Gefäßes p_0 , V_0 und T_0 (und nach Veränderung p_1 , V_1 und T_1). Man kann also nur zwei von diesen drei Zustandsgrößen

frei wählen, die dritte ist dann durch die Zustandsgleichung festgelegt. Man unterscheidet folgende Zustandsänderungen: isotherme - $T = \text{konstant}$, isobar - $p = \text{konstant}$, isochor - $V = \text{konstant}$, adiabatisch - $Q = \text{konstant}$, isentrop - $S = \text{konstant}$.

Diese Gesetzmäßigkeiten der Zustandsänderung von Gasen wurden im Rahmen des Kurses behandelt, um eine anschauliche graphische Darstellung für das p - V Diagramm des Carnot-Prozesses zu erreichen. In Abbildung 5 ist ein einfaches Beispiel dieser p - V Diagramme dargestellt.

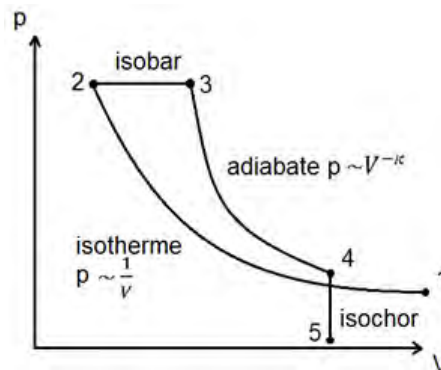


Abb. 5: Beispiele verschiedener Zustandsänderungen im p - V Diagramm.

Der französische Wissenschaftler N. L. SADI CARNOT untersuchte detailliert die Umwandlung von Wärme in mechanische Energie. Sein Ziel war herauszufinden, wie man den Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen erhöhen kann. Im Jahr 1824 erfand er einen idealisierten Maschinentyp, der heute als Carnot-Maschine bekannt ist. Diese durchläuft den Carnot'schen Kreisprozess (ein geschlossener Zyklus im p - V Diagramm, also wenn in Abbildung 4 Punkt 5 auf Punkt 1 fällt), das heißt, eine Reihe reversibler Prozesse. Unter reversiblen Prozessen betrachtet man eine Serie von Gleichgewichtszuständen. Der gesamte Prozess könnte auch rückwärts ablaufen ohne Änderung der dabei auftretenden Arbeit oder der ausgetauschten Wärme. Ein ideales Gas als Arbeitsmittel durchläuft von einem anfänglichen Gleichgewichtszustand viele weitere Gleichgewichtszustände, um am Ende auf demselben Weg zum Anfangszustand zurückzukehren.

Ein wichtiges Merkmal für die Qualität aller Energiewandler ist deren Wirkungsgrad (η). Darunter versteht man das Verhältnis der vom Wandler gelieferten Nutzenergie E_n zu der dem Energiewandler zugeführten Energie E_p :

$$\eta = \frac{E_n}{E_p}$$

Ein Teil der zugeführten Energie geht immer „verloren“, das heißt, diese wird in eine unerwünschte Verlustenergie E_v umgewandelt. In Abbildung 6 ist das abgeschlossene System für eine Wärme-Kraft-Maschine dargestellt.

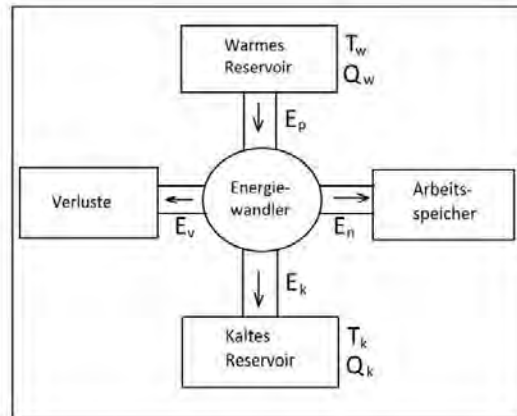


Abb. 6: Ein abgeschlossenes System mit Energiewandler, der Quelle E_p und den Energien E_v , E_k , E_n

Es gilt nach dieser Abbildung: $E_p = E_n + E_v + E_k$, wobei E_k die Energie ist, die an den Kühler abgegeben wird.

Man fügt diesen Ausdruck in die Gleichung für den Wirkungsgrad ein und erhält:

$$\eta = \frac{E_p - E_v - E_k}{E_p} = 1 - \frac{E_v + E_k}{E_p}$$

Je grösser die Verlustenergie (E_v) und die Kühlenergie (E_k) sind, desto kleiner wird der Wirkungsgrad. Je grösser dagegen der Wirkungsgrad ist desto effizienter ist der Energiewandler. Zum Beispiel arbeiten die Dampfmaschinen nach folgendem einfachen Prinzip. Die Wärmeenergie Q_w wird bei hoher Temperatur T_w aufgenommen, ein Teil davon wird in mechanische Arbeit W umgewandelt. Der Rest Q_k wird bei tieferer Temperatur T_k abgegeben. Ganz verlustfrei arbeiten solche Maschinen aber nicht. Die Verlustenergie E_v kann durch geeignete Maßnahmen verringert werden. Beispielsweise können Reibung, Schall, Wärmeleitung minimiert werden. Nicht vermieden werden kann allerdings die Wärmeenergie Q_k , die bei tiefer Temperatur T_k abgeführt wird. Nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik darf die gesamte Entropie bekanntlich nicht abnehmen. Dies bedeutet, dass die vom kalten Reservoir aufgenommene Entropie $S_k = Q_k/T_k$ zusammen mit der Entropie der Verluste grösser sein muss als die abgegebene Entropie $S_w = Q_w/T_w$ vom warmen Reservoir. Damit ist $\Delta S = S_k - S_w \geq 0$. Wenn man bei einem Auto den Auspuff (kaltes Reservoir) oder bei einer Dampfmaschine den Kühler verschließt, dann bleibt die Maschine stehen, nachdem sie sich überhitzt hat. Der Wirkungsgrad für eine ideale (verlustlose) Wärme-Kraft-Maschine mit $E_n = Q_w - Q_k$, $E_p = Q_w$ und $E_v = 0$ ist:

$$\eta = \frac{E_n}{E_p} = \frac{Q_w - Q_k}{Q_w} = 1 - \frac{Q_k}{Q_w}$$

Für die Wärme kann man $Q = T \cdot S$ einsetzen:

$$\eta = 1 - \frac{T_k S_k}{T_w S_w}$$

Im Grenzfall konstant bleibender Entropie ($S_k = S_w$) ist der maximal mögliche Wirkungsgrad:

$$\eta = 1 - \frac{T_k}{T_w}$$

Dieser wird auch Carnot-Wirkungsgrad genannt. Bei einer realen Maschine gilt nach dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik immer $S_k > S_w$ und $E_v > 0$.

Praktischer Teil

Im Physikkurs hatten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, mit einfachen Mitteln die Konstruktionen von Wasserrad und Windrad umzusetzen, um ein Gefühl für die hier wirkenden Kräfte zu erhalten. Insbesondere stand die Form der Turbine im Vordergrund. Um sich in einer Gruppenarbeit über die Realisierbarkeit auszutauschen und ein Wasser- oder Windrad zu bauen, haben sich die Schülerinnen und Schüler in Zweier- oder Dreiergruppen zusammengefunden. Die Gruppen haben, da nur ein Bau pro Person möglich war, beide Alternativen umgesetzt. Durch die Vielfalt an Materialien (Aluminiumfolie, Teelichtblech, Papier, Plastik) gab es mehrere Realisierungsmöglichkeiten für den Bau der Turbinen und ihre Anbringung. Um das wirkungsvollste Wasser- und Windrad zu erhalten, haben die Gruppen die Formen der Turbinenblätter mehrfach variiert.

Auch eine Art Aufwindkraftwerk, wurde hier realisiert: Mithilfe einer Plastikflasche, die mit einem Kollektor in Form von einem schwarzen Stück Papier ausgekleidet wird, erzeugt man, bei Bestrahlung mit Sonnenlicht, einen Auftrieb. Dieser Aufwind treibt ein Aluminiumrad an. Die Reibung spielt bei solchen „Kamingrößen“ eine große Rolle, weswegen die einfachste Realisierung eines auf einer Nadel aufliegenden Windrads sogar besser als ein Kugellager funktioniert. Leistungsstarke (200 MW) Aufwindkraftwerke benötigen einen Kamin von 1000 m Höhe und eine Kollektorfläche von 7000 m. Das Experiment bietet einen guten Einblick in die Kraftwerk und Bauteil-Dimensionen und die vergleichsweise geringere Kraft des Aufwindes, aber zeigt auch, wie unerschöpflich diese natürliche Energieform ist und wie wenig Wartungsaufwand geleistet werden muss. Die Abbildung 7 zeigt die Schülerinnen und Schüler bei der praktischen Arbeit.



Abb. 7: Praktische Einheiten

Für all diese Kraftwerke ist ein Bauteil unersetzbar: Der elektrische Generator, der die Rotation der Turbine in Strom umwandelt. Der Aufbau eines Generators wurde skizziert und anhand eines Exemplars vorgeführt. Hiermit wurden eine einfache Glühbirne sowie ein Demonstrationsmultimeter angetrieben.

Als Beispiel für eine Batterie, wurde eine Kochsalz (NaCl) – Soda (Na_2CO_3) – Wasser Lösung angerührt und auf drei Gläser verteilt, diese wurden mithilfe von Aluminiumfolie und Kupferdraht als Elektroden, über Krokodilklemmen in Reihe geschaltet um eine rote LED zu betreiben, bzw. den Strom mithilfe eines Demonstrationsmultimeters zu messen und so den Unterschied einer Reihen- und Parallelschaltung vorzuführen.

Als Veranschaulichung des Drucks p eines Gases, der eine wichtige Bezugsgröße der Thermodynamik ist, wurde dieser mit Hilfe eines Barometers gemessen. Ein funktionierendes Goethe-Barometer kann mit einfachen Hilfsmitteln nachgebaut werden. Im Physikkurs wurden zunächst die Barometer aus einer Spritze (50 ml) und einem mit Wasser gefüllten Schlauch erstellt. Anschließend wurde eine Wanderung zu einem naheliegenden Berg unternommen, um die Veränderung des Druckes in Abhängigkeit von der Höhe zu beobachten. Durch eine Näherung lässt sich die Änderung des Druckes berechnen. Bei dieser praktischen Umsetzung wurde auf verschiedene Näherungen und Abschätzungen eingegangen.



Abb. 8: Wanderung mit selbstgebautem Barometer

Eine praktische Umsetzung einer Wärmekraftmaschine wurde durch einen trinkenden Storch realisiert. In thermodynamischer Hinsicht ist der Storch eine Kombination aus Wärmepumpe und Wärmekraftmaschine. Durch einen Verdunstungs- oder Verdampfungsvorgang wird der Kopf des Storchs unter Umgebungstemperatur abgekühlt. Die dadurch entstandene Temperaturdifferenz zwischen kaltem Kopf des Storches und seinem warmen Hinterteil wird dazu genutzt, die thermische Energie in mechanische Energie umzuwandeln [6]. In Abbildung 9 sieht man die von Schülerinnen und Schülern gebastelten Trinkstörche.



Abb. 9: Trinkstörche

An diese Stelle ein herzlicher Dank für die vorbereitenden Arbeiten an die Glasbläserei der Goethe-Universität Frankfurt am Main.

Im Laufe der Diskussionsrunden über die verschiedenen Kraftwerktypen, die sich an die Kurzpräsentationen der Schülerinnen und Schüler anschlossen, wurden ausführlich die verschiedenen Meinungen diskutiert und es wirkte wie in eine Debatte einer TV-show über erneuerbare Energien. Diese positive Erfahrung führte bei den Schülerinnen und Schülern zu der Idee, in der Abschlusspräsentation einen Sketch über ein Fachinterview zum Thema Energie aufzuführen. Diese „politische Debatte“ wurde, um dem Auditorium zukunftsweisende Kraftwerksformen vorzustellen, begleitet von einer Experimentiershow, bei der die zuvor genannten Versuche einfließen.

Literatur

- [1] IEA (Key World Energy Statistics 2014)
- [2] T. Bürke, R. Wengenmayr, Erneuerbare Energie: Konzepte für die Energiewende, Weinheim, Wiley-VCH Verlag & Co.KGaA (2012)
- [3] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)
- [4] Schulbuch: Metzler Physik, Westermann Schroedel Diesterweg Schoeningh Winklers GmbH, Braunschweig (2007)
- [5] Douglas C. Giancoli, Physik, Lehr- und Übungsbuch, 3 Aufl., München, Print Consult GmbH (2010)
- [6] Bürger, Wolfgang, Der paradoxe Eierkocher, Basel, Birkhäuser Verlag (1995)

Autoren



Dr. Natalija van Well

Stipendiatin der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Labor für Neutronenstreuung und Image am Paul Scherrer Institut PSI Villigen (Schweiz)



Pascal Puphal

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Physikalischen Institut der Goethe Universität Frankfurt am Main

Mathematik: Spieltheorie oder die Mathematik der Zwischenmenschlichkeit

Benedikt Weygandt und Albrun Knof

Hängt das Gewinnen bei Schere-Stein-Papier wirklich nur vom Zufall ab?

Auf welche Arten kann man eine Tafel Schokolade versteigern?

Was ist eigentlich besser: Vertrauen und Kooperation oder gegenseitiger Verrat – und wie hängt das Überleben einer Spezies davon ab?

Ist es möglich, zu nett zu sein?

Die Spieltheorie kann uns dabei helfen, eine Situation zu analysieren und somit unser persönliches Optimum (oder das große Lebensglück?) zu finden. Dazu betrachten wir ein spannendes mathematisches Gebiet mit Anwendungen u. a. in Wirtschaftswissenschaft und Evolutionstheorie. In einem Exkurs in die Psychologie werden wir der Frage nachgehen, warum wir Menschen uns manchmal »mathematisch unlogisch« verhalten und in welchen Situationen dieses Verhalten dennoch vorteilhaft ist.

[Auszug aus der Kursankündigung]

Einleitung

Spieltheorie ist eine vergleichsweise junge mathematische Disziplin, die zunehmend an Bedeutung gewinnt. 1928 begründete der Mathematiker John von Neumann die moderne Spieltheorie. Gemeinsam mit OSKAR MORGENSTERN prüfte er diese Theorie im Jahre 1944 auf ihre Anwendbarkeit in der Wirtschaft (siehe [NM44]). Mittlerweile hat sich die Spieltheorie zu einem wichtigen und lebendigen innermathematischen Gebiet entwickelt.

Für spieltheoretische Arbeiten wurde bisher acht Mal der Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften verliehen, was allein bereits die große Bedeutung der Spieltheorie belegt. Einer dieser wenigen bisher an Mathematiker vergebenen Nobelpreise ging im Jahre 1994 an John Nash für Anwendungen der Spieltheorie in der Wirtschaft.

In der mathematischen Spieltheorie geht es um die Analyse von Spielen. Was genau unter solch einem »Spiel« zu verstehen ist, wird in der Mathematik klar definiert und deckt sich nicht immer mit der gesellschaftlich verbreiteten Vorstellung eines Spiels als Zeitvertreib. Die Spieltheorie beschäftigt sich natürlich mit klassischen »Zug um Zug«-Spielen wie Schach oder Dame (kombinatorische Spieltheorie). Allgemein geht es in der Spieltheorie jedoch um Situationen, in denen Fremdhandlungen Auswirkungen auf die eigene Situation und damit auf die eigene Entscheidung haben (strategische Spieltheorie). Damit findet die Spieltheorie insbesondere in der Wirtschaft Anwendung bei der Analyse von Aktienkursen, in der Biologie bei der Betrachtung evolutionärer Prozesse und in der Psychologie bei kognitiven Entscheidungsprozessen (siehe auch [BAU06]).

Im Kurs wurden beide Facetten der Spieltheorie behandelt: Sowohl strategische als auch kombinatorische Spiele wurden in gemeinsamer Arbeit analysiert und natürlich in den Praxisphasen gespielt. Hierbei wurde das Augenmerk hauptsächlich auf die strategische Spieltheorie gerichtet, da diese neben den strategischen Untersuchungen auch psychologische Überlegungen zur Motivation menschlicher Verhaltensweisen erlaubt.

Ablauf

Im Vorfeld der Akademie untersuchten die Schülerinnen und Schüler die kombinatorischen Spiele Nim, Cram, Sprouts und Kayles, dabei erhielten je drei Schüler das gleiche Thema. Die zugesandte Literatur enthielt eine Spielbeschreibung, erste Analyse- und Strategiebetrachtungen sowie weiterführende Fragen und Arbeitsaufträge. Beim Aufwärmen am ersten Tag auf Burg Fürsteneck wurden die Schülerinnen und Schüler durch das Steigern bei unterschiedlichen Auktionen in die strategische Spieltheorie eingeführt. Anschließend bereiteten die entsprechenden Gruppen ihr Spiel aus der Vorbereitungsphase auf und gestalteten zugehörige Poster, um diese in den folgenden beiden Tagen im Plenum zu präsentieren. Die restliche Kurszeit über beschäftigten sich die Schülerinnen und Schüler mit der Analyse strategischer Entscheidungssituationen.

Didaktische, konzeptionelle und methodische Elemente der Kursarbeit

Die Spieltheorie bietet ein hohes Motivationspotenzial für Jugendliche. Der Wunsch zu gewinnen führt zum Wunsch zu verstehen, welche Strategien zum Sieg führen können. Alles, was gelernt werden soll, lässt sich direkt ausprobieren; Mathematik wird folglich handelnd erfahren. Beim Spielen können Taktiken erprobt und Gewinnstrategien getestet werden.

Ein übergeordnetes Ziel des Kurses war die Förderung des langfristigen strategischen Denkens der Schülerinnen und Schüler. Hierfür wurde jeden Morgen ein Spiel gespielt, bevor es mit dem theoretischen Teil der Kursarbeit losging. Bei jedem dieser Spiele konnten die Schülerinnen und Schüler Punkte gewinnen oder verlieren. Diese wurden dann ihrem individuellen Punktekonto gutgeschrieben oder abgezogen.

Im Laufe der Sitzung – oder im Laufe der folgenden Tage – wurden alle diese Einstiegsspiele wieder aufgegriffen und einer tiefergehenden Analyse unterzogen.



Abb. 1: Einblick in die Kursarbeit

Aus den Erfahrungen des Spieltheoriekurses 2012 wussten wir, dass bei den täglich notierten Punktständen gegebenenfalls einzelne Schülerinnen und Schüler nach einigen Tagen uneinholbar weit vorne liegen. Um den Abstand zwischen den Punktständen im Griff zu behalten, skalierten wir einerseits die täglich zu erspielenden Punkte und führten darüber hinaus ein System von Aktionskarten ein. Einige der Aktionskarten zielten darauf, den eigenen Konto-stand positiv zu beeinflussen, indem z. B. die Punkte des heutigen Spiels verdoppelt wurden, die Punkte mit einer anderen Person getauscht werden konnten oder sich die Auswirkungen einer anderen, negativen Karte verringern ließen. Der Großteil der insgesamt 15 Aktionskarten hatte aber eine soziale bzw. moralische Funktionsweise. Die Schülerinnen und Schüler konnten

- a) sozial negatives Verhalten (z. B. den Erfolg auf Kosten anderer) bestrafen, z. B. den führenden Spielerinnen und Spielern prozentual Punkte abnehmen oder rücksichtslos erspielte Punkte halbieren.
- b) sich wohlwärtig gegenüber anderen verhalten, z. B. die eigenen (oder fremde) Punkte mit punktärmeren Schülerinnen und Schülern teilen, den Punktstand von Mitspielern anheben.

Damit stellten die Spielkarten einen Kontrollmechanismus gegen egoistisches Verhalten dar, insbesondere jene aus Kategorie b), die meist nicht dem eigenen Vorteil dienen. Diese Spielkarten wurden während der ersten Kursstunde in unterschiedlichen Auktionstypen versteigert, sodass die Schülerinnen und Schüler die Funktionsweisen und Besonderheiten dieser Auktionen am eigenen Leib erfahren konnten.

Methodisch waren für die Kursarbeit drei Aspekte besonders wichtig:

1. eigenständiges Arbeiten – in der individuellen Vorbereitungsphase im Vorfeld, sowie im Zuge der Ausarbeitung eines Kurzvortrages zu verschiedenen kombinatorischen Spielen in Kleingruppen;
2. das fachlich präzise Erarbeiten mathematischer Konzepte – meist anhand konkreter Beispiele aus Alltag, Geschichte oder Wirtschaft (bspw. aus [DNB95]) sowie
3. Stärkung des Gruppenzusammenhaltes und zwischenmenschlicher Verhaltensweisen (u. a. durch die Punktstände und Spielkarten, aber auch durch Arbeiten in regelmäßig wechselnden Gruppenkonstellationen mit randomisierten Sitzplatzverteilungen).

Als Ergänzung zum spielerischen, entdeckenden Lernen übten die Schülerinnen und Schüler zugleich, die Mathematik hinter dem Geschehen korrekt und präzise wiederzugeben. Eigenständiges Formulieren von Mathematik umfasst nicht nur eine angemessene Verwendung der Fachsprache und den Rückgriff auf Definitionen beim mathematischen Argumentieren.

Es setzt insbesondere das Verständnis der mathematischen Modellierung als einen Versuch, die Wirklichkeit abzubilden, voraus. Der im klassischen Modellierungskreislauf (Abb. 2 nach [BT83]) erste Schritt der Mathematisierung einer Realsituation in ein mathematisches Modell erfolgte in der Regel durch die von uns als Kursinhalt vorgegebenen Situationen und Spiele. Dennoch konnten die Schülerinnen und Schüler an verschiedenen Stellen die Grenzen der Modelle diskutieren und dabei durch Neugestaltung der jeweiligen Auszahlungen eigenständig verbesserte Modelle der jeweiligen Entscheidungssituationen entwerfen.

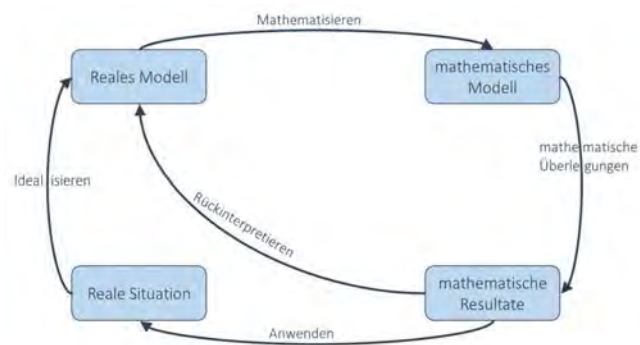


Abb. 2: Modellbildungskreislauf nach Blum / Törner

Dieses Konzept aus Praxis und Theorie war überaus erfolgreich. Zum Beispiel entstanden im Kurs zahlreiche themennahe Fragen, denen die Gruppe dann in eigenständiger Forschungsarbeit nachging. Dabei deckte die Praxis mehr als das reine Spielen ab. Mathematische Arbeitsweisen wurden erlebt, während theoretische Hintergründe dank ihrer Nähe zu den Spielen schnell aufgenommen werden konnten. Insgesamt wurde ein breites Spektrum an Inhalten erarbeitet und dabei soziales Lernen, Spaß und Kommunikation innerhalb der Gruppe nicht vernachlässigt.

Fachliche Grundlagen der Kursinhalte

Auktionen

Bei den behandelten Erstpreisauktionen wurde stets nur ein einzelnes Gut versteigert und der oder die Höchstbietende erhielt das Auktionsgut. Die eigentlichen Auktionstypen unterscheiden sich jedoch in der Anzahl an Bieter, die bezahlen müssen, sowie dem Preis, den die jeweiligen Bieter zu zahlen haben.

Vickreyauktion (one-pay, second-price, sealed-bid):

Die einzelnen Bieter geben unabhängig voneinander, d. h. verdeckt, jeweils ein Gebot für das Auktionsgut ab, von denen das Höchste gewinnt. Der Gewinner zahlt jedoch nur den Preis des zweithöchsten Gebots. Dieser Auktionstyp bildet die Grundlage von ebay – mit der Modifikation, dass ebay den zweiten Preis noch minimal erhöht und die Auktionen mit sequenziellen, offenen Geboten stattfinden. (Dadurch ändert sich jedoch das Bietverhalten der Interessenten im Vergleich zur ursprünglichen Vickreyauktion.)

War of attrition (all-pay, last-price, sealed-bid):

Auch hier geben die einzelnen Bieter unabhängig voneinander jeweils ein Gebot für das Auktionsgut ab. Gewinner ist der Höchstbietende. Es zahlen alle Spieler das niedrigste Gebot.

Erstpreisauktion (one-pay, first-price, sealed-bid):

Es gewinnt der Höchstbietende und nur er oder sie zahlt, und zwar das eigene Gebot.

Englische Auktion (one-pay, first-price, open-bid):

Die einzelnen Gebote, von denen das Höchste gewinnt, werden offen und sequentiell abgegeben, wobei jedes Gebot das vorherige überbieten muss. Jeder Bieter kann dabei mehrere Gebote (nacheinander) abgeben. Der Gewinner zahlt sein eigenes Gebot.

Holländische Auktion (one-pay, first-price, sealed-bid):

Eine rückwärts laufende Uhr zeigt den aktuellen Preis an, d. h. der Preis läuft auch rückwärts von einem vorher gewählten Startwert bis Null. Die Uhr stoppt, sobald der erste Bieter sich meldet. Dieser zahlt den zu diesem Zeitpunkt auf der Uhr angezeigten Preis. Diese Auktion ist mathematisch äquivalent zur Englischen Auktion.

Charity-Auktion (all-pay, own-price, open-bid):

Die Gebote sind öffentlich und werden sequentiell abgegeben. Der Höchstbietende erhält das Auktionsgut, allerdings muss jeder Bieter sein eigenes, zuletzt genanntes Gebot zahlen.

Amerikanische Auktion (all-pay, open-bid):

Die einzelnen Gebote werden öffentlich und sequentiell abgegeben, der Höchstbietende gewinnt, allerdings zahlt jeder Bieter die jeweiligen Aufpreise seines Gebots zum Vorgängergebot.

Dollar-Auktion (two-pay, first-price, open-bid):

Zwei Spieler bieten abwechselnd und öffentlich. Der Höchstbietende erhält das Auktionsgut (ursprünglich einen Dollar), jeder der Spieler zahlt sein eigenes letztes Gebot.

Kombinatorische Spieltheorie

Ein kombinatorisches Spiel ist im Wesentlichen ein »Zug um Zug«-Spiel ohne Zufallseinfluss (für meist zwei Personen), bei dem die Spieler abwechselnd ziehen und zu jedem Zeitpunkt die vollständige Information über das gesamte Spiel besitzen. Es gibt also keine verdeckten Karten, keinen Würfel oder Ähnliches. In der Regel gewinnt der Spieler, der den letzten Zug machen kann. Zudem gibt es in jeder Position nur endlich viele Zugmöglichkeiten und das Spiel endet nach einer endlichen Anzahl von Zügen.

Behandelte Spiele der kombinatorischen Spieltheorie

Wir betrachteten im Kurs die nachfolgend beschriebenen kombinatorischen Spiele (die meisten davon werden in [BEW12] ausführlicher beschrieben). Schach, Dame und viele weitere bekannte (Gesellschafts-)Spiele gehören ebenfalls zu den kombinatorischen Spielen, auch wenn diese sich wegen ihrer Komplexität nicht immer vollständig analysieren lassen.

Nim: Gegeben sind k Kartenstapel, wobei der i -te Stapel die Höhe (d. h. Kartenanzahl) a_i hat. Die Spieler nehmen abwechselnd mindestens eine Karte, aber in jedem Zug nur von einem Stapel. Wer keine Karte mehr nehmen kann, hat verloren.

Kayles: k Reihen von Streichhölzern sind gegeben, wobei in der i -ten Reihe a_i Hölzer liegen. Man kann in einem Zug ein oder zwei Hölzer nehmen. Nimmt man zwei, müssen diese nebeneinander liegen. Dadurch können Streichholzreihen aufgeteilt werden. Gewonnen hat, wer das letzte Holz nimmt.

Hölzchen nehmen: Die beiden Spieler nehmen abwechselnd von einem Haufen Streichhölzer immer ein oder zwei. Wer als erster kein Hölzchen nehmen kann, hat verloren.

Sprouts: Gegeben sind n Punkte in der Ebene. Die Spieler verbinden abwechselnd je zwei dieser Punkte mit einer Linie, ohne andere Linien zu kreuzen. Nach der Verbindung zweier Punkte wird in die ungefähre Mitte der Verbindungslinie ein weiterer Punkt gezeichnet. Wenn von einem Punkt bereits drei Linien ausgehen, darf keine weitere Linie mehr angefügt werden. Wer die letzte mögliche Linie zeichnet, hat gewonnen.

Brussels Sprouts: Gegeben sind n Punkte (in Form von Kreuzen). Von jedem Punkt sind vier ausgehende Linienanfänge gezeichnet. Die Spieler verbinden abwechselnd je zwei dieser Linienanfänge mit einer Linie, ohne andere Linien zu kreuzen. Nach der Verbindung zweier Punkte wird in die ungefähre Mitte der Verbindungslinie ein kreuzender Strich gezeichnet, so dass zwei neue Linienanfänge entstehen. Wer die letzte Linie zeichnet, hat gewonnen.

Cram: Ein Ausschnitt aus der Zerlegung der Ebene in Quadrate ist gegeben. Abwechselnd streichen die Spieler zwei benachbarte Quadrate aus. Wer die letzten Quadrate streicht, gewinnt.

Mathematische Betrachtung der kombinatorischen Spiele

Bei den oben beschriebenen Spielen hat jeder Spieler in jedem Zug nur eine endliche Anzahl möglicher Spielzüge zur Verfügung. Da kombinatorische Spiele in jedem Schritt vollständig

determiniert sind, lässt sich jede Position eindeutig entweder als Gewinnposition oder als Verlustposition charakterisieren.

Definition 1: Eine Position heißt *Gewinnposition*, wenn der anziehende Spieler, bei optimalem Spiel, immer gewinnt. Eine Position heißt hingegen *Verlustposition*, wenn der anziehende Spieler, bei optimalem Spiel des Gegenspielers, nur verlieren kann. Genauer kann man sagen, dass aus jeder Gewinnposition durch geeignetes Spielen/Ziehen mindestens eine Verlustposition resultiert, während auf eine Verlustposition ausschließlich Gewinnpositionen folgen (unabhängig vom Handeln des betreffenden Spielers).

Durch *Rückwärtsinduktion* in kreisfreien Spielgraphen lässt sich demnach für jede Position induktiv entscheiden, ob es sich um eine Gewinn- oder Verlustposition handelt: Die letztmöglichen Spielpositionen sind per Definition Verlustpositionen – der anziehende Spieler hat verloren, weil es keinerlei Zugmöglichkeiten mehr gibt. Ist es in einer anderen Spielsituation für einen Spieler möglich, den Gegenspieler innerhalb eines Zuges in eine Verlustposition zu bringen, so befindet er sich in einer Gewinnposition, führt hingegen jeder Zug in eine Gewinnposition für den Gegenspieler, so befindet er sich selbst in einer Verlustposition.

In einigen Fällen bietet das *Symmetrieprinzip* eine erfolgreiche Gewinnstrategie. Durch Herstellen einer symmetrischen Position (bspw. beim Nim-Spiel jeweils gerade Anzahlen gleich hoher Kartenstapel) und geeignetes Kopieren der Spielzüge des Gegners ist es möglich, selbst immer den letzten Zug zu machen. Betrachten wir wieder das Nim-Spiel mit zwei gleich hohen Kartenstapeln, d. h. in der Position (n, n) . Hierbei handelt es sich um eine Verlustposition: Nimmt der anziehende Spieler m Karten von einem der Stapel, so kann der Nachziehende ebenfalls m Karten vom zweiten Stapel nehmen und erzeugt somit wieder eine Position desselben Typs, nämlich $(n - m, n - m)$. Somit kann der Nachziehende immer sicher sein, den letzten Zug zu machen.

Strategische Spieltheorie

Bevor wir strategische Spiele definieren, betrachten wir als Einstiegsbeispiel folgende Variante des Spiels *Battle of Sexes*: Donald würde Daisy am Abend gerne ausführen. Nun findet jedoch genau heute Abend auch das von ihm lang ersehnte Fußballspiel des Entenhausener Vereins statt. Daisy hingegen freut sich schon auf eine Aufführung ihrer Lieblingsoper. Nur bei einer Sache sind sich beide einig: Lieber unternehmen sie etwas mit ihrem Partner als den Abend alleine zu verbringen. Diese Entscheidungssituation und die Zufriedenheiten der Beiden lassen sich mathematisch modellieren und in sogenannten Auszahlungsmatrizen darstellen:

Tab. 1: Die Auszahlungsmatrizen von Donald und Daisy im Spiel *Battle of Sexes*

Donald	Oper	Fußball
Oper	2	0
Fußball	0	8

Daisy	Oper	Fußball
Oper	8	0
Fußball	0	2

Klassifikation strategischer Spiele

Innerhalb der Spieltheorie lassen sich einzelne Spiele häufig anhand einiger grundlegender Eigenschaften genauer einordnen. Die zugehörigen Kategorien wurden im Kurs erarbeitet und werden nachfolgend kurz vorgestellt:

Bei *simultanen Spielen* entscheiden sich alle Spieler gleichzeitig und ohne Kenntnis der Strategiewahl ihrer Mitspieler; im Gegensatz dazu gibt es auch *sequentielle Spiele*. Bei Schere-Stein-Papier handelt es sich bspw. um ein simultanes Spiel, wohingegen die meisten Gesellschaftsspiele sequentiell gespielt werden. Bei allen Gesellschaftsspielen handelt es sich weiter um Spiele mit *vollständigen Informationen*, d. h. jedem Spieler sind alle Regeln des Spiels bekannt. Gibt es mindestens einen Spieler, dem mindestens eine Regel nicht bekannt ist, wie es in der Wirtschaft oder im Krieg meist der Fall ist, so sind die Informationen *unvollständig*. Ein Spiel mit vollständigen Informationen ist nicht mit einem Spiel mit *perfekten Informationen* zu verwechseln, da hier, wie beim Schach, allen Spielern alle zukünftigen und bisherigen Spielmöglichkeiten eines jeden (Mit-)Spielers bekannt sind. Sollte eine dieser Bedingungen nicht erfüllt sein, so liegen *imperfekte Informationen* vor. Weiterhin erlauben *kooperative Spiele* den Informationsaustausch und etwaige Absprachen zwischen den Spielern. Eine weitere behandelte Eigenschaft ist die Unterscheidung zwischen *einmaligen* und *wiederholten Spielen*; bei letzteren darf das Verhalten der Mitspieler im Laufe der Zeit variieren, basierend auf dem bisherigen Spielverlauf. Natürlich gibt es weitere Eigenschaften zur genaueren Klassifikation, einige davon finden sich in [OA08].

Wichtige Grundannahmen strategischer Spiele sind die folgenden: Es gibt mindestens zwei Akteure (Spieler), die Entscheidungen treffen können. Anschließend wird jedem Akteur eine bestimmte Auszahlung zugeordnet, basierend auf sämtlichen getroffenen Entscheidungen. Der Wert dieser Auszahlung hängt also sowohl von der eigenen Entscheidung als auch von den Entscheidungen der anderen Mitspieler ab. Jeder der Spieler hat dabei eine endliche Menge an wählbaren Handlungsalternativen, diese und die resultierende Auszahlung sind allen Mitspielern bekannt.

Um den Ausgang dieser Art von Spielen untersuchen zu können, werden zudem einige grundlegende Annahmen über das Verhalten der Spieler getroffen: Ein Akteur eines strategischen Spiels verfügt den bisherigen Spielverlauf betreffend über *perfekte Information*, weiß also in jedem Zug, was bisher geschah und welche Strategien den Mitspielern zur Verfügung stehen. Die Spieler handeln rational gewinnmaximierend, ihre Motivation für Entscheidungen gründet also lediglich auf der *eigenen Belohnung* und resultiert *nicht* aus Überlegungen, den anderen Spielern eine möglichst niedrige Auszahlung zukommen zu lassen oder sich für bisheriges Verhalten zu revanchieren oder besser dazustehen als diese¹. Dass diese Modellierung von Menschen als homo oeconomicus Grenzen hat, zeigt unter anderem [KAH12] in überzeugender Weise.

¹ An diese Grundannahme der Nichtbeachtung der gegnerischen Auszahlung musste während der Spielanalyse im Kurs häufiger erinnert werden, da sich der „Blick auf die andere Seite des Zauns“ nur schwierig vermeiden lässt. Tatsächlich sind im Rahmen der Modellierung bereits sämtliche Anreize (auch die zwischenmenschlichen) im Wert der eigenen Auszahlung berücksichtigt.

Im Rahmen der Kursarbeit wurden in den meisten Fällen simultane zwei-Personen-Spiele betrachtet, da die grundlegenden Konzepte der strategischen Spieltheorie bei diesen gut betrachtet werden können. Hat Spieler A die Handlungsoptionen a_1 und a_2 zur Auswahl und Spieler B b_1, b_2 und b_3 als Alternativen, so könnte eine Auszahlungsmatrix folgendermaßen aussehen:

Tab. 2: Beispiel einer Auszahlungsmatrix eines strategischen 2-Personen-Spiels

	b_1	b_2	b_3
a_1	1 / -3	-2 / 3	4 / 2
a_2	-3 / 2	1 / 0	-2 / -3

Diese Art der gemeinsamen Notation beider Spieler lässt sich wie folgt lesen: Entschiede sich beispielsweise unser Zeilenspieler A für a_2 und der Spaltenspieler B für b_1 , so erhielte A die vordere Zahl des zugehörigen Matrixeintrags und B die hintere. Am Beispiel: B »gewinnt« zwei Punkte, während Spieler A entsprechend drei Punkte »zahlt«.

Behandelte Spiele der strategischen Spieltheorie

Die im Laufe der zehntägigen Akademie gespielten und analysierten strategischen Spiele stellen wir nachfolgend kurz vor. Eine ausführliche Behandlung dieser und weiterer Spiele findet sich in der angegebenen Literatur, beispielsweise bei [FL10] oder [STR93].

Minderheiten-Spiel: Alle Spieler wählen geheim eine der Optionen A oder B, vorherige Absprachen sind dabei erlaubt, müssen jedoch nicht eingehalten werden. Wer anschließend die Option mit weniger Stimmen gewählt hat, gewinnt. Eine ausführliche Analyse liefert [PÖP05].

Schere-Stein-Papier: Zunächst wurde nach den bekannten Regeln gespielt, anschließend wurden die Auszahlungsmatrizen auf unterschiedliche Arten modifiziert.

Tab. 3: Auszahlungsmatrizen für Schere-Stein-Papier (Rock-Paper-Scissors) – links klassisch, rechts modifiziert

	R	P	S
R	0 / 0	-1 / 1	1 / -1
P	1 / -1	0 / 0	-1 / 1
S	-1 / 1	1 / -1	0 / 0

	R	P	S
R	6 / 6	-10 / 10	2 / -2
P	10 / -10	0 / 0	-4 / 2
S	-2 / 2	2 / -4	0 / 0

Urlauberdilemma: Zwei Reisende haben unabhängig voneinander auf einem einheimischen Markt die gleiche Vase gekauft. Leider gingen beide Vasen beim Rückflug kaputt. Die Versicherung bietet folgendes Schadensersatzmodell an: Jeder Spieler gibt im Geheimen den Wert der Vase an, beispielsweise im Bereich zwischen zwei Euro und 100 Euro. Stimmen die Angaben überein, erhalten beide diese Auszahlung. Gibt aber beispielsweise Spieler A einen

höheren Wert an als Spieler B, so geht die Versicherung davon aus, dass der niedrigere Wert der Wahrheit entspricht – beide bekommen den von B angegebenen, niedrigeren Warenwert. Jedoch bekommt Spieler A diesen abzüglich einer Strafe von zwei Euro, und im Gegenzug erhält Spieler B diese zwei Euro zusätzlich zum angegebenen Betrag - als Belohnung für die Ehrlichkeit (siehe auch [BAS07]).

Gefangenendilemma: Der Klassiker der strategischen Spieltheorie - zwei Straftäter werden verhört, sie haben jeweils die Wahl zwischen Schweigen und Gestehen: Kooperieren die beiden miteinander, erhalten sie je ein Jahr Haft. Gesteht nur einer, während der andere schweigt, so muss dieser die zehnjährige Strafe alleine absitzen. Sein (Ex-)Kollege kommt dank des mildernd wirkenden Geständnisses frei. Sollten beide gestehen, so freut sich die Staatsanwaltschaft über zwei Geständnisse und kann beide hinter Gitter bringen. Die beiden Strategien Schweigen/Gestehen werden in der englischsprachigen Literatur auch mit cooperate/defect bezeichnet, wobei Kooperation und Verrat stets als Kooperation mit bzw. Verrat des anderen Spielers zu verstehen sind².

Tab. 4: Auszahlungsmatrix eines Gefangenendilemmas

	cooperate	defect
cooperate	-1 / -1	-10 / 0
defect	0 / -10	-6 / -6

Freiwilligendilemma: Die gesamte Gruppe erhält eine Auszahlung n , wenn sich ein Mitglied bereit erklärt, einen gewissen Betrag k zu zahlen. In Varianten müssen sich insgesamt m Spieler finden, die jeweils (oder gemeinsam) den Betrag k zahlen.

Ultimatumspiel: Spieler A kann einen Betrag von 100 Euro aufteilen. Nimmt Spieler B an, so wird das Geld wie vorgeschlagen aufgeteilt. Lehnt Spieler B ab, bekommen beide kein Geld.

Gemeinwohlspiel: Jeder Spieler besitzt 100 Euro und kann im Geheimen festlegen, welcher Anteil davon in einen gemeinsamen Topf eingezahlt wird. Die Summe aller Einzahlungen wird verdoppelt und gleichmäßig auf alle Spieler aufgeteilt, unabhängig von deren Einzahlungen.

Mathematische Betrachtung der strategischen Spiele

Für die Analyse dieser Spiele wurden Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie behandelt, unter anderem wurde auch der Erwartungswert als gewichtete Summe und Grenzwert des arithmetischen Mittels eingeführt. Im Zuge des Gefangenendilemmas wurde ein weiteres, grundlegendes Konzept der strategischen Spieltheorie behandelt: das *Nash-Gleichgewicht*. Hierbei handelt es sich um einen Gleichgewichtszustand zwischen den Spielstrategien der

² Zu beachten ist: Die Polizei ist in diesem Setting keiner der beiden Akteure.

verschiedenen Mitspieler in einem nicht-kooperativen Spiel. Bevor wir jedoch das Nash-Gleichgewicht vollständig verstehen können, führen wir den Begriff der Strategie ein.

Definition 2: Wir betrachten ein Spiel, in dem ein beliebiger Spieler i insgesamt n_i Handlungsoptionen zur Auswahl hat. Als *Strategie* bezeichnen wir ein n_i -Tupel mit Einträgen zwischen Null und Eins, deren Summe Eins ergibt. Weiterhin unterscheidet man *reine Strategien*, die genau einen Eintrag gleich Eins enthalten, von *gemischten Strategien*, deren Einträge alle echt kleiner als Eins sind.

Eine *reine Strategie* kann demnach als Entscheidung für eine der zur Verfügung stehenden Handlungsoptionen aufgefasst werden, während eine *gemischte Strategie* angibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit man sich für welche Handlungsoption entscheidet. Aus wahrscheinlichkeitstheoretischer Sicht handelt es sich bei einer Strategie also um eine Wahrscheinlichkeitsverteilung auf dem Raum der Handlungsoptionen. Da wir lediglich Spiele mit endlich vielen Handlungsoptionen betrachtet haben, entsprechen Wahrscheinlichkeitsverteilungen endlichdimensionalen Vektoren und die verschiedenen Ausgänge eines Spiels können durch eine endlichdimensionale Auszahlungsmatrix dargestellt werden. Bei Schere-Stein-Papier wird die meist intuitiv gewählte gemischte Strategie »spiele alles gleich wahrscheinlich« durch den Vektor $(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3})$ repräsentiert. Eine reine Strategie ist als Spezialfall der gemischten Strategie durch einen Vektor wie bspw. $(0,1,0)$ charakterisiert.

Wie bereits eingangs erwähnt, ist die Frage nach der Existenz eines Nash-Gleichgewichts besonders interessant.

Definition 3: Ein *Nash-Gleichgewicht* bezeichnet ein Paar von Strategien (d. h. einen Spielausgang) in einem nichtkooperativen Spiel, in welcher keiner der Spieler von seiner gewählten Strategie abweichen möchte, sofern die anderen Mitspieler bei ihren gewählten Strategien bleiben.

Das Nash-Gleichgewicht bezeichnet also eine Situation, in der sich kein Spieler mehr verbessern kann, wenn er als einziger (d. h. einseitig) von seiner aktuell gewählten Strategie abweicht. Bekannt wurde diese Form eines Gleichgewichts durch den Mathematiker JOHN NASH, welcher für seine Leistungen auf dem Gebiet der Spieltheorie im Jahre 1994 mit dem »von der schwedischen Reichsbank in Gedenken an ALFRED NOBEL gestifteten Preis für Wirtschaftswissenschaften« geehrt wurde.

Beim Gefangenendilemma liegt das Nash-Gleichgewicht im beiderseitigen Geständnis: Weiß Spieler A, dass B ihn verrät, so wird er nicht von seinem Geständnis zum Schweigen übergehen – der Dank wäre das alleinige Absitzen der Strafe. Aus Symmetriegründen gilt diese Überlegung auch für den anderen Spieler, die Kombination *defect-defect* ist daher stabil.

Zum Finden der benötigten Wahrscheinlichkeiten einer gemischten Strategie gingen die Schülerinnen und Schüler dazu über, nach anspruchsvollen Überlegungen eine Erwartungswertindifferenz bei den Auszahlungen ihrer Mitspieler zu formulieren. Dies ermöglichte ihnen, ein *Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien* bei all jenen Spielen zu finden, bei denen kein *Nash-Gleichgewicht in reinen Strategien* existiert. Nachzuweisen, dass dies stets möglich ist, war eine der großen Leistungen von NASHS preisgekrönter Promotion: Er bewies,

dass in jedem endlichen 2-Personen Spiel stets ein Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien existiert.

In Ergänzung zum Nash-Gleichgewicht wurde anschließend auch das Pareto-Optimum eingeführt.

Definition 4: Ein *Pareto-Optimum* ist eine Situation, in welcher jede Verbesserung eines Spielers zum Nachteil mindestens eines anderen Spielers führt.

Illustrieren wir diesen Begriff weiterhin am Beispiel des Gefangenendilemmas: Das Strategiepaar *defect-defect* ist kein Pareto-Optimum, denn für beide Spieler wäre es eine Verbesserung, zur Strategiekombination *coop-coop* zu wechseln. Hier ist es also prinzipiell möglich, dass sich ein Spieler verbessert, ohne dabei dem anderen zu schaden. Beim Betrachten der übrigen, gemischten Kombinationen *coop-defect* und *defect-coop* stellt man fest, dass diese, wie *coop-coop*, Pareto-optimal sind – wenngleich sie nicht im intuitiven Sinne »optimal« sind: Der Wechsel von *defect-coop* zu einem der anderen drei Paare stellt den ersten Spieler immer schlechter, eine Verbesserung des Spielers B geschieht also stets zu Lasten von Spieler A.

Tab. 5: Nash-Gleichgewicht und Pareto-Optima beim Gefangenendilemma

	Coop	Defect	
Coop	-1 / -1	-10 / 0	Pareto-Optima
Defect	0 / -10	-6 / -6	

Nash-GGW

Nash-Gleichgewichte in der Realität

Die im Kurs gespielten Spiele (Ultimatumspiel, Urlauberdilemma, RPS, etc.) wurden – mit Kenntnis der neuen Begriffe des Nash-Gleichgewichts und des Pareto-Optimums – noch einmal dahingehend analysiert. Die Schülerinnen und Schüler fanden heraus, dass ein Nash-Gleichgewicht zwar in manchen Spielen hilfreich ist, aber – wie beim Gefangenendilemma – nicht immer das Pareto-Optimum darstellen muss. So liegt beim zuvor beschriebenen Urlauberdilemma das Nash-Gleichgewicht bei beidseitigen Wertangaben von zwei Euro (wer auf einen höheren Betrag wechselt, verringert die Auszahlung von 2 auf 0 Euro); in realen Spielsituationen wählen Menschen jedoch meist intuitiv höhere Werte.

Im echten Leben spielen neben den eigentlichen Gesetzen des aktuellen strategischen Spiels noch viele weitere Bedingungen eine Rolle, beispielsweise soziales Verhalten oder eine gewisse Toleranz für verhältnismäßig kleine Verluste. Beim sozialen Verhalten sind sich die Spieler bewusst, dass das aktuelle Spiel in einem großen Kontext steht, dass man sich danach also »noch in die Augen sehen« können will. Diese Effekte wurden im Kurs am Beispiel des Ultimatumspiels analysiert: Das Nash-Gleichgewicht liegt hier beim niedrigstmöglichen Angebot von einem Cent. Rein rational würde Spieler B jedes Angebot annehmen, also auch einer Aufteilung von 99 Euro zu einem Euro zustimmen – da ein Euro stets besser ist als kein Euro. Dennoch traut sich Spieler A meist nicht, solch eine Aufteilung vorzuschlagen und Spieler B

lehnt dieses – zu Recht als ungerecht empfundene – Angebot in der Regel ab. Ginge es jedoch darum, eine Million Euro aufzuteilen, so setzt unser Gerechtigkeitsempfinden schnell aus, auch ungerechte Aufteilungen wie 990.000 Euro zu 10.000 Euro werden ohne Zögern angenommen. Interessant ist in diesem Kontext auch, dass beim sogenannten *blinden Ultimatumspiel* (Spieler B hat keine Wahl, also wird die Aufteilung von A stets angenommen) die aufteilenden Spieler im Schnitt immer noch 21 % des Betrages an ihr Gegenüber abtreten – obwohl sie sich den gesamten Betrag ohne Konsequenzen unter den Nagel reißen könnten (nach [OA08], Seite 99). Die Umsetzung dieses Spieles im Kurs brachte eine für uns interessante Situation hervor. Es spielten dabei jeweils 1. gegen 12. Platz, 2. gegen 11., usw., wobei der jeweils „Reiche“ 50 Spielpunkte aufteilen durfte. Dabei verhielt sich der zweitplatzierte Spieler wie folgt: Mit dem Wissen, dass der Person auf dem vorletzten Platz die 25 Punkte einer „fairen“ Aufteilung kaum etwas mehr als eine Platzierung im hinteren Mittelfeld brächten, während die anderen 25 Punkte ihn fast uneinholbar an die Spitze brächten, bot er eine Aufteilung von 15 zu 35 Punkten an. Im klassischen Setting des Ultimatumspiels sichert sich der aufteilende Spieler im schlechtesten Fall die Hälfte des aufzuteilenden Guts zu. Vor dem Hintergrund unserer (konstruierten) „sozialen Ungerechtigkeit“ änderte sich automatisch der Begriff des „fairen Angebotes“.

Wiederholte Spiele und die Moral

Gegen Ende der Akademie hatte der Kurs die Möglichkeit, das Gefangenendilemma in seiner iterierten Form (d. h. als wiederholtes Spiel) zu erleben. Hierbei findet nicht nur *ein* Spiel statt, sondern die Spieler treten viele Male gegeneinander an. Während kurzfristig und bei bekannter endlicher Rundenzahl der gegenseitige Verrat dominiert, schneiden dauerhafte Defekteure auf lange Sicht schlechter ab (siehe auch [RIE08] oder [FL10]). Weiterhin werden Bedingungen an die Werte der Auszahlungsmatrix gestellt, damit dauerhafte Kooperation ertragreicher ist als abwechselnd gemischte Kombinationen (*CD - DC - CD - ...*). Diese iterierten Spiele werden auch *Superspiele* genannt, deren zugehörige Strategien entsprechend *Superstrategien*.

Eine Reihe ausgewählter Superstrategien wurde an die Schülerinnen und Schüler verteilt. Danach erhielten sie die Aufgabe, ein Turnier zu veranstalten. Bei diesem Turnier trafen sie jeweils auf eine andere Strategie und verglichen, zu welchen Ergebnissen diese beiden Strategiekombinationen nach 100 Runden kommen.

eine Strategie	Always Cooper	Always Def	Friedman	Go by Majority	Gradual	Mistrust	Tit for Tat	Pavlov	Per Nasty	Per Kind	Pavlov	Punisher	
Always Coop.	400	-500	400	400	400	391	400	400	-205	117	-481	400	3112
Always Def.	500	100	-94	-94	50	-100	-94	200	98	302	-94	-94	280
Friedman	400	-400	400	400	400	98	400	400	94	295	-94	400	2895
Go by Maj.	400	-104	400	400	400	0	400	400	98	100	-100	400	2831
Gradual	400	-700	400	400	400		400	400				400	2600
Mistrust	404	-100	-98	0		-100	0	-28	-33	-18	-98	0	-34
Tit for Tat	400	-104	400	400	400	0	400	400	-37	255	-99	400	2816
Pavlov	400	-300	400	400	400	-32	400	400	-31	200	-7	400	2554
Per Nasty	445	-234	-224	-237	2	-33	-27	262	65				-27
Per Kind	447	-300	-350	-32	?	-39	259	335			121	141	688
Pavlov		-104	-89	-83	?	-98	-89	13		141	-95	-90	-424
Punisher	400	-205	100	400	400	0	400	400	-37	151	10	400	2858

Abb. 3: Ergebnisse des im Kurs gespielten Turniers

Besonders interessant war hierbei zu beobachten, wie stark sich die Schülerinnen und Schüler innerhalb kürzester Zeit mit der ihnen zugeteilten Strategie identifizierten. So sagte bei der anschließenden Besprechung niemand »meine Strategie kann...«, sondern »ich kann...«.

In den achtziger Jahren veranstaltete ROBERT AXELROD ein ähnliches (aber computergestütztes) Turnier und untersuchte Bedingungen, unter welchen sich Kooperation durchsetzt (mehr zu diesem Thema findet sich in [AXE09], aber z. B. auch bei [EM09] oder [FL10]). Bei diesem Turnier reichten neben Mathematikern auch Psychologen, Soziologen und Ökonomen ihre Superstrategien ein. Als einer der Sieger ging damals die simple (Super-)Strategie *Tit for Tat* (»wie du mir, so ich dir«, im Folgenden mit TFT bezeichnet) von ANATOL RAPOPORT hervor ([DIE09] schreibt noch einiges Lesenswertes rund um Tit-for-tat und dieses Turnier). TFT zeichnet sich dabei insbesondere durch ihre drei Eigenschaften aus: sie beginnt freundlich, ist provozierbar, kann dabei aber auch verzeihen. Ein Ausbeuten von TFT ist schwierig, da sie auf Verrat hin ebenfalls verrät, dabei aber Friedensangebote auch annehmen kann und nicht nachtragend ist – Bezüge zu unserem zwischenmenschlichen Verhalten sind hierbei leicht herzustellen.

Solche Superstrategien lassen sich jedoch nicht nur auf menschliches Verhalten übertragen. Im Kurs wurde auch eine interessante Schnittstelle zwischen Mathematik und Biologie betrachtet: die evolutionäre Spieltheorie. Diese beschäftigt sich mit der Frage, warum sich bestimmte Verhaltensmuster in Populationen durchsetzen. Das bekannteste Beispiel hierfür ist das sogenannte *Hawk-Dove-Modell*. Hierbei geht es den einzelnen Individuen der Population darum, möglichst viele Nachkommen in die Welt zu setzen. RIECHMANN beschreibt die Situation in [RIE08] wie folgt: Man betrachte einen Käfig voller Wellensittiche. In dem Käfig befindet sich ein einziger Spiegel. Je mehr Zeit ein Männchen vor dem Spiegel verbringt, desto besser kann es sein Gefieder zurechtzupfen und wird dementsprechend attraktiver für die Weibchen. Nun haben Wellensittiche zwei verschiedene Verhaltensmuster zur Auswahl: Hawk – sie kämpfen um den Platz vor dem Spiegel, oder Dove – bei Gefahr ziehen sie sich zurück. Trifft also ein Hawk-spielender auf einen Dove-spielenden Sittich, so weicht der Dove-spielende aus, wohingegen sich zwei Dove-spielende den Platz vor dem Spiegel teilen.

Treffen nun jedoch zwei Hawk-spielende Wellensittiche aufeinander, so kämpfen sie gegeneinander, wodurch sie sich gegenseitig Verletzungen zufügen, die in Narben resultieren, was sie dann im Ergebnis unattraktiver macht.

Tab. 6: Auszahlungsmatrix des Hawk-Dove-Modells

	Hawk	Dove
Hawk	-1 / -1	2 / 0
Dove	0 / 2	1 / 1

Gemeinsam fanden die Schülerinnen und Schüler heraus, dass bei einer reinen Hawk- oder Dove-Population bereits eine Invasion durch einen einzigen Vertreter der anderen Strategie möglich ist, bis sich das Verhältnis der Hawk- und Dove-spielenden in einem stabilen Zustand eingependelt hat. Im obigen Beispiel aus Tabelle 6 handelt es sich hierbei um die Verteilung $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$. Solche gleichgewichtigen Zustände einer Population heißen *evolutionär stabile Zustände*. Verfolgen alle Mitglieder der Population dieselbe Strategie, so nennen wir dies eine *evolutionär stabile Strategie (ESS)*.

Fazit und Reflexion der Kursarbeit

Schon im Laufe der Schülerakademie merkten wir, dass die von uns geplante Kurseinheit zur Spieltheorie als exemplarischer Exkurs in einem zeitlich begrenzten Rahmen selbst die mathematisch bereits motivierten Schülerinnen und Schüler, die sich bei solch einer Akademie anmelden, noch einmal zusätzlich intrinsisch motiviert. Wirklich erstaunt hat uns jedoch, wie die Gruppe im Laufe der Spiele und insbesondere durch den Einsatz der Aktionskarten zu einer sozialen Gemeinschaft zusammenwuchs. Durch eigene – strategisch geschickte – Überlegungen wurden viele der Karten für den „richtigen“ Moment aufgehoben, sodass ein knappes Drittel der Karten erst am letzten Spieltag eingesetzt wurde. Selbstverständlich legten in einigen der Spiele einzelne Akteure egoistisches Verhalten an den Tag (schließlich waren Spiele wie das Gemeinwohlspiel, das Urlauber- oder das Freiwilligendilemma explizit darauf ausgelegt), aber dieses Verhalten wurde meist direkt thematisiert und sanktioniert. Das zeigt sich unter anderem daran, dass der Abstand zwischen höchstem und niedrigstem Punktstand am Ende der zehntägigen Kurszeit nur 18 Punkte betrug – und das bei durchschnittlich ca. 450 erspielten Punkten. In diesem Kontext ist uns neben der zuvor geschilderten fairen Aufteilung beim Ultimatumspiel noch eine weitere bemerkenswerte Situation in Erinnerung geblieben. Die Aktion, die uns in diesem Kontext am meisten beeindruckte, fand am Ende der Kurszeit statt: Im Spiel waren u. a. noch eine Aktionskarte, die 2 % der Punkte des höchsten Punktstandes abzog sowie eine „Schutzschild“-Karte, um die negativen Auswirkungen einer anderen Karte zu halbieren. Nach Murphys Gesetz besaß nun ausgerechnet die führende Schülerin H. diejenige Karte, die ihre eigenen Punkte reduzierte. Da sich der davon profitierende, zweitplatzierte Schüler B. zuvor egoistisch verhalten hatte, nutzte der Schüler S. seine

Schutzschildkarte zugunsten der Erstplatzierten – und dank dem halbierten Punktabzug konnte sie ihre Führung knapp behalten.

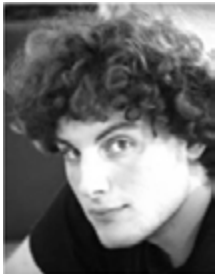
Unser Fazit: Ein Exkurs in die Spieltheorie bietet Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, mathematische Arbeitsweisen, strategische Überlegungen und eigenständiges Arbeiten anhand eines aktuellen Themas zu kombinieren. Gleichzeitig bietet das Thema genügend Inhalte für eine spontan eingeschobene Doppelstunde, aber ebenso gut lässt sich damit auch eine interaktive Projektwoche gestalten; und motivierte Schülerinnen und Schüler finden in der für Einsteiger geeigneten Populärliteratur geeignetes Material für Referate oder Hausarbeiten. Zudem sind wir auch nach langjähriger Erfahrung in der mathematischen Projektarbeit immer wieder von der Qualität der Schülerbeiträge und dem souveränen, präzisen Umgang der Schülerinnen und Schüler mit mathematischen Fachbegriffen überrascht, welche innerhalb kürzester Zeit verinnerlicht werden.

Literaturverzeichnis

- [AXE09] AXELROD, ROBERT (2009): *Die Evolution der Kooperation*. 7. Aufl. München: Oldenbourg.
- [BAS07] BASU, KAUSHIK (2007): DAS URLAUBERDILEMMA. IN: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT (8), S. 82-88.
- [BAU06] BAUER, JOACHIM (2006): *Prinzip Menschlichkeit. Warum wir von Natur aus kooperieren*. 2. Aufl. Regensburg: Hoffmann und Campe.
- [BEW12] BEWERSDORFF, JÖRG (2012): *Glück, Logik und Bluff. Mathematik im Spiel - Methoden, Ergebnisse und Grenzen*. 6. Aufl. Wiesbaden: Vieweg & Teubner.
- [BT83] BLUM, WERNER; TÖRNER, GÜNTER (1983): *Didaktik der Analysis*. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht
- [DIE09] DIEKMANN, ANDREAS (2009): *Spieltheorie. Einführung, Beispiele, Experimente*. Orig.-Ausg. Reinbek: Rowohlt Taschenbuch.
- [DNB95] DIXIT, AVINASH K.; NALEBUFF, BARRY J. (1995): *Spieltheorie für Einsteiger. Strategisches Know-how für Gewinner*. 1. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- [EM09] EGGBRECHT, WINFRIED; MANHART, KLAUS (2009): *Warum es sich lohnt, gut zu sein. Axelrods Computerturnier des Gefangenendilemmas: Resultate, Strategien, Programme*. München. Online verfügbar unter <http://www.klaus-manhart.de/mediapool/28/284587/data/axelrod-simulation.pdf>, zuletzt geprüft am 07.09.2015.
- [FL10] FISHER, LEN (2010): *Schere, Stein, Papier. Spieltheorie im Alltag*. Heidelberg: Spektrum, Akad. Verl.
- [HEU12] Heuser, Uwe Jean (20. Mai 2012): Schreck der Ökonomen. In: *DIE ZEIT N° 21/2012*. Verfügbar unter <http://www.zeit.de/2012/21/L-P-Kahneman/komplettansicht>, zuletzt geprüft am 07.09.2015.
- [KAH12] KAHNEMANN, DANIEL (2012): *Thinking, fast and slow*. London [u. a.]: Penguin Books

- [MAN] MANHART, KLAUS: *Spieltheorie*. Online verfügbar unter <http://www.klaus-manhart.de/spieltheorie.html>, zuletzt geprüft am 14.11.2012.
- [NM44] NEUMANN, JOHN VON; MORGENSTERN, OSKAR (1944): *Theory of games and economic behavior*. Princeton: Princeton Univ. Press.
- [OA08] ORTMANN, WOLFGANG; ALBERT, ANKE (2008): *Entscheidungs- und Spieltheorie. Eine anwendungsbezogene Einführung*. Sternenfels: Verl. Wiss. & Praxis.
- [PÖP05] PÖPPE, CHRISTOPH (2005): *Das Minderheitsspiel*. In: Spektrum der Wissenschaft (8), S. 104-107.
- [RIE08] RIECHMANN, THOMAS (2008): *Spieltheorie*. 2. Aufl. München: Vahlen.
- [RW12] ROSEBROCK, STEPHAN; WEYGANDT, BENEDIKT (2012): *Spieltheorie - zwischen Kooperation, Vertrauen und Verrat*. In: KRÉTI, FERENC; METZLER, WOLFGANG; SCHMUCK, GÜNTER (2012): *Dokumentation der 2. Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe*.
- [STR93] STRAFFIN, PHILIP D. (1993 [erschieden 2010]): *Game theory and strategy*. 8. Aufl. Washington, DC: Mathematical Association of America (New mathematical library, 36).

Autoren



Benedikt Weygandt

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik der Goethe-Universität Frankfurt am Main



Albrun Knof

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachbereich Mathematik der Technischen Universität Darmstadt

Biologie:

Dem unsichtbaren Leben auf der Spur

Monique Meier und Kathrin Ziepprecht

In unserem Alltag sind wir stets und ständig von Lebewesen umgeben, auch wenn wir sie nicht unbedingt sehen können. Mit dem bloßen Auge können wir viele Pflanzen und auch kleine Tiere erkennen, die nicht viel größer sind als ein Nadelkopf. Aber was lebt hinter unserem visuell erfassbaren Horizont? Wir begeben uns auf eine spannende Suche nach Mikroorganismen und Kleinstlebewesen, die wir mithilfe von mikrobiologischen Methoden und mithilfe des Mikroskops aufspüren wollen.

[Auszug aus der Kursankündigung]

Einleitung

Die meisten Menschen verfügen über Alltagsvorstellungen von Mikroorganismen, die in vielen Fällen eher einseitig sind. Sie verbinden mit ihnen in erster Linie Krankheitserreger und schreiben ihnen negative Eigenschaften zu. Ganz anders die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Hauptkurses Biologie: Sie wollten mehr über die Welt der Mikroorganismen erfahren. „Wo kann man so kleine Lebewesen finden? Wie verhalten sich Mikroorganismen? Welche Auswirkungen haben Mikroorganismen auf den Menschen?“ – diese und viele weitere Fragen stellten die Schülerinnen und Schüler des Kurses. Sowohl mit mikrobiologischen als auch mit mikroskopischen Methoden begaben sich die Lernenden auf die Suche nach Mikroorganismen und erforschten dabei deren Leben und Verhalten.

Betritt man die Welt der Mikroorganismen, stellt sich die Frage nach deren Lebendigkeit: Wie ist Leben eigentlich definiert (Kasten 1)? Wo sind seine Grenzen?

Kasten 1: Kennzeichen des Lebendigen



Dass Mikroorganismen Lebewesen und meist einzellige Organismen sind, deren Größe unter einem Millimeter liegt (MUNK, 2001), konnten die Schülerinnen und Schüler im Kurs schnell herausfinden. Faszinierend sind Mikroorganismen vor allem deshalb, weil sie neben den mit dem menschlichen Auge sichtbaren Tieren und Pflanzen ein Schattenreich darstellen, das oft übersehen wird. Sie spielen trotz ihrer geringen Größe eine entscheidende Rolle in der Natur, sind an wichtigen Stoffwechselprozessen beteiligt und bilden Symbiosen mit höheren Lebewesen. Auch der menschliche Körper ist von einer Vielzahl von Mikroorganismen besiedelt. Außerdem haben Mikroorganismen für den Menschen eine große wirtschaftliche Bedeutung: Auf der einen Seite, indem sie in der Lebensmittelherstellung unseren Alltag bereichern und in der Biotechnologie die Herstellung und Veränderung verschiedenster Produkte ermöglichen; auf der anderen Seite sind Mikroorganismen als Schädlinge für die Zerstörung von Materialien verantwortlich und lösen als Krankheitserreger Infektionen aus (FUCHS, 2014).

Fachliche Grundlagen: Die Welt der Mikroorganismen

Bis ins 19. Jahrhundert wurden Lebewesen in drei unterschiedliche Reiche unterteilt. Nach ihrer Ernährungsweise wurden Tiere, Pflanzen und Protisten (Urwesen) differenziert, die sich zusätzlich in weiteren Merkmalen unterscheiden (FUCHS, 2014). Im 19. Jahrhundert kamen Wissenschaftler zu der Erkenntnis, dass die Zelle die grundlegende funktionelle Einheit aller Lebewesen ist. Die Untersuchung der Feinstruktur verschiedener Zelltypen ergab bemerkenswerte Unterschiede zwischen Bakterien auf der einen und Tieren und Pflanzen einschließlich ihrer mikroskopisch kleinen Vertreter auf der anderen Seite. Die Unterschiede in der Zellstruktur sind so groß, dass man inzwischen die beiden Gruppen als zwei Reiche, das der Prokaryonten und das der Eukaryonten gegenüberstellt (FUCHS, 2014). In prokaryotischen Zellen (gr. *pro*, vor und *karyon*, Kern) liegt die Erbinformation in einem als Nucleoid bezeichneten Bereich. Bei eukaryotischen Zellen (gr. *eu*, wahr und *karyon*, Kern) befindet sich ein Großteil der Erbinformation im Zellkern, der von einer Doppelmembran umgeben ist. Das Vorliegen oder Fehlen eines Zellkerns ist allerdings nur ein Beispiel für die Unterschiede zwischen den beiden Zelltypen (CAMPBELL et al., 2009). Das ursprüngliche Reich der Protisten konnte aufgrund der Zellstruktur ebenfalls den Prokaryonten und den Eukaryonten zugeordnet werden (FUCHS, 2014).

Der Stammbaum des Lebens war lange Zeit Gegenstand kontroverser Diskussionen und wurde erst in den 1970er-Jahren durch die dann verfügbaren genetischen Methoden aufgeklärt (FUCHS, 2014). Aufgrund von Unterschieden und Ähnlichkeiten in der Basensequenz der Erbsubstanz werden seitdem drei Reiche unterschieden, die Archaeobakterien, die Bakterien und die Eukaryonten. Archaeobakterien und Bakterien sind einzellige Prokaryonten (SAVADA et al, 2011). Bakterien haben nur eine wenig differenzierte Morphologie, die sich in der Regel von Stäbchen oder Kugeln ableitet. Sie zeichnen sich durch eine sehr schnelle Vermehrung durch Zweiteilung aus. Unter optimalen Bedingungen beträgt die Generationszeit von *Escherichia coli* (einem wichtigen menschlichen Darmbakterium) ca. 20 Minuten (KRÄMER, 2011). Archaeobakterien zeichnen sich durch sehr vielfältige, bei zahlreichen Organismen aber auch sehr urtümliche Lebensweisen aus. Die Lebewesen, die zur Domäne der Eukaryonten gezählt werden, besitzen eukaryotische Zellen, deren Mitochondrien und Chloroplasten höchstwahrscheinlich durch aufgenommene prokaryotische Zellen entstanden sind (SAVADA et al, 2011). Die Endosymbiontentheorie besagt, dass die Vorläufer der heutigen Eukaryonten frei lebende Prokaryonten aufgenommen haben, die im Laufe der Zeit von selbstständigen Organismen in Coevolution mit ihren Wirtszellen zu Organellen wurden (MUNK, 2001).

Größe von Mikroorganismen

Wie bereits über den Namen ersichtlich, zeichnen sich Mikroorganismen vor allem durch ihre geringe Größe aus. Der Maßstab, der bei ihrer Untersuchung genutzt wird, ist die Größeneinheit Mikrometer. Die meisten Bakterien haben einen Durchmesser von 1 μm , was einem tausendstel Millimeter entspricht. Die Abmessung der eukaryotischen Mikroorganismen wie

Hefen und Protozoen liegt bei 10 µm. Mit Blick auf ihre geringe Größe werden Mikroorganismen den Tieren und Pflanzen (Makroorganismen) gegenübergestellt (Tab. 1), wobei es auch Bakterien gibt, die mit dem bloßen Auge zu erkennen sind.

Einblick in den Kurs: Über ein Lernspiel sollten sich die Lernenden des Kurses der Größenverhältnisse zwischen verschiedenen Lebewesen bewusst werden. Hierbei konnten sie ihr Vorwissen zu den selbst gewählten und im Kurs vorgestellten Organismen (z. B. Milchsäurebakterien, Rattenfloh) einfließen lassen. Auf einer Größenskala (Abb. 1) bestand die Aufgabe darin verschiedene Organismen ihrer Größe nach zu sortieren. Überraschen Bärtierchen bei ihrem skurilen Aussehen durch ihre Winzigkeit (meist <1 mm), können Strudelwürmer bis zu 20 cm groß werden.



Abb. 1: Zuordnungsspiel

Tab. 1: Größenverhältnisse (FUCHS, 2014, S. 12)

Eigenschaft	<i>Bakterien</i>	<i>Hefen</i>	<i>Pflanzliche und tierische Zellen</i>
Durchmesser (µm)	1	10	100
Volumen (µm ³)	1	1000	> 10.000
Generationszeit (h)	0,3-1	2-10	etwa 20

Die Bedeutung der Mikroorganismen für das Leben auf der Erde

Aufgrund ihrer großen Anpassungsfähigkeit sind Mikroorganismen in der Lage, sich in allen Bereichen unserer Umwelt erfolgreich anzusiedeln. Sie produzieren etwa drei Viertel der gesamten Biomasse der Erde und sind von entscheidender Bedeutung für die biologischen Stoff- und Energiekreisläufe (MUNK, 2001). Darüber hinaus ist die Mehrzahl der Tiere und Pflanzen direkt von Mikroorganismen abhängig, mit denen sie in Symbiose leben. Als Verursacher von Krankheiten bei Menschen, Tieren oder Pflanzen stellen pathogene Mikroorganismen auch in der heutigen Zeit noch ein großes Problem dar. Ein Drittel der weltweit auftretenden Todesfälle ist auf Infektionskrankheiten durch Mikroorganismen zurückzuführen (MUNK, 2001). Viele Mikroorganismen sind aufgrund ihrer Stoffwechsellleistungen jedoch von großem Nutzen für den Menschen. Die im und am Körper von Menschen und Tieren lebenden Mikroorganismen, die keine Infektionen hervorrufen, werden als Normalflora bezeichnet. Die Mitglieder der Normalflora erfüllen teilweise wichtige Funktionen im Stoffwechsel z.B. bei der Synthese von Vitaminen oder bei Verdauungsprozessen (MUNK, 2001).

Heutzutage nutzt die Biotechnologie eine Vielzahl von teilweise genetisch veränderten Mikroorganismen in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen (MUNK, 2001). Viele bekannte Lebensmittel (Speisen und Getränke) werden mit Hilfe von Mikroorganismen hergestellt. Pflanzliche Produkte werden in erster Linie durch pflanzeigene Stoffe fermentiert, während bei tierischen Fermentationsprodukten in der Regel Kulturen von Mikroorganismen zugesetzt werden. Die Beeinflussungen, die die Lebensmittel durch die Mikroorganismen erfahren, sind äußerst vielfältig (KRÄMER, 2011). Die Milchsäurebildung durch Mikroorganismen, beispielsweise bei der Herstellung von Joghurt oder Käse bewirkt, dass sich Lebensmittel verderbende oder vergiftende Mikroorganismen nicht oder nur verzögert vermehren können. Durch die Veränderung der Textur, des Quellzustandes und durch den Abbau von Polymeren kann die Verdaulichkeit von Pflanzenmaterial verbessert werden. Mikroorganismen wie beispielsweise Schimmelpilze erzeugen zudem den Geschmack bestimmter Käsesorten und führen zur Anreicherung von Vitaminen und Aminosäuren. Zusätzlich können pflanzeigene giftige und gesundheitsschädliche Stoffe durch Mikroorganismen abgebaut werden, dies gilt beispielsweise für Mykotoxine aus Getreide beim Bierbrauen (KRÄMER, 2011).

Milchprodukte: Zu den Milchprodukten, bei deren Herstellung Mikroorganismen eine Rolle spielen zählen Butter, Sauermilcherzeugnisse, Joghurtherzeugnisse, Kefirerzeugnisse und der Käse. Die Joghurtherstellung geschieht durch Milchsäurebakterien, deren Wachstumsoptimum über 42 °C liegt. Dabei erlangt die Milch durch die Aggregation von Casein (Käsestoff) eine mehr oder weniger feste Konsistenz. Die verschiedenen Caseine, die 75 bis 85 % des gesamten Milcheiweißes ausmachen, liegen in der Milch in Form von Submizellen vor, die durch Calcium-Phosphat-Komplexe zu Mizellen aggregiert sind. Durch die Aktivität der Milchsäurebakterien kommt es zu einer Erniedrigung des pH-Wertes, sodass zunehmend Calcium und Phosphat aus den Mizellen herausgelöst werden, bis es zur Ausfällung kommt (KRÄMER, 2011).

Getreideerzeugnisse: Brot und Kleingebäck werden aus Mehl unter Zusatz von Wasser, Speisesalz und Lockerungsmitteln hergestellt. Die Lockerung des Teiges erfolgt während des Vortriebs durch das von den zugesetzten Hefen bei der Gärung gebildete Kohlenstoffdioxid. Zusätzlich können Teige durch eine Sauerteiggärung backfähig gemacht werden (KRÄMER, 2011). Wird Mehl mit Wasser angeteigt, entwickelt sich innerhalb von wenigen Tagen ein Spontansauer. Nach dem mehrmaligen Zusetzen von Wasser und Mehl und der entsprechenden Gärzeit bildet sich ein mikrobiologisch stabiler Spontansauer, der neben Milchsäurebakterien unterschiedliche Arten von Hefen enthält. Die Säurebildung durch die Milchsäurebakterien führt zu einer Erniedrigung des pH-Wertes. Der niedrige pH-Wert sorgt auch dafür, dass sich verderbniserregende Enterobakterien, Schimmelpilze und Bacillus-Arten nicht vermehren können, während gleichzeitig das Wachstum der säuretoleranten Hefen gefördert wird. Die Teiglockerung muss jedoch gerade bei frisch angesetzten Sauerteigen durch den Zusatz von Backhefen erzeugt werden (KRÄMER, 2011).

Einblick in den Kurs: Im Hauptkurs haben die Schülerinnen und Schüler die positiven Eigenschaften von Mikroorganismen bei der Herstellung von Joghurt und Hefebrot selbst erfahren (Abb. 2).



Abb. 2: Joghurt und Hefebrot selbst herstellen

Ablauf & Inhalte des Hauptkurses Biologie

Die ersten drei Tage der Kurszeit dienten dem fachlichen und methodischen Heranführen der Lernenden an die Thematik „Mikroorganismen“ und der Umsetzung von Arbeitstechniken zu deren Untersuchung. Über verschiedene Zugänge, die sowohl theoretischer, fachpraktischer und spielerischer Natur waren, wurde das Leben im Verborgenen entdeckt und deren mögliche Erforschung erarbeitet. Ab dem vierten Tag begann der forschend-entdeckend angelegte Teil der Kurszeit. In den folgenden vier bis fünf Tagen beschäftigten sich die Schülerinnen und Schüler in ihren Forschungsprojekten unter fachlich-methodischer Begleitung der Kursleitung weitestgehend selbstständig. Zudem wurden die weiteren Schülerreferate an passenden Stellen im Forschungsprozess der Schülerinnen und Schüler präsentiert und diskutiert. In der Nachmittagsstunde hatten die Lernenden jeweils die Wahl, ob sie an ihren Forschungsprojekten oder an Kunstwerken zum Thema „Unsichtbares Leben“ arbeiten wollten.

Tab. 2: Ablauf und Inhalte des Hauptkurses Biologie

Tag	Inhalte/Themen	Arbeitsweisen/ -techniken
April - Juli 2015	Begrüßungsbrief an Teilnehmer, Schülerbriefe Vorbereitung der Kurzreferate durch die Schüler	Emailkontakt
1. TAG: Leben - Definieren, Entdecken und Sehen		
09:00- 12:00	<i>Einstieg & Vorwissen/Erwartungen:</i> - Raumbesichtigung, Vorstellungsrunde und Übersicht zum Kursablauf sowie Kurskonzept - Vorstellung von Mikroorganismen, Kurs-Erwartung	Schülerheft (Vorwissen, Vorstellungen und Erwartungen)
<i>PRAXIS - Erkundung der Burg: Leben in und an der Burg?!</i> Schülerteams suchen je zwei Orte, an denen sie Leben vermuten: Warum vermuten sie dies dort? Welche Form von Leben vermuten sie dort? (Inkl. Proben-sammlung)		
	<i>Fachlicher Einstieg:</i> - Was macht ein Lebewesen zum Lebewesen? - Die Welt des sichtbaren und „unsichtbaren“ Lebens (Größenskala mit ausgewählten Organismen) <i>Fachbezug + Verortung der Schülerreferate:</i> - Input: Stammbaum des Lebens, Zellformen - Verortung der Referate in den Domänen (Bakterien, Pilze, Tiere, Pflanzen)	Ausstellung mit belebten und unbelebten Objekten Größenskala + Organismenkarten (Ordnungsaufgabe) PowerPoint-Präsentation- Stammbaum – Plakat
14:15- 15:15	<i>PRAXIS - Einstieg zu Kleinstlebewesen (Fangen und Bestimmen)</i> Wie fängt man Kleinstlebewesen aus einem Wasserbecken? Was lebt dort? Erste Mikroskopiererfahrungen und Aufbau von Artenkenntnissen	
2. TAG: Mikrobiologie & naturwissenschaftliches Arbeiten/Forschen		
09:00- 12:00	<u>Schülerreferate:</u> Helicobacter pylori; Tetanus <i>Fachbezug - Mystery:</i> - Erklärung zu einer wahren Begebenheit („keimbelastetes Trinkwasser in Kassel“) <u>Schülerreferat:</u> Auswirkungen von Mikroorganismen auf den Menschen <i>Fachbezug:</i> - Input: Die Welt der Mikroorganismen (Entdeckung, Funktion, Gefährdung, Nutzen) - steriles / keimarmes Arbeiten (Quellen & Regeln)	Lege- und Erklärungsspiel Power-Point-Präsentation Brainstorming + Plakat
14:15- 15:15	<i>PRAXIS – Herstellung von Nährböden</i> Abläufe und Regeln zum Platten gießen + Durchführung	

	<p><u>Schülerreferate:</u> Pantoffeltierchen</p> <p><i>Naturwissenschaftliches Arbeiten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Input mit Praxiselementen: Warum und wie arbeitet man naturwissenschaftlich? (Erkenntnisprozess & Arbeitsweisen in der Biologie) Beispiel „Asseln“ <p><i>Einstieg in die Forschungsarbeit:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sammlung von möglichen Forschungsthemen, ersten Ideen und Interessen 	<p>Power-Point-Präsentation</p> <p>Asseln + Experimentiermaterial</p> <p>Brainstorming (Plenum)</p>
3. TAG: Mikroskopie, inkl. Fangen und Bestimmen von Kleinstlebewesen		
09:00-12:00	<p><u>Schülerreferat:</u> Milben</p>	
<p>PRAXIS - Exkursion zum Teich</p> <p>Fangen von Kleinstlebewesen aus einem Teich; Bestimmen der Organismen mithilfe mikroskopischer Betrachtungen und Bestimmungsliteratur</p>		
14:15-15:15	<p><i>Fachbezug:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Input zum Umgang und Einsatz eines Mikroskops - Erstellung von Lebendpräparaten <p><u>Schülerreferate:</u> Bärtierchen, Haarlinge</p> <p><i>Weiterführung der Forschungsideen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ergänzung der Sammlung von möglichen Forschungsthemen, ersten Ideen und Interessen - Festlegung der Forschungsthemen in Forscherteams - Formulierung von Forschungsfragen 	<p>Fangutensilien, Bestimmungsliteratur, Mikroskope</p> <p>Brainstorming (Plenum)</p> <p>Teamarbeit (ggf. Einzelarbeit)</p>
4. TAG: Mikroorganismen in Lebensmitteln (Exkurs) + Forscherarbeit		
09:00-12:00	<p><u>Schülerreferate:</u> Milchsäurebakterien, Hefe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Input: Nutzen von Mikroorganismen 	Power-Point-Präsentation
<p>PRAXIS - Lebensmittel-Produktion</p> <p>Herstellung von Joghurt und Hefebrot</p>		
14:15-15:15	<p><i>Individuelle Arbeit in den Forschungsprojekten</i></p> <p><i>Einführung/Einstieg in der Erstellung der Kunstwerke</i></p>	<p>Teamarbeit (ggf. Einzelarbeit)</p> <p>kreative Einzelarbeit</p>
5.-7. Tag	<p><i>Individuelle Arbeit in den Forschungsprojekten</i></p> <p><i>Weiterarbeit an Kunstwerken</i></p> <p>Zwischenergebnisse: Austausch am Ende des Tages</p>	Einzel- oder Partnerarbeit

8.-9. Tag	<i>Aufbereitung der Forschungsergebnisse und Vorbereitung der Präsentation Abschluss-Präsentation (Werkstattbesichtigung)</i>	Plakate und Tischgestaltung
------------------	---	-----------------------------



Abb. 3: Kunstwerke der Teilnehmerinnen und Teilnehmer

Neben der biologischen Erforschung von unsichtbarem Leben erfolgte auch ein künstlerischer Zugang zum Thema, indem das mikrobiologisch oder mikroskopisch zum Vorschein gebrachte Leben auf die Leinwand gebracht werden sollte. Je nach individuellen Vorlieben konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf eine Leinwand zeichnen, Collagen aus verschiedenen Farben und Materialien anfertigen oder eigene Photographien in ihr Kunstwerk miteinbauen (Abb. 3).

Didaktische Konzeption zum Hauptkurs Biologie



Abb. 4: Konzeption zum Hauptkurs

Ziel der Arbeit im Hauptkurs Biologie war neben dem Erwerb von Fachwissen über Mikroorganismen die Förderung von wissenschaftsmethodischen und kommunikativen Kompetenzen, d.h. der Bereiche Erkenntnisgewinnung und Kommunikation (Abb. 4). Im Bereich der Erkenntnisgewinnung lag der Fokus auf der Durchführung eigener Forschungsprojekte unter Anwendung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen wie dem Experimentieren und dem Beobachten. Dabei wurde das Methodenwissen der Schülerinnen und Schüler gefördert. Da in der Umsetzung der Forschungsprojekte verschiedene mikroskopische und mikrobiologische Arbeitstechniken zum Einsatz kamen, bildete das Erlernen dieser Techniken einen zweiten wichtigen Schwerpunkt. In die Kursarbeit waren darüber hinaus unterschiedliche kommunikative Elemente integriert. Die Schülerinnen und Schüler recherchierten zunächst als vorbereitende Aufgabe Informationen zu einem

verschiedene mikroskopische und mikrobiologische Arbeitstechniken zum Einsatz kamen, bildete das Erlernen dieser Techniken einen zweiten wichtigen Schwerpunkt. In die Kursarbeit waren darüber hinaus unterschiedliche kommunikative Elemente integriert. Die Schülerinnen und Schüler recherchierten zunächst als vorbereitende Aufgabe Informationen zu einem

selbstständig gewählten Mikroorganismus und fassten die in Büchern sowie unterschiedlichen Internetquellen beschriebenen Erkenntnisse in Präsentationen zusammen. In dieser Aufgabe ging es auf der einen Seite darum relevante Informationen zu recherchieren und zu erschließen, auf der anderen Seite mussten diese adressatengerecht für die anderen Teilnehmerinnen und Teilnehmer aufbereitet werden. Die Kurzpräsentationen wurden an den passenden Stellen (Tab. 2) mündlich dem gesamten Kurs vorgestellt und die Mikroorganismen gemeinsam in den „Stammbaum des Lebens“ einsortiert (Abb. 5). Nach



Abb. 5: Stammbaum des Lebens

der Hälfte der Kurszeit standen die jungen Forscherinnen und Forscher vor der Herausforderung, die in den eigenen Forschungsprojekten gewonnenen Erkenntnisse den anderen Schülerinnen und Schülern im Rahmen eines Werkstattbesuchs vorzustellen. Am Ende mussten zudem diese Erkenntnisse auch den Eltern und anderen Gästen unter Anwendung von Fachsprache präsentiert werden. Zu beiden Zeitpunkten stand wiederum die adressatengerechte Aufbereitung der eigenen Forschungsergebnisse im Mittelpunkt. Ein weiterer medialer und zugleich spielerischer Zugang wurde über das Drehen eines Trailers zum eigenen Forschungsvorhaben realisiert. In einer kurzen Filmsequenzen, die Lust auf das Betrachten der Plakate und der Ausstellungstische machen sollten, haben die Schülerinnen und Schüler die spannendsten Aspekte ihrer Projekte auf eine kreative Art und Weise dargestellt. Insgesamt haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Hauptkurses verschiedene mediale Zugänge wie beispielsweise Plakat, Powerpoint, Realobjekt und Video genutzt und somit den Umgang mit unterschiedlichen Arten von Repräsentationen (Texte, verschiedene Arten von Bildern) geübt (ZIEPPRECHT, SCHWANNEWEDEL & MAYER, 2015).

Naturwissenschaftliches Arbeiten

Die Gewinnung von Erkenntnissen in den Naturwissenschaften ist an Denk- und Arbeitsprozesse gebunden, die über verschiedene Schritte differenziert werden können. Diese sind aus dem komplexen Gebilde Wissenschaft herausgelöst, das vielfältige Zugangsweisen umfasst. Über die Formulierung von einer Fragestellung, dem Generieren von Hypothesen, der Planung, Durchführung und Auswertung von naturwissenschaftlichen Methoden sollen Schülerinnen und Schüler zu einem logischen, planvollen Vorgehen und Denken in der Untersuchung von Phänomenen angeregt werden. Die Methoden Beobachten und Experimentieren nehmen hierbei eine besondere Stellung ein (MEIER & WELLNITZ, 2013). Die Umsetzung der genannten Forschungsschritte im Erkenntnisprozess wurde mit den Schülerinnen und Schülern am Beispiel von Kellerasseln erarbeitet und diskutiert. Die Entscheidung zunächst mit den gut sichtbaren Kellerasseln zu arbeiten wurde vor dem Hintergrund getroffen, dass davon auszugehen ist, dass sie den Teilnehmerinnen und Teilnehmern bekannt sind und auch bestimmte Phänomene wie das Weglaufen vor Licht bereits im Alltag beobachtet werden konnten. Zudem ist der Umgang mit den Asseln beim Experimentieren einfacher als der Umgang mit tierischen oder pflanzlichen Kleinstlebewesen, die die Nutzung spezieller mikrobiologischer und mikroskopischer Arbeitstechniken erfordert.



Abb. 6: Asseln unter der Lupe

Einblick in den Kurs: Asseln findet man in dunklen Kellern, unter Steinen oder unter der morschen Borke von totem Holz. Doch warum ist das so? Im theoretischen und praktischen Austausch wurde der Frage „Unter welchen Lebensbedingungen fühlt sich die Assel wohl?“ auf den Grund gegangen. Dabei wurden mit den Schülerinnen und Schülern mehrere Hypothesen, wie z.B. „Asseln laufen vor Licht weg. / Asseln reagieren nicht auf Licht.“ formuliert, wobei die Funktion der Hypothese herausgestellt wurde. Die Bedeutung der Planung wurde diskutiert und das Experiment im Anschluss ansatzweise durchgeführt. Im praktischen Exkurs wurden die elementaren Merkmale eines Experimentes am Beispiel besprochen. In der Auswertung wurden neben der Ergebnisdarstellung reflexive Elemente integriert, wie die Fehleranalyse und der Rückbezug zur Planung und Hypothese.

Neben der Erarbeitung der Schritte des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses stand die Reflexionskompetenz über den Erkenntnisweg beim Experimentieren und Beobachten im Vordergrund des Lerngeschehens. Warum ist es sinnvoll eine Hypothese sowie eine Alternativhypothese zu formulieren? Welche Funktion übernimmt die Hypothese und wie sieht eine „gute“ Planung aus? usw. Zudem sollten die Schülerinnen und Schüler die zwei Erkenntnismethoden Beobachten und Experimentieren bewusst voneinander abgrenzen können. Während beim Experiment Variablen gezielt verändert werden, werden bei der Beobachtung korrelative Zusammenhänge untersucht und Objekte hinsichtlich ausgewählter Eigenschaften analysiert (WELLNITZ, 2012). Im Rahmen des naturwissenschaftlichen Arbeitens über das Experimentieren und Beobachten lag der Fokus dieses Kurses auf der Umsetzung von mikrobiologischen und mikroskopischen Arbeitstechniken. Diese wurden handlungsorientiert über exemplarische Aufgaben mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet, bevor diese im eigenständigen Forschungsprozess thematisch angepasst eingesetzt werden konnten.

Mikrobiologische Arbeitstechniken

Auch wenn Bakterien wie beschrieben in allen Bereichen der Erde gegenwärtig sind, sind sie so winzig, dass selbst die Beobachtung unter dem Mikroskop wenig befriedigend ist. Aus diesem Grund wurden in der Mikrobiologie Methoden entwickelt, mit deren Hilfe diese „Unsichtbarkeit“ überwunden werden kann. Dabei macht man sich zu Nutze, dass Bakterien eine schnelle Vermehrungsrate, aber nur eine geringe Mobilität aufweisen. Sie bleiben daher auf festen Nährböden in großer Anzahl beieinander und werden in Form von Kolonien sichtbar. Das Herstellen, Animpfen, Inkubieren und Auswerten solcher Nährböden gehört zu den zentralen Arbeitstechniken in der Mikrobiologie. Aus diesem Grund wurden mit den Schülerinnen und Schülern gemeinsam Petrischalen mit Nährboden hergestellt.



Abb. 7: Herstellen von Nährmedien

Einblick in den Kurs: Zur Herstellung von Nährböden werden in einem ersten Schritt ein Nährmedium (z.B. Standard-I-Nährboullion), Agar-Agar (bildet eine Gallerte und lässt den Nährboden nach dem Erkalten fest werden) und destilliertes Wasser in einem vorgegeben Verhältnis miteinander vermischt. Als Nächstes wird dieses Kulturmedium in ein geeignetes Gefäß gegeben und in einem Autoklaven oder in einem Dampftopf hitzesterilisiert. Dieser Schritt dient dazu alle schon vorhandenen Bakterien und Pilze abzutöten. Der sterile und noch flüssige Nährboden wird dann in keimarme im Handel erhältliche Plastikpetrischalen gegossen.

Die Herstellung von Nährböden ist an eine möglichst keimarme Arbeitsweise gebunden. Insbesondere das Gießen der Nährplatten erfordert etwas Übung, da die Nährböden nicht mit Keimen von außen kontaminiert werden dürfen. Aus diesem Grund sind verschiedene Regeln einzuhalten, die daher mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern gemeinsam erarbeitet und auf einem Plakat festgehalten wurden. Beispielsweise sollte der Arbeitsplatz vorab mit Desinfektionslösung abgewischt und die Deckel der Platten sollten nur so kurz wie möglich geöffnet werden. Zusätzlich gilt es die ansonsten beim experimentellen Arbeiten ebenfalls notwendigen Sicherheitsvorschriften zu beachten, die das Tragen von Laborkitteln, das Zusammenbinden von langen Haaren und das Verbot zu essen und zu trinken einschließen.

Die fertigen Nährböden müssen einige Zeit (am besten über Nacht) erkalten, sodass der Agar fest werden kann. Im Anschluss daran können sie verwendet werden um Bakterien und Pilze an den unterschiedlichsten Orten aufzuspüren. Zum Animpfen der Nährböden stehen mehrere Techniken zur Verfügung, mit denen die Lernenden sich vor der Durchführung der eigenen Forschungsprojekte zunächst vertraut machen mussten. Bei einem Abklatsch wird die Platte kurz geöffnet und der Nährboden wird mit der zu untersuchenden Oberfläche z.B. einem Teppich, einer Türklinke oder den eigenen Fingern in Kontakt gebracht. Eine andere Möglichkeit besteht darin Material mit einem Glasstab oder einer Impföse auf den Nährboden zu bringen. Der Ausstrich mit einem Glasstab eignet sich für mehr oder weniger flüssige Materialien wie z.B. Joghurt, während mit der Impföse feste Materialien übertragen werden können. Da sich an der Impföse oder dem Glasstab unerwünschte Mikroorganismen befinden können, werden die Gerätschaften vor der Nutzung im Feuer steril gemacht.

Nach dem Animpfen werden die Nährböden kopfstehend inkubiert, damit kein Kondenswasser auf die Platten tropft und das Wachstum der Kolonien hemmt. Die Inkubation kann in einem speziellen Wärmeschrank erfolgen oder auch bei Zimmertemperatur, wobei dies dann entsprechend länger dauert. Täglich wurden in dieser Phase die Anzahl, das Aussehen und die Größe der Kolonien von den jungen Forscherinnen und Forschern dokumentiert, wobei

unterschiedliche Methoden der Dokumentation (Auszählen, Fotos, Kolonierisss zeichnen) hinsichtlich ihrer Eignung diskutiert wurden.

Mikroskopische Arbeitstechniken

Das menschliche Auge kann zwei Punkte voneinander unterscheiden, wenn sie mehr als 0.2 mm voneinander entfernt sind. Vor diesem Hintergrund ist es nicht weiter verwunderlich, dass zentrale Schritte in der Erforschung der Mikroorganismen an die Entwicklung einer leistungsfähigeren Mikroskopie im 19. Jahrhundert geknüpft waren. Das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges wurde mit Hilfe von Mikroskopen um das 1000fache erweitert. Das Elektronenmikroskop macht es heute möglich Objekte im Nanometerbereich (nm) sichtbar zu machen (FUCHS, 2014). Der thematische Fokus des mikroskopischen Teils der Kursarbeit lag auf dem Ökosystem See. In einem ersten Schritt wurden Kleinstlebewesen in einem nahegelegenen Tümpel gefangen. Das Fangen und Bestimmen von Kleinstlebewesen waren in der Mikroskopier-Einheit zwei ebenso zentrale Arbeitstechniken, die es galt den Schülerinnen und Schülern näher zu bringen. Im Umgang mit lebenden Organismen, insbesondere sehr kleiner Vertreter, bedarf es etwas Geschick und Einfühlungsvermögen, welches die Schülerinnen und Schüler im Zuge ihrer Arbeit selbst erkennen und aufbringen sollten. Aus diesem Grund fand eine erste Einführung an einem Wasserbecken auf der Burg zum richtigen, tier-schonenden Fangen von Teichorganismen statt. Bei der Exkursion zum Tümpel (Tab. 2) konnten die Schülerinnen und Schüler schon selbstständig dem Leben in diesem Ökosystem auf den Grund gehen. Auch Schutzaspekte können am Beispiel Kleinstlebewesen im Teich gut mit den Lernenden diskutiert werden. Diese beinhalten, dass alle gefangenen Organismen nach der Bestimmungsphase wieder am Fangort ausgesetzt werden. Zudem wurde erläutert, dass keine geschützten Organismen, wie z.B. der Köcherfliegenlarve mit in den Kursraum genommen werden können. Zurück auf der Burg erhielten die Schülerinnen und Schüler eine Einführung in das Arbeiten mit dem Mikroskop und das Erstellen von Präparaten, bevor unter Verwendung von Lebendpräparaten und geeigneter Bestimmungsliteratur die Bestimmung dieser Kleinstlebewesen stattfand.

Die Projekte der Schülerinnen und Schüler

Die Untersuchung eigenständig entwickelter Forschungsfragen in selbstständig durchgeführten Projekten ist ein zentraler Bestandteil des Hauptkurses Biologie. Diese Art der Arbeit ermöglicht den Schülerinnen und Schülern eine interessengeleitete, tiefgreifende Auseinandersetzung mit einem bestimmten Themenbereich und verschafft ihnen einen authentischen Einblick in die naturwissenschaftliche Arbeitsweise. Innerhalb der ersten Kurstage entwickelten die Schülerinnen und Schüler auf Basis von für sie besonders interessanten Themen ihre Forschungsfragen, die in einem Diskussionsprozess so ausgeschärft wurden, dass sie mithilfe von naturwissenschaftlichen Methoden untersuchbar waren. Auf diese Weise entstanden sechs Forschungsprojekte, von denen drei dem Schwerpunkt Mikrobiologie und drei dem Schwerpunkt Mikroskopie zuzuordnen waren.

Schwerpunkt Mikrobiologie

Invasion der Bakterien (Miriam G., Talita P., Julia S.)

Miriam, Talita und Julia führten ein Forschungsprojekt zum Thema Bakterien am menschlichen Körper durch. In einem Experiment untersuchten sie, wie viele Bakterien sich auf ungewaschenen, gewaschenen und desinfizierten Fingern befinden. Die Ergebnisse zeigten überraschenderweise, dass auch auf desinfizierten Fingern noch Bakterien vorhanden sein können. Im Rahmen einer Recherche zum Thema wurden die Unterschiede zwischen chirurgischer Händedesinfektion und hygienischer Händedesinfektion, die hier durchgeführt wurde und die Hände zwar keimarm aber nicht keimfrei macht, herausgearbeitet. Außerdem haben Talita, Miriam und Julia die Anzahl der Bakterien im Zahnbelag vor und nach dem Zähneputzen, mit und ohne Zahnsperre untersucht. Sie sind dabei sehr systematisch vorgegangen und haben die unterschiedlichen Probanden eine festgelegte Zeit vorher einen halben Keks essen lassen, die Zähneputzzeit genau festgelegt etc. Zusätzlich wurden in dem Projekt Abklatschproben von unterschiedlichen Teilen der Brille genommen.

Der weiße Pelz (Zoe H., Natascha J., Diana Z.)

Zoe, Natascha und Diana beschäftigten sich mit der Frage, unter welchen Bedingungen unterschiedliche Arten von Schimmel wachsen. Sie impften Camembertschimmel, Blauschimmel und Schimmel von Erdbeeren auf für Pilze geeignete Nährböden über und inkubierten diese bei unterschiedlichen Bedingungen. Unter Konstanthaltung der Temperatur wurde der Faktor Licht variiert. Während je eine Platte den natürlichen Lichtbedingungen ausgesetzt wurde (tagsüber hell, nachts dunkel), wurden weitere Platten in eine Dunkelbox gestellt und die übrigen einer Dauerbelichtung ausgesetzt. In einem zweiten Ansatz wurden Platten bei Zimmertemperatur mit solchen verglichen, die im Kühlschrank stehen. Die Ergebnisse zeigten, dass Schimmel am besten im Dauerlichtansatz wächst, während die niedrigen Temperaturen im Kühlschrank das Wachstum deutlich hemmen. Zoe, Natascha und Diana reflektierten in der Ergebnisdiskussion darüber, dass im Dauerlichtansatz wahrscheinlich die durch die Lichtquelle erzeugte hohe Temperatur ein entscheidender Faktor für das Schimmelwachstum ist. Außerdem stellten sie Recherchen an u. a. zu den Fragen, warum Schimmel gesundheitsgefährdend ist und ob man verschimmelte Stellen von Lebewesen wegschneiden und diese verzehren kann oder ob man sie nicht doch lieber wegwerfen sollte. Sie fanden heraus, dass Lebensmittel, die viel Wasser enthalten wie beispielsweise Obst, Gemüse, Marmelade, Weichkäse oder Joghurt in den Müll geworfen werden sollten, während ein oberflächlicher Schimmelbefall bei Hartkäse oder Wurst am Stück großflächig entfernt werden kann.

Ist das wirklich so ekelig? (Justus R.)

Justus stellte sich in seinem Forschungsprojekt die Frage, auf welchen Oberflächen im Alltag die meisten Bakterien und Pilze wachsen und ob vermeintlich „ekelige“ Orte wie eine Toilettenbrille wirklich so dicht besiedelt sind, wie man das vermuten würde. Er nahm mit unterschiedlichen Nährböden (jeweils für Bakterien und Pilze) Abklatschproben von einer Klobrille, der Handyrückseite, einem Schlüsselbund, einer Computermouse, einem Teppich und einem Schwamm. Justus lieferte eine naturwissenschaftlich sehr systematische und saubere Arbeit

ab und konnte dank intensiver Recherchen zur Frage der Wachstumsbedingungen von Bakterien und Pilzen erklären, warum auf dem Schwamm und dem Teppich deutlich die meisten Mikroorganismen zu finden sind. Hier spielen die Faktoren Feuchtigkeit und Nährstoffe eine entscheidende Rolle.

Schwerpunkt Mikroskopie

Kleine Lebewesen im Teich (Angelina K., Anna-Maria H.)

Begeistert von der gemeinsamen Fangaktion am Tümpel und den ersten Erfahrungen im Bestimmen von Kleinstlebewesen wollten Angelina und Anna-Maria das Leben in diesem Tümpel weiter erforschen. Unter der Fragestellung, ob an verschiedenen Orten im Tümpel auch unterschiedliche Organismen leben, legten die beiden die zu untersuchenden Orte anhand zuvor überlegter Kriterien und Vermutungen fest und erkundeten diese selbstständig. Auf Basis einer Artenliste zu den gefangenen Organismen erstellten sie mithilfe von geeigneter Literatur ortsspezifische Nahrungsnetze, um diese im Anschluss miteinander vergleichen zu können. Zu jedem der gefangenen und bestimmten Organismen erstellten sie zudem einen Steckbrief mit zuvor festgelegten Kriterien und stellten alle Steckbriefe entsprechend der untersuchten Orte in einem „Buch“ zusammen.

Landasseln vs. Wasserasseln (Carla M.)

Im Wasserbecken an der Burg fanden die Schülerinnen und Schüler bei der ersten Fangaktion (Tag 1, vgl. Tab. 2) viele Wasserasseln. Nach der Experimentierphase mit den Landasseln an Tag 2 stand für Carla die Frage im Raum: Sind Asseln gleich Asseln? Konstruiert als Wettstreit ging sie in ihrem Forschungsprojekt der Frage nach: „Reagieren Land- und Wasserasseln unterschiedlich auf verschiedene abiotische Faktoren (Licht, Temperatur)?“ Im Team „Grün“ sind die Landasseln, die die dunkle Seite im Experimentierbehältnis tendenziell ebenso bevorzugen wie die höheren Temperaturen. Vollends eindeutig war dieses Ergebnis aber nicht, da sich mal mehr, mal weniger Exemplare in den jeweiligen Bereichen aufhielten. Bei den Wasserasseln im Team „Gelb“ wird deutlich, dass diese niedrige Temperaturen und dunkle Bereiche verstärkt aufsuchen.

Verhaltensweisen von Teichtieren (Luca N., Benjamin V.)

Luca und Benjamin führten ein Experiment mit zwei spektakulären Kleintieren aus dem Teich durch. Sie untersuchten die gefräßigen Gelbrandkäferlarve und Großlibellenlarve hinsichtlich ihres Verhaltens bei verschiedenen Wassertemperaturen. „Wir vermuten, dass sich die Großlibellenlarve / Gelbrandkäferlarve im kalten Wasser schneller bewegt. Es kann aber auch sein, dass sie in wärmerem Wasser schneller ist“. Direkt am Teich gingen sie ihren Hypothesen nach und führten ihre Temperaturexperimente mit einfachsten Materialien durch. Ausgehend von der Temperatur des Tümpelwassers setzten sie je Tier zwei Ansätze – einmal um 10 °C wärmeres Wasser und einmal um 10°C kühleres Wasser – und beobachteten die Reaktion der Versuchstiere in diesen Ansätzen. Mit viel Engagement gingen die jungen Forscher ihrer Experimentierarbeit nach und präsentierten mit Stolz ihre Ergebnisse am Ende der Kursarbeit.

Fazit & Abschluss

Schon am Samstagabend, als die Hauptkurse den anderen Schülerinnen und Schülern einen Einblick in die eigene Arbeit gaben, stellten die Jugendlichen fest, wie viel sie bereits gelernt hatten. Der Biologie-Führerschein, der aus Fragen bestand, die sie selbst entwickelt hatten, erwies sich als sehr knifflig für die „Nicht-Biologinnen und -Biologen“. Den krönenden Abschluss des Kurses bildete die Präsentation am Gästenachmittag. Den Auftakt bildete hier der „Kurs-Film“, der aus kleinen Trailern bestand, in denen die Jugendlichen ihre Projekte auf spannende und kreative Art und Weise vorstellten. Auf fachlich fundierten, detailliert und individuell gestalteten Plakaten und Tischen präsentierten die Schülerinnen und Schüler zusätzlich ihre Projekte und Ergebnisse. Im Rahmen des Rundgangs der Besucher ergaben sich zahlreiche spannende Gespräche und Diskussionen, in denen die Jugendlichen zeigten, wie engagiert und intensiv sie sich mit ihren Forschungsthemen auseinandergesetzt hatten. Dass die Zusammenführung von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen und kreativen Techniken nicht nur bei den Besuchern, sondern auch bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Kurses gut ankam, konnte man auch an dem ausgelegten „Feedbackplakat“ ablesen. In der Rubrik „Am besten gefallen hat mir...“ fanden sich Äußerungen, wie „das Experimentieren / das Fangen von Teichtieren / die eigenen Projekte...“. Der forschend-entdeckende und gleichzeitig kreative Zugang zu biologischen Fragestellungen stellt eine von den besonders interessierten Lernenden mit Begeisterung angenommene Herausforderung dar und fördert Spaß und Wissenserwerb gleichermaßen.

Literatur

- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2009). *Biologie*. München: Pearson Studium.
- Fuchs, G. (2014). *Allgemeine Mikrobiologie*. Stuttgart: Georg Thieme.
- Krämer, J. (1987). *Lebensmittel-Mikrobiologie*. Stuttgart: Ulmer.
- 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.
- Munk, K. (2001). *Mikrobiologie. Grundstudium Biologie*. Stuttgart: Georg Thieme.
- Sadava, D. E., Purves, W. K., & Markl, J. (2011). *Purves Biologie*. Heidelberg: Spektrum.
- Wellnitz, N. (2012). *Kompetenzstruktur und -niveaus von Methoden naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung*. Berlin: Logos.
- Ziepprecht, K., Schwanewedel, J., & Mayer, J. (2015). Strategien und Fähigkeiten von Lernenden beim Erschließen von biologischen Informationen aus Texten, Bildern und Bild-Text-Kombinationen. In M. Hammann, J. Mayer & N. Wellnitz (Eds.), *Theorie, Empirie und Praxis*. Innsbruck: : Studienverlag.

Autorinnen



Monique Meier

ist seit 2015 Leiterin der Experimentier-Werkstatt Biologie FLOX und arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Didaktik der Biologie an der Universität Kassel mit den Schwerpunkten offenes Experimentieren und Diagnose im Biologieunterricht.



Kathrin Ziepprecht

arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Didaktik der Biologie an der Universität Kassel mit den Schwerpunkten Kommunikation und Strategien im Biologieunterricht.

Kunst und Kultur: Running on Salted Coffee - oder von der (Un-)Möglichkeit die Welt zu verstehen

Ferenc Kréti und Jungyeon Kim

Das Internet und moderne Medien ermöglichen Einblicke wie durch ein offenes Fenster in ferne Welten. Doch was hat das alles mit mir zu tun? Der Titel "Running on Salted Coffee" steht für die Suche nach der Verbindung zwischen dem eigenen Alltag und den großen Themen der Welt mit dem Gefühl manchmal „neben der Spur“ zu sein. Die Teilnehmenden spielen mittels Improvisation aus den Bereichen Theater und Tanz eigenständig entwickelte Szenen, die ihre persönliche Sicht auf die Welt repräsentieren. Dies geschieht mal augenzwinkernd, mal frech, mal dramatisch – eben so vielseitig wie das Leben oftmals spielt!

[Auszug aus der Kursankündigung]

Einleitung

Der Hauptkurs „Running on Salted Coffee - oder von der (Un-)Möglichkeit, die Welt zu verstehen“ experimentiert mit Formen Darstellender Kunst in den Fächern Theater“ und „Zeitgenössischer Tanz“. Die Lebenserfahrung und die alterstypische Perspektive der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler (13-16 Jahre) ist Ausgangspunkt für eine thematische sowie künstlerische Annäherung innerhalb einer freien biografischen Eigenproduktion.

Das Thema des Kurses ist „Aufwachsen im Zeitalter der Globalisierung“. Dabei stehen sowohl der „Ist-Zustand einer durch Technologien, Medien, Reisen und Handeln etc. vernetzten Weltgesellschaft“ (Globalität), als auch „die Entfaltung einer quer zur Nationalstaatlichkeit liegenden Logik weltweiter Vernetzung transnationaler Akteure“ (Globalisierung) im Blickpunkt jugendlicher Erfahrung (vgl. VILLÁNY 2007, S.12-14).

Der thematische Zugang erfolgt innerhalb eines individuell-subjektiven Prozesses. 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 einen Anspruch auf objektiver Gültigkeit erheben zu wollen. Die künstlerisch-ästhetische Gestaltung wird dabei als ein Prozess des „Gegenwärtig-werden“ verstanden und hebt nach WESTPHAL/LIEBERT auf die „Wirklichkeit einer körperlich-sinnlichen und situativ-szenischen Aufführungspraxis in Musik, Theater, Tanz und Darstellender Kunst ab.“ [7]

Didaktik und Methodik

Abbildung von Lebenswirklichkeit als ästhetischer Prozess

Der Kurs *Running on Salted Coffee* versteht sich grundlegend als ein Angebot *Kultureller Bildung*. LOHMANN (2014) beschreibt hierbei als Kriterien pädagogischer Wirkung: „1. *Reflexion* (über künstlerische Gestaltungsvorgänge), 2. *Orientierung (an ästhetischen Ansprüchen)* und 3. *Sinnstiftung, Bewertung und Kritik (für wirkungsvolleres Gestalten)*“ [14]. Ziel ist der Prozess des *Taking-Over* (DROGE 2009) der Gruppe [7, Kp. Bevor Form entsteht – Entsichern und Begleiten als Verwebungsprozess von dynamischen Wissensfeldern S. 235-252]. Auf Basis einer Kultur des Respekts, der Akzeptanz und der Selbstverantwortung in der Beziehung zwischen Kursleitung und den Schülerinnen und Schülern soll ein Raum geschaffen werden, in dem die Teilnehmenden ihre Interessen, Meinungen und Ideen selbstständig entwickeln und künstlerische Formen finden können. Der individuelle Erkenntnisgewinn und die Selbstevaluation der persönlichen Fortschritte der Teilnehmenden werden unterstützt durch das *Creative Facilitation Concept* [12] auf Basis einer Methode des *konstruktiven Feedbacks* (Circle Concept) [11]. Als künstlerisches Handwerkszeug werden grundlegende Prinzipien und Methoden aus den Fachrichtungen Theater und Tanz behandelt. Der für den künstlerischen Prozess notwendige Perspektivenwechsel soll die Selbst-Wahrnehmung und ein besseres Selbstverständnis fördern helfen. Die für Teenager entwicklungsrelevanten Fragen und die Suche nach einer eigenen Identität können zu einer sensibleren Wahrneh-

mung, aber auch zu einer Überbetonung des Äußeren, des Materiellen oder einer Abhängigkeit von Meinungen Dritter führen. Die ästhetische und soziale Auseinandersetzung mit ihrer Biografie im Kurskontext eröffnet ihnen einen intimen, sicheren und spiefreudigen Raum für einen verbalen und physischen Ausdruck. Dieser Zugang soll die Teilnehmenden unterstützen individuell als auch kollektiv mehr Abstand von eigenen sowie äußeren Zwängen und (Vor-) Urteilen zu gewinnen. Bei der Inszenierungsarbeit in verschiedenen Gruppenkonstellationen agieren sie dabei gleichzeitig als Darstellende und Regisseure/Choreografen.

Creative Facilitation - Achtung der Gruppe als Lernsubjekt

Im Konzept des Creative Facilitation wird die Gruppe explizit als Lernsubjekt betrachtet und orientiert sich nicht allein an einem definierten Lehrplan, um Wissen zu vermitteln und Lernziele zu erreichen. Als ein Moderator unterstützt der Creative Facilitator einen individuellen Entwicklungsprozess der Beteiligten. Die Praxis und das Üben des Umgangs mit dem Nicht-Perfekten und die gleichzeitige Zielsetzung für Entwicklung betonen eine besondere Wahrnehmung der tatsächlich vorhandenen Ressourcen. CLARKE (2004) führt dazu aus [3]:

“Facilitation is about empowering others. It involves letting go of control over the outcome of a process and giving that responsibility to the group. (...) Some of the skills a good facilitator needs include:

- listening to others
- communicating clearly
- checking understanding, summarising and drawing together different ideas
- thinking and acting creatively
- managing people's feelings
- encouraging humour and respect
- being well prepared whilst remaining flexible
- keeping to time without being driven by it”

Sprachvermittlung durch konstruktive Kommunikation

Das Circle Concept: “(...) is a non-hierarchical 'class' model where participants can discuss generative themes which have significance within the context of their lives. This involves creating a democratic space where every one's voice has equal weight. The conditions needed for this have to be actively created as it does not often occur naturally. This can mean challenging cultural, gender and other status related power relationships and stratifications.” (Quelle: <http://www.reflect-action.org/>)

Der Kreis als Form der Kommunikation und Reflexion innerhalb der Gruppe ist ein zentraler Bestandteil der Arbeit, vermittelt Gleichwertigkeit und spiegelt sich in einer klaren und präzisen Sprache, bei der Bewertungen vermieden werden und positiv formulierte subjektivierete Formulierungen dominieren: „ich habe wahrgenommen“; „meine Aufmerksamkeit war groß, als...“, etc. Verallgemeinernde Formulierungen wie „das war schön...“ oder „man hat gesehen...“ werden vermieden. Das Ziel ist, durch diese Formulierungen eine konstruktive achtsame Gruppenatmosphäre und Gesprächssituation zu fördern. Egozentrisch-extrovertiert veranlagte Personen lernen Zurückhaltung, introvertiert-schüchterne Menschen werden unterstützt, ihren Raum in Anspruch zu nehmen [11].

Improvisation und Szenische Gestaltung

Wie gestaltet sich Improvisation im Tanz und Theater? Wie kann Sprache mit Bewegung in Verbindung gesetzt werden bzw. vice versa? In den verschiedenen Fachdisziplinen künstlerischer Praxis existieren eine Vielzahl an Formen und Zugängen zum Thema Improvisation sowohl als kreatives Entwicklungswerkzeug sowie auch als Kunstform für die Bühne.

In der Improvisation wird unterschieden zwischen eher offenen (wenig formale und inhaltliche Vorgaben) und eher geschlossenen Improvisationen (mehr formale und inhaltliche Vorgaben). Ausgehend von den eher klassischen Szenenentwürfen der Schülerinnen und Schüler war der Ansatz der Kursleitung diese einerseits zu präzisieren und andererseits nach Möglichkeiten improvisatorischer Darstellungsformen zu suchen, um neue darstellerische Erfahrungen zu eröffnen. Basis dafür bildeten Wahrnehmungs- und Körperübungen, die den Schülerinnen und Schülern Kontakt zu sich als Performer, dem Raum, den Mitspielern sowie dem Publikum im Kontext der angestrebten Veröffentlichung im Rahmen der Werkchau am Gästernachmittag erlauben sollten.

Kursstruktur und Rahmenbedingungen

Neun Schülerinnen und drei Schüler. Die Raumgröße betrug 200 m². Der Kurs lief neun Tage mit je vier Zeitstunden. Die Leitung war doppelt besetzt aus den Bereichen Tanz und Theater. Am sechsten Tag gab es einen halbezeitlichen Zwischenrückblick als eine interne Werkstatt mit Einblicken in die verschiedenen Kurse. Die gemeinsame öffentliche Werkchau zum Abschluss der Akademie am Gästernachmittag fiel auf den neunten Tag, und bildete den End- und gleichzeitig Höhepunkt des Kunst- und Kulturkurses.

Tab. 1: Übersicht Kursstruktur

Phase	Ziel	Aktivität
I. Tag 1-3	<ul style="list-style-type: none"> - Kennenlernen und Teambildung - Einstieg ins Thema - Einstieg in die Performance-Arbeit mit Fokus Körper/Bewegung 	<ul style="list-style-type: none"> - Hausaufgabe-Präsentation - Brainstorming - Differences and Commonalities - vom Bewegungsvokabular zur Choreographie
II. Tag 4-6	<ul style="list-style-type: none"> - Vertiefung der Performance-Arbeit mit Fokus Wahrnehmung, Stimme, Präsenz - Erarbeiten der Szenischen Gestaltung 	<ul style="list-style-type: none"> - Szenisches Projekt - Erarbeiten und Entwickeln der Szenen - Werkstatt-Präsentation
III. Tag 7-9	<ul style="list-style-type: none"> - Fertigstellung der Szenen - choreographische Umsetzung der Motive - Vertiefung der Performance-Arbeit mit Fokus auf strukturierte Improvisation 	<ul style="list-style-type: none"> - Entstehen der letzten Szene - Hauptproben - Generalprobe - Abschluss-Präsentation

Schüleraufgabe zu Vorbereitung der Akademie – Thema Globalisierung

- 1. Schreibe ein Essay zum Thema *Aufwachsen im Zeitalter der Globalisierung* und sende es der Kursleitung (max. 2 - 3 Seiten):
 - Was bedeutet für dich Globalisierung?
 - Welche positiven Aspekte, welche negativen Auswirkungen empfindest du konkret?
 - Wo begegnet dir Globalisierung im Alltag?
 - Was findest du echt „schräg“ an dieser Welt: a) in deiner „kleinen“ Welt Zuhause sowie b) im großen „Rest“
 - Wann hattest du zum letzten Mal das Gefühl, dass du dich irgendwie im „falschen Film“ gefühlt hast, aber nicht im „Kino“ warst und auch nicht geträumt hast...
 - Hast du das Gefühl, leich einen „Platz“ in dieser Welt zu finden? Wie sieht das genau aus...???
- 2. Triff deine Kleingruppe
 - lest euch eure Essays vor und tauscht eure Erfahrungen und Meinungen zum Thema und Schreibprozess aus!
 - Entwickelt eine Mini-Vorführung von maximal (!) 5 Minuten: Einigt euch auf eine Ausdrucksform für einen Inhaltsschwerpunkt aus euren Essays und dem Austausch zum Thema! Dies kann z.B. ein erfundener Dialog, Szene, Pantomime etc. oder etwas ganz anderes sein.

Einführung Thema

Aufwachsen im Zeitalter der Globalisierung

Das Thema Jugend und Globalisierung wird nach VILLÁNY/WITTE/SANDER (2007) in einem dialektischen Prozess betrachtet: „Globalisierung prägt einerseits juvenile Lebenswelten, andererseits wirken Jugendkulturen als kulturelle Produktivkraft beschleunigend auf den Globalisierungsprozess“. Daraus ergeben sich für die Autoren drei grundlegende Fragen [17]

- „Wie formen sich unter dem Prozess der Globalisierung die konstitutiven Elemente von Jugend und Jugendkulturen?
- Welchen Einfluss nehmen Jugendliche in ihrem alltäglichen Handeln auf den Globalisierungsprozess?
- Führt Globalisierung in der Tendenz zu einer Vereinheitlichung jugendlicher Lebensformen, oder bleiben weiterhin regionale Besonderheiten bestehen und brechen damit mögliche Entgrenzungstendenzen?“ (Auszug vom Klappentext)

Obwohl diese Fragen innerhalb des vorliegenden Kurskonzepts keine Beantwortung finden konnten und sollten, bildeten sie dennoch einen inspirierenden Background-Kontext für inhaltliche Auseinandersetzung. Die Repräsentation jugendlicher Erfahrung der 12 Schülerinnen und Schüler führte im Kursverlauf zu interessanten und kontroversen Ergebnissen. Z. B. schrieb ein Schüler im Rahmen der Schüleraufgabe neben dem Essay einen deutschen Song zum Thema Globalisierung.

Dabei nutzte er die Form des „Rap“ für die Verse und die Melodie eines englischen Kinderliedes für den Refrain:

Woher kommen eigentlich die ganzen T-Shirts her? Diese Frage interessiert mich seit ein paar Tagen sehr. Die Reise vom Cotton bis zum fertigen Hemd: Unendlich viele Meilen einmal um die Welt.

Refrain: Ding Dong, große Reise, ding dong, große Reise, Globalisierung.

Und mein T-Shirt schippert von Dakar nach Hamburg bald. Per LKW ins Zentrallager, dort macht es kurz Halt. Im Shoppingcenter kauf ich dann mein neues T-Shirt ein mit Label, Tüte, toller Preis. Das find ich fein! Refrain: Ding Dong, ...

Egal ob gelb, ob blau, ob rot, ob grün oder weiß gefärbt wird dann der Stoff im schönen Frankreich. Weiter geht's nach Bangladesch, wo junge Mädchen steh'n: vierundzwanzig Stunden, sieben Tage Nähmaschinen dreh'n.

Refrain: Ding Dong, ...

In Tansania fängt die Reise wirklich richtig an. Baumwolle wird hier gepflückt und weiter geht es dann. Zu Faden gesponnen in der schönen Türkei, gewoben dann zu Stoff in Taiwan eins, zwei, drei. Refrain: Ding Dong, große Reise, ...

In Bezug auf die genannten Fragestellungen war unser Eindruck als Kursleitung, dass die Jugendlichen sehr differenziert argumentierten und trotz vorhandener Schnittmengen eine deutliche Vielfalt an Meinungen und individuellen Haltungen vertraten. Offensichtlich war, dass *Globalisierung* für sie ein wichtiges Thema in ihrer Lebensgestaltung darstellt und es, bei aller Kritik vor allem positiv besetzt ist. Insgesamt zeigte sich ein reges Interesse an gesellschaftspolitischen Themen.

Da den Essais eine bedeutende Rolle für den thematischen Zugang und die ästhetische Umsetzung auf der Bühne zukam, sollen folgende Zitate der Teilnehmenden einen vertiefenden Eindruck vermitteln.

Schüler-Essais

Grundsätzliches und positive Aspekte zur Globalisierung:

„Unsere Welt ist groß geworden, alles geht uns etwas an und alles können wir haben.“ „Wenn ich das Wort Globalisierung höre, denke ich zunächst an etwas Positives!“ „Für mich persönlich hat sie viele positive Aspekte, z. B. kann ich mir Serien oder Filme in anderen Sprachen anschauen (...).“ „Das Leben in einer globalisierten Welt (...) ist wohl wie jedes Leben voller positiver und negativer Aspekte.“ „Wenn die Rede von Globalisierung ist, denke ich als erstes daran, dass die verschiedenen Länder der Welt näher zusammenrücken.“ In dem Wort Globalisierung steckt das Wort „Globus“; es bedeutet, dass im Grunde, dass die ganze Welt irgendwie miteinander verbunden ist. „Graustufen – ich empfinde die Globalisierung weder als schwarz noch als weiß.“ „Für mich bedeutet das die Vernetzung der Welt, sowohl wirtschaftlich als auch zwischenmenschlich.“ „So habe ich in meinem Zimmer bestimmt Dinge aus 100 verschiedenen Ländern, von denen ich nicht mal weiß, wo sie exakt hergestellt, verpackt und geprüft wurden.“ „Wenn ich das Wort „Globalisierung“ höre, fällt mir auf, dass mir kaum etwas einfällt, das nichts damit zu tun hat.“ „Bevor wir die Aufgabe erhalten haben, einen Essai zum Thema *Leben in einer globalisierten Welt* zu schreiben, habe ich mich noch nie mit diesem Thema auseinandergesetzt und wusste nicht konkret, was das Wort „Globalisierung“ eigentlich bedeuten soll. Also fing ich an, im Internet zu recherchieren. Seit diesem Moment, lautet mein erster Gedanke zu dem Wort *Globalisierung*: die Kommunikation und Verflechtung der Welt in verschiedensten Bereichen.“

Kritische Aspekte

„Das billige T-Shirt, das man kauft, ist billig durch die Massenaarbeit und den billigen Transport. Der große Transportmarkt trägt wiederum zur Umweltverschmutzung bei. Genauso meine Ananas.“

„Doch am schwersten wiegt meine Angst vor der Globalisierung im Bereich der Politik. In jedem internationalen Konflikt geht es um die höchstmögliche Einflussnahme der betroffenen Länder.“

„Genauso seltsam ist es, dass man, wenn man in Urlaub fährt, alles dafür tut, um das Eigenheim möglichst bewohnt aussehen zu lassen (automatische Rollläden, der Nachbar leert den Briefkasten...), auf der anderen Seite aber Urlaubsbilder für die ganze Welt postet, mit dem Hinweis, wo man sich gerade für wie lange aufhält.“

„Oder man will die Umwelt retten und macht bei der Earth-Hour für eine Stunde den Strom aus, verbraucht aber durch seine Standby-Funktionen an den Geräten, doppelt so viel Strom im Jahr.“

„Die Globalisierung kann zu kulturellen 'Spannungen' führen, durch die Differenz dieser verschiedenen Kulturen. Es könnten sich auch Konkurrenzkämpfe bilden, die bis zu Kriegen führen könnten.“

„Die armen Länder wie Bangladesch stellen die Ware her, haben also die härteste Arbeit, bekommen aber am wenigsten Geld.“

„Die Welt verliert durch die Globalisierung meiner Meinung nach an ihrer Individualität (...), viele Lebensgemeinschaften geben ihre Kulturen auf und streben die westliche Lebensweise an.“

Mein Platz in der Welt

„Es ist nicht leicht, einen Platz in der Welt zu finden, wenn man einen Charakter hat, der nicht dem allgemeinen Schema entspricht. Doch die Gesellschaft ist toleranter geworden (...).“

„Allerdings hat man auch über das Internet schnell und einfach die Möglichkeit, Gleichgesinnte zu finden und sich zu einem Thema auszutauschen. (...) Man fühlt sich dadurch mit seinen Problemen nicht *allein auf der Welt*.“

„Den Platz in der Welt zu finden, schätze ich als eine schwierige Aufgabe ein. In unserer globalisierten Welt kommt es neuerdings sehr viel auf das Image an. Charaktereigenschaften werden weniger geschätzt.“

„Verbunden mit der ganzen Welt ist auch der Versuch, einen Platz in ihr zu finden, was ich als Aufgabe sehr schwierig finde.“

„Mir fällt es insgesamt nicht schwer einen Platz zu finden und mich gut einzubringen in dieser Welt, (...). Durch Reisen in andere Länder habe ich Kontakt zu anderen Nationen bekommen und neue Freunde gefunden. (...) Ich könnte mir vorstellen, nach der Schule im Ausland zu studieren oder zu arbeiten. Es gibt immer eine gute und eine schlechte Seite und mir ist klar, dass ich auf der guten Seite der globalisierten Welt geboren bin.“

„Doch im Grunde sind wir auf der ganzen Welt nur Menschen, die gemeinsam ihre Kultur leben und neue, große Sachen erfinden und bewältigen können, doch man sollte immer daran denken, ob das, was man selber macht richtig und sinnvoll ist, unabhängig von der Mehrheit der anderen.“

„Erstens bin ich mit dem mir vertrauten Platz, den ich in dieser Welt habe, sehr zufrieden und möchte eigentlich mit niemandem tauschen. Sicher fällt es mir auch daher leicht, weil ich ja nur das globalisierte Deutschland kenne, doch ich kann verstehen, wenn es für ältere Leute, die schon mindestens einen Krieg durchmachen mussten, nicht immer so leicht ist, sich in dieser *neuen Welt* zurechtzufinden.“

„Es liegt bei uns, wie wir das Spiel 'Leben in einer Globalisierten Welt' spielen. (...) Vieles liegt nicht mal in unserer Hand. (...) Aufhalten oder ungeschehen machen kann die Globalisierung sowieso keiner von uns. Korrekt zu handeln kann grade in einer so großen Welt, wo man sich oft nicht einzuordnen weiß, schwer sein. Aber wenn wir eins aus der Globalisierung lernen können, dann, dass wir zusammen stark sind.“

„Ich habe mir früher viele Gedanken darüber gemacht, wo mein Platz in der Welt ist, wie wichtig ich als einzelner Mensch bin in der großen weiten Welt. Ich sehe mich als Einen von Vielen, die aber alle einzeln diese Welt ausmachen und gestalten. Damit kann ich gut umgehen – mir gefällt diese Antwort!“

Kursablauf

Phase I - Einstieg, Teambuilding und Themenvorstellung (Tag 1-3)

Die Teilnehmer wurden am ersten Tag gebeten, ihre Kurserwartungen aufzuschreiben:

„Viele Erfahrungen“, „Viel Spaß“, „Neue Fähigkeiten sammeln“, „Tanz und Theater noch mal anders erleben“, „Kreativität“, „Ausdrucksstärke entwickeln“, „Gedanken, wie man das mit Tanz und Theater verbinden könnte“, „Gruppendynamik“, „Verbindungen“, „Zusammenarbeit“, „Entwicklung mit der Zeit“, „Interessante Themen“, „Wissen“, „Neue Perspektiven kennen lernen“, „Das Ganze tiefgründig und anders bearbeiten“. etc.

Vor Beginn des Kurses hatte die Gruppe sich bereits durch die Schüleraufgabe mit dem Kursthema vertraut gemacht, sich in Kleingruppen ausgetauscht und eine Kurzperformance vorbereitet. Am ersten Kursnachmittag präsentierten die Kleingruppen ihre Ergebnisse, die ihre in den Essays bereits formulierten Haltungen szenisch widerspiegeln (s.o.).

Brainstorming zum Thema Globalisierung

Während des ersten Kurstages bekamen die Teilnehmenden zum gemeinsamen Einstieg die Aufgabe eines Brainstormings zum Thema Globalisierung. Auf einem auf dem Boden flächig ausgearbeiteten großen Papierbogen, wurden Wörter und Zeichnungen assoziativ und bildhaft dargestellt. Diese Aktivität sollte weitere Impulse für eine vertiefende Diskussion anregen und auch dem Ideenprozess für zukünftige Gestaltung dienen. Das Bild des Netzwerkes oder die Vorstellung des „Alles ist mit allem anderen verbunden“ und auch Begriffe wie „Reise“, „Austausch unter Menschen, Waren und Kulturen“ bekamen während des weiteren Kursverlaufs konkrete choreografische Ausdrucksformen zugeordnet, an denen sukzessiv weitergearbeitet wurde.

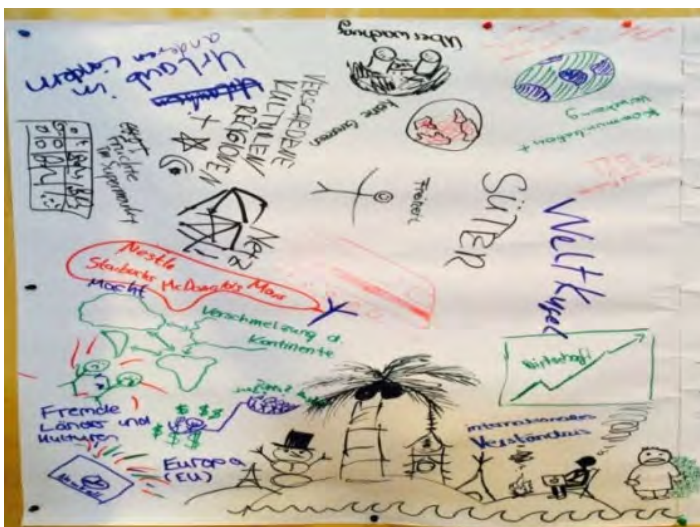


Abb. 1: „Alles ist verbunden“

Entwicklung der Gruppendynamik

Konstruktives Feedback und Forschungsaspekte des Kurses

Für selbstständiges Lernen und kooperative Gruppenarbeit ist eine unterstützende, respektvolle Atmosphäre wichtig. Im Vordergrund des ersten Kurstages stand deshalb, eine wertschätzende und konstruktive Kommunikation zu etablieren. Im Anschluss der Präsentation der Kurz-Performances, welche die Schülerinnen und Schüler als Hausaufgaben vorbereitet hatten, wurden „Formale Sprach-Verabredungen im Feedback“ (s. Kp. Didaktik und Methodik) gemeinsam eingeführt: *Wie können wir unsere Meinung konstruktiv ausdrücken, ohne vorschnelle Wertungen und unreflektierte Vorurteile einfließen zu lassen?*

Die Beschäftigung mit der eigenen Haltung, Selbstevaluation und Beobachtungsstrategie verdeutlichte auch den kreativen Forschungs-Charakter des Kurskonzeptes.

Aufgabenstellung: Beobachte die Vorführungen mit offener Haltung. Berichte über deine Beobachtungen. Trenne „objektiv-deskriptive Beschreibungen des Geschehens“ (z. B.: Ich sah eine Person den Raum diagonal durchqueren...) von „subjektiven Wahrnehmungen“ (z. B.: Ich empfand den Raum geöffnet als die Person den Raum durchquerte...) durch klare Sprachverwendung. Vermeide verallgemeinernde Bewertungen im Sinne von „gut oder schlecht“. Nimm bei der Beobachtung der Vorführungen der anderen Duos und Trios u.a folgende Perspektiven oder Blickpunkte ein:

- Blickpunkt 1:** Räumliche Komposition, z. B. Ausrichtung der Darsteller, Abstand zwischen den einzelnen Darstellern, Gruppen-Konstellation im Raum
- Blickpunkt 2:** Körper, Geste, Bewegung
- Blickpunkt 3:** Stimme, Sprache, thematische Motive
- Blickpunkt 4:** Was berührt den Zuschauer?
- Blickpunkt 5:** Offener Fokus mit der Frage „In welchen Momenten ist meine Aufmerksamkeit groß?“

Kennenlernen, Selbstbestimmung und Akzeptanz

Übung Differences and Commonalities (2.Tag) [18]

„Die Gruppe steht in einem Kreis. Eine Person sagt einen Satz als Mitteilung über sich selbst. Diejenigen in der Gruppe, die sich mit der Selbstbeschreibung des Sprechers persönlich verbunden fühlen, bleiben stehen. Diejenigen, die denken, dass der Satz nicht auf sie selber zutrifft, schreiten drei Schritte von ihrer vorherigen Position zurück und bilden einen äußeren Kreis. Für ein paar Sekunden der Stille nimmt die Gruppe das Ergebnis wahr. Sobald diejenigen, die den äußeren Kreis bilden, wieder in ihre ursprüngliche Position zurückkommen, geht das Spiel mit einem neuen Sprecher weiter. In der ersten Runde soll ein Satz über ein äußerlich sichtbares Merkmal von sich selbst genannt werden, zum Beispiel: ‚Ich habe blaue Augen‘. In der zweiten Runde geht es um etwas, was nicht sichtbar, aber wahr ist. ‚Ich habe eine Zwillingsschwester‘. In der dritten und letzten Runde verrät man etwas, was man denkt, eine Meinung oder Überzeugung: ‚Ich denke, dass zur Musikerziehung in der Schule Hip-Hop-Songs gehören sollten‘, ‚Ich denke, Facebook lenkt die Menschen zu sehr von den wirklich wichtigen Sachen im Leben ab‘. Zwischendiskussionen werden in diesem Stadium vermieden. Die Schülerinnen und Schüler bilden sich ein eigenes Urteil, interpretieren das Gehörte und entscheiden, wie sie sich dazu verhalten.“

Auswertung

Diese Aktivität diente einer intensiveren Erforschung der eigenen Biografien. Die Teilnehmer sollten zur Selbstreflexion über die eigene Identität inspiriert werden, mit dem Ziel der Vertiefung einer Kultur der Akzeptanz. Während dieses spielerischen Austausches machten sich die Teilnehmer ein Bild voneinander, welches über das äußerlich Sichtbare hinausging. Die Entdeckung von *Gemeinsamkeiten und Unterschieden* erlaubte innerhalb der Gruppe Akzeptanz, Erkenntnisse, Vermutungen oder auch Momente der emotionalen Klärung und Fremdheit.

Tanz- und Bewegungsvermittlung



Der Schwerpunkt der Tanz- und Bewegungsarbeit lag in der eigenständigen Gestaltung von Choreografie-Sequenzen. Bereits am ersten Tag wurden die Teilnehmenden mit Möglichkeiten der Variation der unbewegten Körperperform vertraut gemacht, auf die sie später als Fundus für die Kreation der eigenen Solo-Choreografie zurückgreifen konnten. Der Einstieg in die Körperarbeit wurde während der ersten Tage stets spielerisch

eingeleitet, um niedrigschwellig ein Interesse an individueller Bewegungsgestaltung zu fördern. Davon ausgehend intensivierten sich die Bewegungsabläufe bei sich steigernden Schwierigkeitsgraden und konsekutiv aufeinander aufbauenden Lernschritten. Dies half den Jugendlichen auch ihre Selbstwahrnehmung zu verfeinern und weitere Techniken einzuüben und auszuprobieren:

Körper-Wahrnehmung, Raumgefühl, geometrische Beziehungen zu den Anderen im Raum, variierende Arten der Bewegung, aufeinander aufbauende Abfolgen, Sequenzen und Steigerungen, etc. Durch diese Körper-Raum-Erfahrungen mit sich und in verschiedenen Gruppenkonstellationen sollten die Teilnehmenden ihr Bewusstsein für ihre Bewegungen und für die Präsenz ihres bewegten Körpers im Raum weiterentwickeln.



Beispiel Bewegungsspiel: „4 X 4 minus ein Taktschlag“

Übung zum Eisbrechen, Gruppengefühl, Rhythmus, Selbstsicherheit (für den ersten Tag und die weiteren Tage mit Variation dieser Übung)

>Viermal vier Taktschläge, d.h. vier 4/4-Takte klatschen. In den folgenden Runden weiter mit vier Takten à vier Schlägen.

>Zweite Runde: Klatschen auf 1, 2, 3, -. Der vierte Schlag ist in allen vier Takten stumm.

>Dritte Runde: Klatschen auf 1, 2, -, 4. Der dritte Schlag ist in allen vier Takten stumm. So geht es weiter bis Klatschen auf -, 2, 3, 4.

>Kombination für den folgenden Durchlauf: 123-, 12-4, 1-34, -234.

An folgenden Tagen können andere Ersatzhandlungen für den Stumm-Schlag eingesetzt werden, z. B. kann auf den leeren (stummen) Schlag hin jeder Teilnehmer eine Flamingo-Pose einnehmen; oder es kann anstelle des leeren Schlages ein lautes „HA!“ gerufen bzw. ein großer Schritt zur Kreismitte hin gemacht werden, etc. (vgl. CARLEY 2010).

Beispiel Simultanbewegungsabfolge

Simultanbewegungsabfolgen unterstützen Jugendliche, sich ungehinderter auf die Bewegungsarbeit mit dem eigenen Körper konzentrieren zu können, da diese sich innerhalb einer gleichzeitig agierenden Gruppe in einem quasi beobachtungsfreien Raum vollziehen. Eine Bewegungsabfolge, für die wir die Bezeichnung *Käfer-Sequenz* [19] verwendeten, wurde am ersten sowie an den darauffolgenden Tagen zusammen mit der 4/4-Takt-Musik als Teil des Aufwärmtrainings eingesetzt und stieß im Fortlauf auf große Begeisterung in der Gruppe.

Beispiel Käfer-Sequenz (JODES 2015): Bewegungsabfolge zur Vertiefung der Atmung, Aktivierung des Körperzentrums und Wahrnehmung der Verbindung von Körperperipherie und -zentrum. [19]

Teilnehmer liegen in Käferposition mit dem Rücken auf dem Boden, Arme und Beine locker nach oben ausgestreckt, Schulterblätter und Hüfte bleiben entspannt mit dem Boden in Kontakt. Mit dem vierten Taktschlag rollt man sich dann langsam zur rechten Seite hin, bis der Körper ganz auf der Seite liegt. Auf die nächsten vier Taktschläge streckt man sich daraufhin lang aus, bis der Körper der Länge nach auf einer Körperseite balanciert. Während der nächsten vier Taktschläge rollt man sich wie ein „Baby“ zu einem kleinen kompakten Ball zusammen, wobei die Wirbelsäule rund wird. Mit den nächsten vier Takten Rückkehr in seitliche Balancehaltung. Mit folgendem Vierertakt Drehung in Bauchlage, ohne dabei den Boden mit Händen und Füßen zu berühren („Fliegen“). Daraufhin Drehung weiter in die Seiten-Balance, ohne Bodenkontakt mit Händen und Füßen. Mit den folgenden vier Takten Rückkehr in Baby-Position und vier Takte später in Ausgangsform (Käferposition).

Einstieg in die Improvisation (1. Tag)

“Improvisation is more than an arcane artistic practice. It is a way of being in the world. And whether that world exists within the cultural frame of a proscenium stage, between the intricately entangled bodies of a Contact jam, or in the way you eat your breakfast, improvisation can take you as deep as you are willing and able to go. Its roots, in my opinion, are in the fundamental relationship between intention and action, between what we want to happen and what is actually happening.” [4, S.10]
KENT DE SPAIN

Die Akteure suchen sich einen Platz im Raum. Die Kursleitung zählt wiederholt die Zahlen von *Fünf* bis *Eins* herunter; währenddessen wechselt jeder Teilnehmer zu einem anderen Ort im Raum (Platz-Wechsel). Dies wiederholt sich einige Male. In den darauffolgenden Runden erstarrt mit jedem Stopp (wenn der Zähler bei *Null* ankommt) jeder Teilnehmer zu einer spontan eingenommenen Körperform. Dies wiederholt sich einige Male, wobei die Teilnehmer in ihren Erstarrungspausen immer neue Formen einnehmen. Während der nun folgenden Runden wird die Übung variiert, z. B. Rückwärts-Rennen, auf einem Bein hüpfen, den Boden berühren, eine Rolle auf dem Boden machen, kontinuierlich über den Boden rollen, springen: bei Aufrechterhaltung des Augenkontakts mit einem anderen Partner. Zum Schluss eines jeden Durchgangs soll die Bewegung in einem "Freeze" ihr Ende finden.

Die Bewegungsspiele während der ersten Kurstage waren ebenfalls mit verschiedenen – und nicht selten mehreren – Zielen verbunden, z. B. zur Entwicklung der Aufmerksamkeit, der Muskel-Tonus-Steigerung, des Raumgefühls, des Kennenlernens, des Gruppengefühls, der Erfahrung des körperlichen Kontaktes mit Anderen, etc. Auch wurden Bewegungselemente in Verbindung mit der Arbeit an der Stimme eingesetzt, und dies nicht nur, um die Stimme aufzuwecken und innere Anspannungen aufzulösen, sondern auch, um die Dynamik der Bewegung klarer sichtbar zu machen und um den Rhythmus des Atmens bewusst werden zu lassen. [20]

Fünf stille Formen – von Exploration zur Choreografie-Gestaltung

Einführung der fünf „Stillen Formen“ (KENNEDY 2010):

gerade wie eine Nadel / flach wie eine Wand / kugelförmig wie ein Ball / spiralförmig verdreht wie eine Schraube / in dreidimensionaler Weise eckig wie ein Tetraeder oder eine Pyramide

Hier geht es um die Variabilität der Körperform und ihre Ausdehnung im Raum durch Veränderung. Alle unbewegten Formen können auf verschiedene Körperregionen angewandt werden. Wichtig ist, dass jede Form als Typ angesehen wird – mit vielfältigen Ausgestaltungsmöglichkeiten. Auch die Kombination von mehr als einer Form eröffnet ungeahnte Möglichkeiten, so z. B. die Anwendung der Nadel-Form auf den Oberkörper bei gleichzeitiger Übertragung der Schraubenform auf den Unterkörper. [10]

>Solo-Bewegungssequenz-Gestaltung: Nach der Arbeit im Duo nimmt jede/r sich für sich selbst Zeit, um eine Anzahl von etwa 6 bis 8 Körper-Figuren zu kreieren, die aus den oben genannten fünf unbewegten Formen zusammengesetzt sind; daraufhin werden alle diese Figuren zu einer bewegten Abfolge verbunden: Durch den Übergang von einer Form, von der man sich löst, in eine neue Form entsteht eine tänzerische Bewegung. Besonders hilfreich war hierbei der zweite Schritt, in dem die Teilnehmenden in Paar-Konstellationen die fünf Formen gemeinsam durchprobierten.

Durch den Rollenwechsel (Bewegung/Beobachtung) übten die Teilnehmer sich in verantwortlicher Weise gegenseitig zu unterstützen, indem der sich bewegende Partner vom Beobachter eine klare und neutrale Rückmeldung erhielt, welche Formen identifiziert werden konnten. Des Weiteren wurde in jeder Paarkonstellation die Rollenverteilung zwischen Solotänzer und kommentierendem Beobachter umgekehrt. Am folgenden Tag fanden sich dann jeweils zwei Paare zu einem Quartett zur Einübung der Unisono-Simultanbewegung zu-

sammen. Diese Zusammenarbeit in den Simultanbewegungsgruppen gab den Teilnehmern eine Chance, sich miteinander auszutauschen und während der Zusammenarbeit als Team zusammenzufinden. *Alle diese so entstandenen Quartette wurden auch in die Abschlusspräsentation miteinbezogen.*

In der weiteren choreografischen Arbeit ging es um vier Begriffe für die Art der Körperbewegung: *Schreiten, Rollen, Gleiten, Springen*. Zuerst wurden die Teilnehmer angeleitet, eine kurze Bewegungssequenz einzuüben, die alle vier Arten der Körperbewegung enthielt. Daraufhin wurde das Verständnis für die Unterschiede zwischen diesen vier verschiedenen Körperbewegungsarten vertieft; Schreiten, Rollen, Gleiten und Springen beschreiben vier verschiedene Arten der Veränderung der Gewichtsverlagerung. Durch den Raum sich zu bewegen heißt, dass die Verlagerung des Gewichts eine permanente Veränderung erfährt. Ein Schritt erfolgt, indem das Körpergewicht von einem Körperteil auf ein anderes verlagert wird, z. B. beim Gehen oder beim Krabbeln; eine Rollbewegung erfolgt, indem der das Gewicht tragende Körperteil allmählich wechselt, ohne dabei den Kontakt zum Boden zu verlieren; eine Gleitbewegung erfolgt, indem der gewichtstragende Körperteil derselbe bleibt; eine Springbewegung erfolgt, indem die Gewichtsverlagerung beim Schreiten durch Loslösung vom Boden mit anschließender Landung auf demselben geschieht. Die Teilnehmer experimentierten selbstständig mit allen vier Bewegungsarten. Als Vorbereitung waren bemalte und beschriftete Karten auf dem Boden ausgebreitet worden, die von der Gruppe zu dem Motiv „Reisen“ angefertigt worden waren. Von diesen wurde eine Karte genommen und eine Solo-Bewegungsabfolge nach dem entsprechenden Kartenvorbild kreierte, wobei alle vier Körperbewegungsarten Verwendung fanden.

In der Abschluss-Performance wurden diese Solosequenzen in eine szenisch strukturierte Tanz-Improvisation integriert, in der unterschiedliche Darsteller in unterschiedlichen Bewegungsweisen gleichzeitig zu sehen waren und dabei zugleich Stellungnahmen abgaben über ihre Erfahrungen, in einer komplexen Welt zu leben.

PHASE II - Performance-Arbeit mit Fokus auf Wahrnehmung, Stimme, Präsenz und eigene szenische Gestaltung (Tag 3-6)

Die Mini-Performance-Aufführungen des ersten Tages brachten auch zum Vorschein, dass der überwiegende Teil der Gruppe sich eher im Sprech-Theater zuhause fühlte als in der Performance-Arbeit, in der der eigene Körper als primäres Ausdrucksmedium für die Bühnenwirkung eingesetzt wird.

Im Verlauf des Kurses gelangte der Körper mehr in den Vordergrund des Performance-Trainings, wobei die Teilnehmenden ermutigt wurden, sich auf ihre persönliche Körpererfahrung einzulassen und dabei die Bewegung des eigenen Körpers gemäß seiner Beschaffenheit zuzulassen, selbst wenn dies bedeuten konnte, das Gefühl der Sicherheit des Wohlbekannten hinter sich lassen zu müssen. Das Konzept von „Running on Salted Coffee“ beinhaltet, dass die eigenen Erlebnisse, Meinungen und Lebenswirklichkeiten der Jugendlichen zum szenischen Material der Inszenierung werden. Die folgenden Aktivitäten zielten darauf, einen Zugang zum Thema zu finden und konkrete persönliche Erfahrungen in eine Bühnensituation zu übertragen.

Improvisation and Performance Training

“The performer starts to be able to surrender to the audience and to appreciate being watched. Their being becomes larger and stronger. They can make friends with the audience, which is profound. It is quite surprising how many performers do not really like the audience and are afraid of them, that they must protect themselves from the people they perform for.” MARY OVERLIE [13]

Mode of being on stage – “TO BE MOVED”

Zwei Schülerinnen stellten ein Musikvideo mit einem Popsong vor als Inspiration für choreografische Bewegungsideen. Dieses Musikvideo war ein großer Hit auf Youtube. Eine Teenager-Tänzerin zeigt darin eine sehr intensive Verbindung von Tanztechnik und dramatischem Ausdruck. Das gemeinsame Anschauen dieses Tanz-Videos führte die Gruppe in eine Diskussion über die Frage: „Ist sie wirklich verrückt?“ Auf der Bühne muss jeder Darsteller sich dem Blick der anderen stellen: Bis zu welchem Punkt kann ich mich auf der Bühne „gehen lassen“, ohne aber dabei zu „privat“ zu werden? (s.a. Kapitel Didaktik und Methodik). Die folgenden beiden Übungen sollten den Teilnehmenden Erfahrungen ermöglichen, Vertrauen in ihre eigene Bewegung zu finden.

Impuls-Pingpong (2.Tag) Diese Tätigkeit besteht im spontanen Austausch von *actio et reactio* im Zuge einer Abfolge von Bewegung und Stimmeinsatz. Zuerst wird den Schülerinnen und Schülern eine Reihe von Beispielen vorgeführt, so dass alle in der Gruppe mit der beabsichtigten Tätigkeit durch Nachahmung erste Erfahrungen sammeln. Daraufhin formiert sich die Gruppe in Kreisform. Die Teilnehmenden beginnen, Bewegungsimpulse einander zuzuspielen und voneinander aufzunehmen – ähnlich wie in dem *Sip-Sap-Pow Spiel*, wobei Bewegungs- und Stimmeinsatz in spontaner Weise als körperliche Reaktion erfolgen sollen. Danach bewegen sich alle im Raum mit ständigen Positionswechseln. Später können auch mehrere Impulse in simultaner Weise zugleich von einem Teilnehmer zum anderen übergehen. Während dieses Prozesses wird der Einsatz der Stimme wie körperliches Bewegungsmaterial behandelt, das aus einem körperlichen Impuls seinen Ausgangspunkt nimmt.

Mode of being on stage – “TO BE”

Während des Kurses wurden die Teilnehmer dazu angeleitet, Erfahrungen zu sammeln mit unterschiedlichen Arten des Auf-der-Bühne-Seins, in denen die Aufgabe weder in der Darstellung einer theatralen Rolle noch im Vortragen eines situationsbezogenen Dialogtextes bestand. In der Übung “One-Minute-Performance” wurden die Teilnehmer am dritten Tag mit der Aufgabe konfrontiert, auf der Bühne eine Minute lang präsent zu sein. Zuvor wurde erläutert, dass es zwei grundsätzlich verschiedene Dinge sind, auf der Bühne wirklich präsent zu sein oder nur beliebig die Bühne zu betreten:

Es ist der Wechsel von privatem Status zum Spieler-Status als Voraussetzung für die Entwicklung einer noch zu gestaltenden Figur.

In der Improvisation entsteht letztere auf der Bühne erst aus der Notwendigkeit des Moments. Die Schülerinnen und Schüler sollten die Erfahrung machen, dass sie nichts vorzubereiten brauchen und darauf vertrauen, dass sie notwendige Spielimpulse durch den Kontakt mit sich auf der Bühne wahrnehmen und dann in eine *Form* umsetzen können. Zur Unterstützung erhielten sie den Auftrag scheinbar „nichts“ tun zu müssen, damit sie sich von dem „Zwang“, „etwas Kreatives“ darzustellen, leichter lösen konnten und nicht in Aktionismus verfielen. Dabei machten sie die interessante Erfahrung, dass Momente des wirklichen Kontakts mit nur wenig Aktion auf der Bühne ein Publikum in Bann halten können.

Nach Ende der Übung tauschten sie sich in der Gruppe u.a. über die Frage aus: „Wie bin ich mit der Aufgabe umgegangen - was half bei Lampenfieber?“ Im Austausch ihrer Erfahrungen, Erkenntnisse und Strategien konnten sie wahrnehmen, dass sie nicht alleine mit Problemen zu kämpfen hatten, was sie sichtlich entspannte. Der offene Umgang unterstützte die Jugendlichen, sich auf das noch ungewohnte Feld der Bühnenarbeit einzulassen.

Die Vertiefung der Präsenz-Arbeit geschah an den folgenden Tagen mit Schwerpunkt auf der Variation des Augen-Fokus – peripheres Blickfeld, weiter und offener Blick für den Bühnenraum und die anderen Darsteller darin, die Zuschauer als Landschaft sehen oder als Silhouette, etc. – und Körper-Wahrnehmung auf der Bühne.

Szenisches Projekt

Am 4.Tag wurden die Teilnehmer in Vierergruppen aufgeteilt. Jede Gruppe wurde aufgefordert, sich auf ein Einzelthema unter dem übergreifenden Thema der 'Globalisierung' zu einigen und in selbstständiger Weise hierzu eine Szene auszugestalten. Die von den Vierergruppen für die szenische Arbeit gewählten Themen waren die folgenden:

1. Wirtschaftliche Ungerechtigkeit im Austausch zwischen armer und industrialisierter Welt;
2. Ausbeutung der Niedriglohnarbeiter in Bangladesch;
3. Selbsthilfe-Gruppe: Selbstreflexion der Wohlstandsprobleme in den industrialisierten Ländern.

PHASE III- Fertigstellung der Szenen und choreografische Umsetzung der Motive

Inhaltlich und konzeptionell rückte der biografische Ansatz im Kurs in seinem Produktionsverfahren die Lebenserfahrung der Teilnehmenden in den Mittelpunkt. Damit wurde ein persönlicher Zugang zum Zeitgenössischen Tanz und Theater ermöglicht, deren hervorstechendes Merkmal das Spiel mit der eigenen oder fremden Biografie darstellt. Dabei ging es nicht um die Beförderung moralischer Botschaften, oder die Findung definitiver Wahrheiten innerhalb einer linearen Erzählstruktur, die einer Hauptfigur folgt. Vielmehr präsentieren sich insbesondere im Zeitgenössischen Theater gebrochene oder parallele Erzählstrukturen mit bewusst subjektiven oder offenen Interpretationen.

Die Darstellung individueller Erfahrungen der Akteure verfolgt das Ziel, das Publikum zu konfrontieren und fordert eine Auseinandersetzung und Unterscheidung zwischen persönlichen, sozialen, politischen Inhalten. Somit wird potenziell ein Diskurs als Teil einer Rezeption darüber möglich, ob das Gezeigte nicht nur inhaltlich, sondern auch künstlerisch-ästhetisch für die Zuschauer interessant war [8].

Audio-Aufnahme

Die weitere Erforschung des Themas erfolgte durch eine Audio-Aufnahme am siebten Tag. Die Teilnehmer wählten aus ihren Essays für sie selbst bedeutsame Sätze bzw. Passagen. Den eigenen Text vor sich liegend, lasen sie in der Gruppe in koordinierter Weise ihren Text so, dass die Stimme eines Sprechers immer wieder in die eines anderen übergeht, als ob ein Radio- oder Fernsehgerät ständig von einem Kanal auf einen anderen umgeschaltet werden würde. Dabei sollte jeder Teilnehmer in spielerischer Weise Achtsamkeit in Hinblick auf den Rhythmus des Ganzen entwickeln. Die aus diesem Verfahren resultierenden Audio-Aufnahmen wurden als Klanglandschaft in die Abschlusspräsentation integriert.

Szenenentwicklung

Szenische Struktur	Thema:	Technik:	Musik/
1. Audio Zitate Schüler	Globalisierung		Audio Aufnahme
2. Szene I: Shopping und seine Schattenseiten	Wirtschaftliche Ungerechtigkeit	Naturalistische Einzelszene in paralleler Kombination mit abstrakter Darstellung von Fabrikarbeit (Vierer Gruppe) Übergang: Massenszene	Steve Reich
3. Szene II:	Ausbeutung Niedriglohnländer	Nonverbale Körpertheater Szene. Übergang: Massenszene Armut zu Mobiltelefon-Straßenszene	Jun Miyake
4. Szene III: Selbsthilfe-Gruppe Wohlstandsbürger:	Selbstreflexion der Wohlstandsprobleme	Nonverbale Bewegungs-/Tanzszene Übergang Audio Zitate Schüler	Audio Aufnahme Steve Reich
5. Szene IV: Performance	Improvisierte Nutzung Bewegungselemente	Quartett Unisono-Simultanbewegung	Musik Wahlkurs „Musikimprovisation“
6. Rap Globalisierung	Selbstentwickelter Song	Rap mit chorischem Refrain	

Tab. 2: - Abfolge Werkschau

Nachdem die thematische Grundlage für die Szenen durch das selbstständige Projekt am 4. Tag hergestellt war, folgte in den folgenden Tagen eine Mischung aus einerseits Erfahrungsräumen im Sinne von „Performer-Training“ mit entsprechenden Übungen und andererseits eine kontinuierliche Arbeit an der Entwicklung der Ergebnisse des Schülerprojekts für die Bühne. Didaktisch zielte die Arbeit auf stringente „Treue“ gegenüber dem entwickelten Schülermaterial. Zunächst ging es um Klärung der Intention und des Inhalts der Szenenentwürfe. Im nächsten Schritt setzten sich Akteure und Gruppe über Aspekte der Raumnutzung (Öffnung der Aktion) und der Notwendigkeit Handlung klar und effektiv darzustellen auseinander. Auch das Verhältnis naturalistischer und abstrakter Darstellung wurde betrachtet. Die Kursleitung unterstützte einen Prozess, bei dem die Spielenden möglichst selbst bzw. mit Unterstützung der Restgruppe zu Lösungen kommen sollten. Gleichzeitig „fütterten“ wir technisch als auch methodisch bei größtmöglicher didaktischer Zurückhaltung die szenische Arbeit, sofern es uns notwendig erschien.

Im Ergebnis entstanden drei Szenen aus dem Schülerprojekt mit konkretem Thema, eine Tanzimprovisation mit Sprachanteilen, die Elemente aus vorherigen Übungen aufgriff und die Überlegung, den Rap-Song als Zugabe zu verwenden. Teile der Abschlussperformance konnten wir am sechsten Tag im Rahmen der internen Werkstatt vorstellen und ausprobieren. Die Zufriedenheit aller Beteiligten über das Resultat wirkte als große Motivation und Erleichterung für die letzten zwei Tage vor dem Gästenachmittag und erlaubte eine konstruktive und intensive Verfeinerung des bisherigen Materials sowie die Vorbereitung auf die vierte Szene als improvisierte Performance-Szene, welche eine große Sicherheit und vorhandenes Selbstvertrauen in sich und die Gruppe voraussetzte.

Die Werkschau verlief zur großen Zufriedenheit und Freude aller Beteiligten. Die Schülerinnen und Schüler spielten zweimal je 20 Minuten mit Mut und Ausdrucksfreude und ermöglichten so im Anschluss einen lebhaften und interessanten Austausch mit dem Publikum.

Die Werkschau - Einblicke



Schlussbemerkungen

„Ich sehe mich als Einen von Vielen, die aber alle einzeln diese Welt ausmachen und gestalten. Damit kann ich gut umgehen – mir gefällt diese Antwort!“ (Tobias R.)

Uns hat diese Antwort von unserem jungen Teilnehmer auch sehr gefallen! Er drückt für uns aus, was nicht nur Ziel unseres Kurses sondern vielmehr auch Motto unserer Hessischen Schülerakademien darstellt: Die Förderung individueller Potenziale, Gestaltungswille und Mut! Didaktische Zurückhaltung und die Gestaltung kreativer Räume für Forschung, Experimentierfreude sowie das Vertrauen in die Fähigkeiten der eigenen Gruppe sind dafür zentrale Voraussetzungen. Dazu DROGE 2009:

„Das Taking-over der Schüler ist ein zentrales Anliegen, weil es ein Widerspruch in der Art eines double binds wäre, das kreative Handeln anderer in den eigenen Händen zu kontrollierend festzuklammern (...). Das Taking-over zeigt m. E. die Krönung eines kreativen Prozesses. Es ist dem Stück und den Tänzern anzusehen, ob die Übernahme stattgefunden hat oder nicht.“ [7, S.241]

Insbesondere unsere Erfahrungen der Gruppenarbeit in der Schülerakademie 2014, als wir als Team an mancher Stelle ein zwar gut gemeintes, aber im Resultat für die Gruppenarbeit hinderliches "over protecting" praktizierten zu einem Zeitpunkt, als die Gruppe längst bereit war ihr "taking over" zu machen, hat uns den Prozess klarer gemacht. Als daraus gezogene Lehre starteten wir 2015 früh mit Projektarbeit und hatten am vierten Tag des Kurses aufgrund der selbstständigen Arbeit der Jugendlichen die inhaltliche Basis im direkten Kontakt zur Gruppe gelegt. Nicht nur leichtfüßiger war die Arbeit, sie war entspannter, spaßvoller und von noch größerer Offenheit geprägt. In Ihrem anonymen Feedback schrieben die Schülerinnen zur Frage *Was hat dir an deinem Hauptkurs gut gefallen* u.a.: „sehr kreative Herangehensweise, gegenseitige Inspiration und Wertschätzung, Zusammenhalt“, wichtiges Thema“, „Freiheit“ Herausforderung Theaterstück, Bewegung“ etc.

Das Thema Globalisierung/Globalität erlaubte uns als Kursleitung Einblicke in Sichtweisen heutiger junger Menschen, die wir als kreativ, positiv, ernsthaft, kritisch und humorvoll erlebten mit weit mehr Vielfalt und Interesse an gesellschaftlichen und persönlichen Zusammenhängen, als ihnen häufig unterstellt wird (vgl. Shell Studie 2015).

Selbst wenn diese Erfahrung mit einer besonders engagierten und talentierten Zielgruppe in der vorhandenen Laborsituation sicher nicht repräsentativ ist, sind wir der festen Überzeugung, dass die hier beschriebenen methodisch-didaktischen Zugänge auch für jegliche Zielgruppe in angemessen angepasster Weise zu für alle Beteiligten erfreulichen Ergebnisse führen kann. Wir möchten an dieser Stelle die Sichtweise auf Kulturelle Bildung als „Experimentier-, Gestaltungs- und Wahrnehmungsfeld“ betonen, welche die „ästhetisch kulturelle Dimension des Lernens“ zur Grundlage hat (vgl. LOHMANN) und sich aktuell u.a. in Hessen in dem landesweiten Angebot der *Kulturschulen* sowie in dem seit 2014 bestehenden Masterstudiengang „Kulturelle Bildung an Schulen“ der Philipps-Universität Marburg widerspiegelt [1,14]. Diese Sichtweise führt zu einem Verständnis von Lernen, welches Gestaltung und Kreativität als fächerübergreifende Zugänge erlaubt und ästhetische Methoden nicht als Eigentum künstlerischer Fächer betrachtet. Der theoretische Physiker STEPHEN HAWKING antwortete 2005 auf die Frage des Autoren, Regisseurs und Produzenten HERMANN VASKE *Was ist wichtiger, Kreativität oder Wissenschaft?*: „Für gute Wissenschaft muss man kreativ sein. Sonst benutzt man nur veraltete abgenutzte Formeln. Man erschafft nichts Neues“. [16]

Quellen

Literatur

- [1] Ackermann, Heike.: Evaluation: KulturSchule Hessen BMBF: Berlin. Bonn, 2013
- [2] Clarke, Sophie: Manuel Des Savoir-faire De Facilitation, Tearfund 2004
- [3] Carley, Jacalyn Royston Maldoom– Community Dance, Henschel Verlag, Leipzig 2010
- [4] De Spain, Kent: Landscape of the now, Movement Improvisation, Oxford University Press 2014
- [5] Dokumentation Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe 2014
- [6] Erikson, Erik H., Joan M.: The Life Cycle Completed (Extended Version): w. w. Norton & Company, 1998.
- [7] Gegenwärtigkeit und Fremdheit : Wissenschaft und Künste im Dialog über Bildung Hrsg. v. Kristin Westphal u. Wolf-Andreas Liebert (Hrsg.), Beltz Juventa, 2009
- [8] "Theater und Biografie! http://www.sdl2011.de/downloads/sdl2011_ft_reader.pdf
- [9] Hofmann, C. u. Annett Israel (Hrsg.) Theater spielen mit Kindern u. Jugendlichen, Beltz Juventa, 2008
- [10] Kennedy, Antja „Bewegtes Wissen – Laban/Bartenieff-Bewegungsstudien verstehen und erleben“, Logos Verlag Berlin, 2010
- [11] Kréti, Ferenc: Theaterentwicklung braucht Zeit. Einblicke: Zeitung für Erwachsenenbildung, S. 9-12, 1999
- [12] Kréti, Ferenc: http://www.theaterlabor-artproductions.com/creative_facilitation.html
- [13] Overlie Marie: http://www.sixviewpoints.com/Theory_3.html
- [14] www.uni-marburg.de/fb21/studium/studiengaenge/wb-kubis/aktuelles/artikel_lohmann01.12.14.pdf
- [15] Shell Jugendstudie 2015: www.shell.de/aboutshell/our-commitment/shell-youth-study-2015.html
- [16] Vaske, Hermann: Invasion der Ideen, Film 2005 Arte/ZDF
- [17] Villányi, D. u.a., Globale Jugend und Jugendkulturen, Beltz Juventa 2007

Übungen

- [18] "Differences and Commonalities": Jungyeon Kim wurde mit diesem Spiel während des Jugendprojektes "Dancing to Connect" in Wiesbaden bekannt; Leitung Battery Dance Company USA 2010.
- [19] Käfer-Sequenz: nach Marco Jodes, Mainz, 2015
- [20] Einstieg in die Improvisation: Wiebke Dröge, P & C Zeitgenössischer Tanz Kurs, Frankfurt a. M. 2014
- [21] Übung Name Calling Game: von kollegialen Austausch mit Marialena Marouda, ursprünglich von Workshop mit La Ribot, Frankfurt am Main 2013

Musik

[22] Steve Reich, Kronos Quartet, Pat Metheny, "Different Trains, Electric Counterpoint"

[23] Sublime & Jun Miyake: Ludic

Autoren



Jungyeon Kim

Dozentin und Choreografin für zeitgenössischen Tanz,
Frankfurt am Main



Ferenc Kréti

Dozent und Regisseur für Theater. Leiter TheaterLabor
Art Productions, Frankfurt am Main

2.

Wahlkurse

Kunst:

Graphic Novels

Sophie-Charlotte Opitz

Wenn du Comics magst, wirst du Graphic Novels lieben! Sie sind illustrierte Romane, die dir aufgrund ihrer erzählerischen Komplexität und ihrer unkonventionellen Inhalte neue Möglichkeiten bieten, dich künstlerisch auszudrücken und deine Gedanken und Botschaften anderen zu vermitteln. In Graphic Novels werden neben dem gesprochenen Wort auch Ungesagtes und kritische Ansichten in Form des eigenen Zeichenstils sichtbar.

Mit Stift und Papier ausgerüstet wirst du im Wahlkurs „Graphic Novels“ deine eigene Bildgeschichte realisieren. [...] Die Kurswerkstatt bietet dir dabei genügend Möglichkeiten dich mit den anderen TeilnehmerInnen auszutauschen und an den eigenen Projekten zu tüfteln, denn: Deine eigene Graphic Novel wartet darauf von dir auf das Papier gebracht zu werden!

[Auszug aus der Kursankündigung]

Einleitung / Fachlicher Hintergrund

Der Terminus *Graphic Novel* (dt.: Bildroman) bezeichnet visualisierte Geschichten im Buchformat. Eine allgemein anerkannte Definition gibt es noch nicht. Die hoch verdichteten und erzählerisch wie auch ästhetisch komplexen Graphic Novels, die sich aus Sichtbarem und Unsichtbarem, der erzählten Handlung in Form des Plots und dem subjektiven Kommentar in Form des persönlichen Zeichenstils und der gewählten Ästhetik zusammenfügen, schaffen neue Ausdrucksmöglichkeiten. „Komplexe bildsprachliche Mittel lassen auch abstrakte Phänomene und gesellschaftliche Problematiken anschaulich werden.“ (AZIZ 1996: 50)

Graphic Novels als erweitertes Kommunikationsformat finden gerade bei Jugendlichen einen großen Zuspruch, da sie „Erfolgslebnisse und Motivation“ generieren (Vgl. JOHN-WINDE 1981: 335). Als nicht allein additives Mittel hilft somit der Zeichenakt das Wort zu unterstützen und offeriert auf diese Weise Jugendlichen, die sich im Entwicklungs- und Emanzipationsprozess befinden, alternative Ausdrucksformen.

Es liegt nahe diese Kunstform, die noch im Entstehen ist und somit Parallelen zum Leben der Jugendlichen aufweist, und andererseits als alternative Kommunikationsform komplexe Problematiken zu artikulieren vermag, in einem didaktischen Kontext zu behandeln.

Didaktische Fachbücher existieren derzeit im deutschsprachigen Raum noch nicht. Kunst- und kulturwissenschaftliche Untersuchungen von Graphic Novels zielen meist auf die Examination von Wissens- und Informationsvermittlung ab. So versammelt das Buch „Wissen durch Bilder“ aktuelle Beiträge aus unterschiedlichen Disziplinen zur Wissensvermittlung durch Bildgeschichten (HANGARTNER, KELLER, OECHSLIN 2013). Fachzeitschriften wie „Kunst und Unterricht“ publizieren Themenhefte zu Comics, in denen Graphic Novels erwähnt, jedoch nicht als zentraler Fokus behandelt werden (Heft 208, 1996). Die Integration von Comics in den Unterricht unterstützt bisher nur andere Analysewerkzeuge (Vgl. GAUB 1996: 38-41). Das hier dargestellte Konzept will auf bestehende fachwissenschaftliche wie auch didaktische Erkenntnisse aufbauen.

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

Der Wahlkurs „Graphic Novels“ bildet die Schülerinnen und Schüler in theoretischen wie auch praktischen Aspekten fort, die ineinandergreifen:

Praxis: 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 Erstel-

lung 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.

Theorie: Kognitive Prozesse (Ästhetik und Visualisierung von Gedankeninhalten) werden geschärft. Darüber hinaus fördert der Kurs Kreativität und Fantasie. Die Auseinandersetzung mit dieser künstlerischen Ausdrucks- und 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, sowie Kreativität.

Zu erreichende subjektbezogene Kompetenzen sind Geduld, Konzentrations- und Reflexionsfähigkeit, Fantasie und Mut zur Artikulation eigener Gedanken.

Didaktisches Konzept

„Kunstunterricht orientiert sich – wo immer es möglich ist – am Werkstattgedanken, in dem schöpferische Selbsttätigkeit der Schülerinnen und Schüler dominiert. Entsprechend müssen Lernprozesse in Form ästhetischer Praxis unter Berücksichtigung notwendiger kreativer Freiräume organisiert werden“ (KIRCHNER 2005, S. 9). Dieses dem Rahmenplan für die Sekundarstufe I entstammende Zitat drückt den Grundgedanken des Kurses „Graphic Novels“ aus. Prozesse der Selbst- und Weltwahrnehmung sollen „über das selbstgestaltete Werk und dessen Inhalte sowie über die spezifischen bildnerischen Tätigkeitsvollzüge in eine neue Beziehung zur Umwelt und zu sich selbst“ treten können (PEEZ 2008, S. 84f.).

Das didaktische Konzept des Kurses orientiert sich maßgeblich an den kunstpädagogischen Grundlagen, wie sie GEORG PEEZ in seiner „Einführung in die Kunstpädagogik“ (PEEZ 2008) niedergelegt hat. So führt das „kompensatorische Gegengewicht“ (PEEZ 2008, S. 81) der ästhetischen Praxis zu höher strukturierten Wahrnehmungs- und Erkenntnisprozessen. Dabei spielt der didaktische Anspruch einer „polyästhetischen Sinneserfahrung“ (Ebd., S. 83) eine entscheidende Rolle. Daneben wird ein performativer Ansatz in das didaktische Konzept integriert, in dem die produktiven Anteile von Lernprozessen in den Vordergrund treten (Vgl. S. 96).

Es herrscht ein umfassender Bildungsgedanke, der „emotionale, soziale und intuitive Aspekte im Sinne des impliziten und bildlichen Wissens oder des leiblichen Wissens einbindet“ (WAGNER 2014, S. 37f.). Jugendliche haben ein Recht auf Fehler und Zweifel, ihre eigene Wahrnehmung und Ausdrucksformen (Vgl. GARLICH 2004, S. 13). Unerwarteten Problemen wird durch die Öffnung des Kurskonzepts entgegengewirkt (Siehe Absatz „Ich kann aber nicht zeichnen“ – Vom Umgang mit kreativen Hemmungen). Es werden die Stärken des/der Einzelnen gefördert. Der werkstattinterne Dialog führt zu Reflexion und bietet Möglichkeit zur Analyse und Erweiterung eigener Schaffensprozesse.

Das didaktische Konzept im Sinne einer Werkstatt zielt auf eine selbstgesteuerte Planung und Entwicklung von Vorhaben ab, die sich an den Kompetenzen und Interessen der Schülerinnen und Schüler orientiert. „Sie [die Werkstatt] ermöglicht entdeckendes, handlungsorientiertes, experimentelles und selbst organisiertes Lernen; sie regt zu aktiver Wahrnehmung und handelnder Aneignung von Wirklichkeit an“ (KIRCHNER 2005, S. 11).

Methodik und Kursverlauf



Zu Beginn der ersten Sitzung wird die herkömmliche Vorstellungsrunde durch eine Zeichenübung ersetzt. Die Schülerinnen und Schüler sollen innerhalb von zwei Minuten sich selber zeichnen. Während die Schülerinnen und Schüler ihre Zeichnungen an die Wand hängen, stellen sie sich vor und berichten, ob sie schon einmal mit Graphic Novels gearbeitet bzw. sie erstellt haben. Es herrschte in beiden Kursen eine homogene Wissensbasis zu dem Thema, da außer einem Schüler alle Kursteilnehmerinnen und -teilnehmer kaum Wissen über Graphic Novels haben.

Vor jeder Sitzung wird mit den Schülerinnen und Schülern der Ablauf des Tages besprochen. Dabei wird auch eine Gruppe von vier Schülerinnen und Schülern festgelegt, die den Tag dokumentieren sollen. In einer einleitenden Sequenz werden verschiedene Graphic Novels und Comics im Raum verteilt. Die Schülerinnen und Schüler 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 klärt 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 Schülerinnen und Schüler sollen im Kurs in Übungseinheiten die Kriterien nacheinander erschließen, 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 (siehe Kapitel 4). So wird zuerst das Narrativ geschrieben, gefolgt von der Erarbeitung eines *Modelsheets* mit Zeichnungen der Charaktere, um zur Erstellung der eigenen Graphic Novel weiterzu-

leiten. Jedes Kriterium wird von mindestens einer Übung begleitet, sodass ein ebenso theoretisches wie auch praktisches Wissen über die Inhalte aufgebaut wird.

Die theoretischen Sequenzen werden durch die Integration von Übungen, die den Fokus auf das aktuelle Kriterium übernehmen und weiterführen, ergänzt. Die stetige Kombination von Theorie und Praxis soll dabei ebenso die Motivation für das Erlernete steigern wie auch das Wissen durch den spielerischen Umgang mit dem Material nachhaltig sichern. Die Schülerinnen und Schüler entwickeln hierdurch einen Blick auf das Thema, der vielschichtige Kompetenzen ebenso fordert wie auch fördert.

Die Reihenfolge der praktischen Sequenzen orientiert sich an der Sinnhaftigkeit 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 von der jeweiligen Dokumentationsgruppe Kärtchen beschrieben, auf denen die gewonnenen Erkenntnisse festgehalten werden. Die anderen Schülerinnen und Schüler vervollständigen diese in der Diskussionsrunde. Auf einem Plakat angebracht dienen sie der Reflexion und dem Resümee.

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



„Ich kann aber nicht zeichnen“ – Vom Umgang mit kreativen Hemmungen

Schon in der Vorstellungsrunde zeichnen sich bei mehreren Schülerinnen und Schülern Zeichenhemmungen ab. Sätze wie „Ich kann aber nicht zeichnen“ deuten auf Versagensängste hin. Dies hemmt die Kreativität, da die Angst vor dem Zeichenakt keine eigenen Ideen zulässt. Zudem führen kompetitive Tendenzen dazu, dass eigene Projekte als minderwertiger angesehen werden. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, wird das Kurskonzept geöffnet. Hierfür wird zuerst das Gespräch in der Gruppe gesucht. Die Kursleiterin teilt ihre Eindrücke über die allgemeine und individuelle Stimmung mit. Hierdurch werden die Schülerinnen und

Schüler als vollwertige Partner in den Lösungsprozess integriert. Es werden alternative Möglichkeiten angeboten, um Hemmungen abzulegen (z.B. ein Coverblatt erstellen). In zusätzlichen Einzelgesprächen kann über individuelle Probleme gesprochen werden. Die positiven Folgen dieser Interventionsmaßnahmen sind: Die Schülerinnen und Schüler fühlen sich respektiert und sind wieder motiviert. Allein die Möglichkeit der Öffnung führt dazu, dass kein/e Schülerin/Schüler die alternativen Angebote in Anspruch nimmt.

Auszug Übungen

Übung Gesichtsausdrücke (Kriterium Bild)

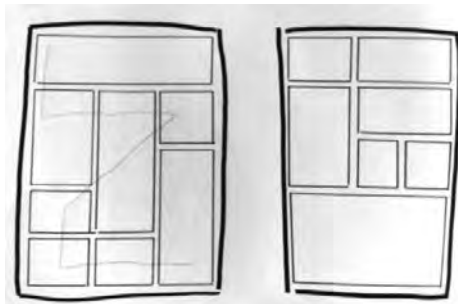
Auf einem Beispielplakat werden die sechs Gesichtsausdrücke Freude, Wut, Trauer, Überraschung, Angst und Ekel präsentiert und erläutert, dass nahezu alle anderen Emotionen aus der Kombination dieser Gesichtsausdrücke generiert werden können. Z.B.: Wut + Freude = Schadenfreude. Es wird ein fiktives Telefonat vorgelesen, wobei nur der vermeintliche Gegenpart zu hören ist. Die Schülerinnen und Schüler sollen nach jedem Satz eine mögliche emotionale Reaktion aufzeichnen.

Übung Onomatopoesie (Kriterium Wort)

Nach einer kurzen Einleitung, in der die Onomatopoesie erklärt wird, werden die Schülerinnen und Schüler in Zweiergruppen eingeteilt. Jeder Gruppe werden drei Geräusche zugewiesen (z.B. Straßenlärm, Explosion, Schluckauf), die sie einerseits als Wort aufschreiben und andererseits visualisieren soll. Im Anschluss werden die Geräusche im Kurs präsentiert. Dabei versuchen die anderen Schülerinnen und Schülern die Geräusche zu erraten.



Übung Panels (Kriterium Lesefluss)



Eine korrekte und inkorrekte Panel-Abfolge werden parallel präsentiert und der Grund für einen gelungenen bzw. nicht gelungenen Lesefluss eruiert. Nun versuchen die Schülerinnen und Schüler Panel-Abfolgen zu kreieren, die nicht eindeutig lesbar sind. Im Anschluss wird in der Gruppe der Versuch angestellt, die Abfolgen zu lösen.

Fazit

Dem Leitbild der Akademie entsprechend wurde dieser Kurs schülerorientiert durchgeführt. Die Schülerinnen und Schüler wurden dort abgeholt, wo sie in ihrer Entwicklung stehen. Es gab eine individuelle Betreuung, die auch spontane Änderungen der Kursstruktur zuließ. Durch viele unterschiedliche Übungen zu theoretischen Basisinformationen wurde eine Synthese von Theorie und Praxis geschaffen, die den Lernprozess und das Erlernte erlebbar machte. Hemmungen wurden durch pädagogische Kompetenzen und einer Offenheit gegenüber und Sensibilität für die Schülerinnen und Schüler entgegengewirkt.

Durch die Arbeit an den 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 Schülerinnen und Schüler in das Zentrum gerückt. Probleme und Ideen wurden unter den Schülerinnen und Schülern besprochen. Hierdurch wurde eigenständiges Arbeiten, Verantwortungsgefühl und das Selbstbewusstsein gestärkt.

Die durch das didaktische Konzept gestützten Ziele wurden von den Schülerinnen und Schülern auf theoretischer wie auch praktischer Ebene im Laufe des Kurses eigenständig erarbeitet.



Literatur

- Aziz, A. (1996). Die Kunst, in Bildern zu erzählen. In: Kunst + Unterricht. Heft 208.
- Garlichs, A. (2004). Ästhetische Erziehung als Allgemeinbildung. In: Peez, G. & Richter, H. Kind – Kunst – Kunstpädagogik. Beiträge zur ästhetischen Erziehung (S.12-19). Norderstedt: Books on Demand GmbH.
- Gaub, W. (1996). Kafka – Visualisierungsversuche. In: Kunst + Unterricht. Heft 208.
- Hangartner, U. & Keller, F. & Oechslin, D. (2013). Wissen durch Bilder. Sachcomics als Medien von Bildung und Information. Bielefeld: transcript.
- John-Winde, H. (1981). Kriterien zur Bewertung von Kinderzeichnungen. Bonn: Bouvier.
- Kirchner, C.& Peez, G.(2005). Werkstatt: Kunst. Anregungen zu ästhetischen Erfahrungs- und Lernprozessen im Werkstattunterricht. Norderstedt: Books on Demand GmbH.
- McCloud, S. (2006). Making Comics. New York: William Morrow Paperbacks.
- Peez, G. (2008). Einführung in die Kunstpädagogik. Stuttgart: Kohlhammer.
- Peez, G. & Richter, H. (2004). Kind – Kunst – Kunstpädagogik. Beiträge zur ästhetischen Erziehung. Norderstedt: Books on Demand GmbH.
- Wagner, E. (2014): Gestalten und Erkennen. In: Wagner, E. et al. Gestalten und Erkennen. Ästhetische Bildung und Kompetenz. Münster: Waxmann Verlag.

Autorin



Sophie-Charlotte Opitz

Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin im Bereich Visuelle Kultur des Instituts für Kunstpädagogik mit Schwerpunkt auf Fototheorie, Ästhetik und Memory Studies, (Gründungs-)Mitglied verschiedener Studiengruppen zu Visueller Kultur, Bildtheorie und Memory Studies, sowie Mitglied in der ‚Initiative Promovierender‘, Goethe Universität, Frankfurt am Main.

Fotografie:

Ich bin ich und ich bin viele

Sylvia Schmuck

In unserer Mimik können sich unterschiedlichste Gefühlsäußerungen spiegeln, mal sind wir übermütig, mal wütend, mal nachdenklich oder auch traurig. Wir spielen mit Verkleidung, erstellen Portraitserien und kleine Handlungssequenzen.

In einer grundlegenden Einführung in die technischen und fotografischen Gesetze von digitalen Kameras erlernt ihr das notwendige "know how" Wie kann ich durch den Einsatz von unterschiedlichen Brennweiten, gezielter Blenden oder Zeitwahl, mit verschiedenen Aufnahmestandpunkten etc. statt einem zufälligen Schnappschuss ein bewusst gestaltetes Bild aufnehmen? Anschließend werdet ihr mit den grundlegenden Möglichkeiten eines Bildbearbeitungsprogrammes (Photoshop) vertraut gemacht. Besonders beschäftigen wir uns mit den verschiedenen Schneidewerkzeugen und der Montagearbeit. Eure Werke können auf eine CD gebrannt und mit nach Hause genommen werden.

[Auszug aus der Kursankündigung]

Vorerfahrungen und Lernmotivation der Schülerinnen und Schüler

Die meisten Schülerinnen und Schüler verfügten über keine Vorerfahrungen mit komplexeren digitalen Kameras und hatten bislang vorwiegend mit einfachen Kompaktkameras oder Handys fotografiert; auch hatte kein Schüler mit Photoshop gearbeitet. Ihre Kursmotivation war sehr hoch, vor allem in Bezug auf die Bildbearbeitung.

Projektanspruch und Projektziele

Die fachtechnischen und pädagogischen Ziele bezogen sich auf:

- a) fotografische (technische, ästhetische, handlungsbetonte) Kompetenzen:
- Eigenständig und selbstbewusster mit neuen Medien umgehen
 - Technische Grundlagen der digitalen Fotografie und Bildbearbeitung verstehen
 - Angeeignete Kenntnisse und Fähigkeiten in selbstgesteuerten Fotoprojekten praktisch anwenden
 - Ästhetische Inhalte der Bildgestaltung anhand von demonstrierten Beispielbildern und in Eigenarbeit erstellten Bildern kennenlernen und reflektieren
 - Symbolik in der Bildsprache erkunden und umsetzen
 - Selbst ausgedachte Handlungsabläufe planvoll in koordinierten Arbeitsschritten fotografisch umsetzen
 - Die Fotoprojekte kontinuierlich analysieren und ggf. verändern und korrigieren
 - Kreativität spielerisch-experimentell einüben
- b) soziale Kompetenzen:
- Effektiv in einer Gruppe zusammenarbeiten, Teamregeln beachten und erfahrungsgebunden (auch durch Misserfolge) wertschätzen lernen
 - Eigene Ideen und Ziele in und mit der Gruppe abstimmen lernen, Kompromisse erarbeiten und akzeptieren, Frustrationstoleranz erweitern
 - Respektvolle Kommunikationsformen besonders in Stresssituationen einüben

Projektaufbau und Arbeitsschritte

Grundeinführung Digitalkamera

Als Einstieg wurde eine Präsentation vorgeführt, welche anhand von Bildfolgen „grundlegende Gesetze“ der Fotografie erläuterte. Die Themen:

Tab. 1: „Grundlegende Gesetze“ der Fotografie

<i>Zoomen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Unterschiedliche Brennweiten von Weitwinkel- bis zu Teleobjektiven, - Die Veränderung des Bildausschnitts und die jeweils veränderte perspektivische Verschiebung.
<i>Zusammenwirken von Blende und Zeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Veränderung der Tiefenschärfewirkung durch Öffnen / Schließen der Blende, - Bewegungsunschärfe darstellen durch Veränderung der Verschlusszeiten.
<i>Belichtungsmessung</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Der Belichtungsmesser und das mittlere Grau, die Belichtungskorrektur - Die Lichtführung (Kunst- und Naturlicht) - Frontal-, Seiten- und Gegenlicht und ihre unterschiedlichen Bildwirkungen
<i>Essenzielle Menüpunkte komplexer digitaler Kameras</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Programmautomatik, Halbautomatik mit Blenden oder Zeitvorwahl, Autofokusfunktionen, Zoomfunktion am Objektiv, Serienbildfunktion, Selbstauslöser, Pixelanzahl und -auflösung, Komprimierung, Dateiformate, Sensorgröße und Bildqualität, Weißabgleich, ISO-Einstellung vor allem in dunklen Räumen und Bildrauschen
<i>Grundlegende Bildgestaltungsregeln</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Goldener Schnitt, Verhältnis Vorder- zu Hintergrund - Perspektivische Wirkung im zweidimensionalen Raum erzeugen etc. - Unterschiedliche Kamerastandpunkte (Vogel- und Froschperspektive) und ihre inhaltliche und psychologische Wirkung auf den Betrachter

Um ihrer Fantasie „Futter“ zu geben, zeigte ich den Schülerinnen und Schülern zum Ende der ersten Einheit mehrere Beispielbilder: Portraits mit Tages- und Kunstlicht sowie in Schwarzweiß umgewandelte und kolorierte Bildbearbeitungen am Beamer.

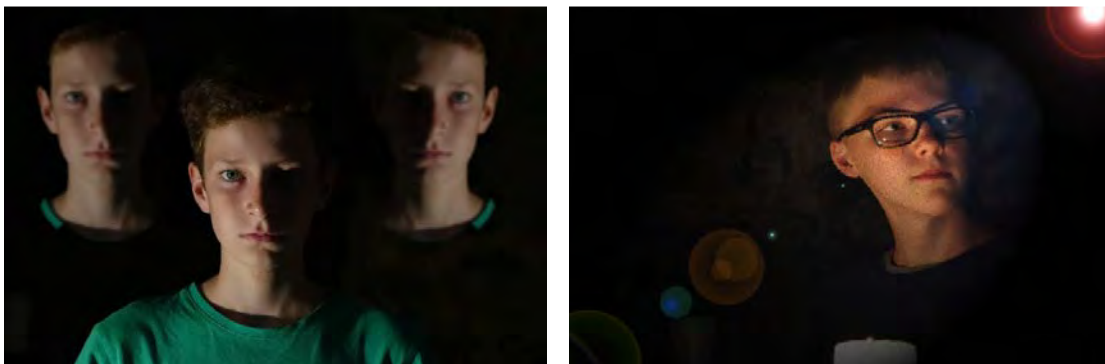


Abb. 1 und 2: Portraitmontage und kleine Lichtquelle

Im Anschluss machten sich die Schülerinnen und Schüler mit den Funktionen der Kameras auf spielerische Weise vertraut und setzten erste fotografische Aufgaben praktisch um. Besondere Betonung lag auf der Arbeit mit unterschiedlichen Blenden- und Zeitwerten und dem gezielten Erzeugen von unterschiedlichen Tiefenschärfenbereichen. Als einem besonderen Ort wurden Aufnahmen in einem dunklen Raum mit Langzeitbelichtung ausprobiert. Bei der Sichtung der Ergebnisse am Computer konnten sie tatsächlich erzielte Wirkungen mit den zuvor vermittelten Inhalten abgleichen.

Umsetzung der Aufgabe

Ideenfindung: Die Teilnehmenden sammelten in drei bis vier Gruppen Vorschläge. Die Ideen wurden untereinander beraten und auch in technischer Hinsicht als realisierbare Projekte in den Teams überprüft und dann „beschlossen“.

Fotografische Umsetzung: Die Schülerinnen und Schüler fotografierten sich gegenseitig in „Posen“, manche nutzten ergänzend die Möglichkeit sich zu verkleiden. Für die Aufnahmen im Dunkelraum standen mehrere Lampen zum Anleuchten des „Models“ zur Verfügung. Ein „Beleuchter“ wechselte systematisch die Lichtrichtungen (Front, Seiten- und Gegenlicht), damit unterschiedliche Effekte gezielt fotografisch umgesetzt werden konnten. Die Gruppen arbeiteten mit Stativen, um „Bild-Verwacklungen“ bei längeren Belichtungszeiten zu vermeiden.

Wesentliche Anforderung war, wechselnde Aufnahmestandpunkte und Lichtrichtungen kombiniert auszuprobieren und mit Intuition und Überlegung die Komposition der Bilder zu gestalten.

Die gerichtete schwache Lichtquelle erzeugte Bilder mit ganz besonderer Stimmung.

Aus den ersten Ideen und Übungen entstanden fotografische Projekte, die in technisch-gestalterischer Ausführung deutlich gezielter und zunehmend selbstständig ausgeführt wurden.

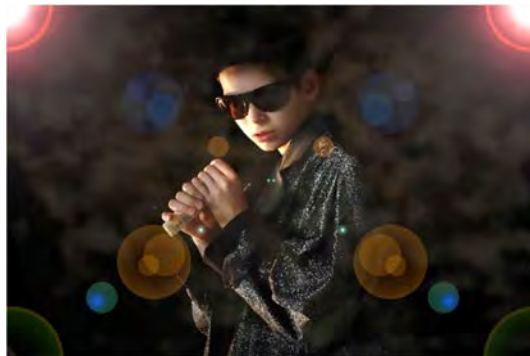


Abb. 3: Junger Star...

Grundeinführung Photoshop CS 6: Bildgestaltung und -bearbeitung am PC

Zu Beginn wurde die Benutzeroberfläche erklärt und für die speziellen fotografischen Belange eingerichtet:



- Werkzeugpalette, Menüleiste, Navigator, Protokoll sowie die Ebenenpalette
- Belichtungs- und Farbkorrekturen mit den Befehlen Tonwertkorrektur, Gradationskurve, Helligkeit und Kontrast, Farbton und Sättigung und Farbbalance
- Freistellungswerkzeug zur nachträglichen Änderung des Bildausschnitts
- Verschiedene Auswahlwerkzeuge und ihre unterschiedlichen Anwendungsgebiete je nach Farb-, Helligkeits- und Kontrastunterschieden: das Lasso mit seinen verschiedenen Varianten, das Schnellauswahlwerkzeug und der Zauberstab
- Die Auswahl als Basis für das Kopieren von Bildbereichen
- Auswählen eines Bereichs des Gesichts (z.B. Haare, Mund, etc.) für die partielle Veränderung des Bildes in Farbe und Intensität
- Nutzen des Befehls „Kante verbessern“ um weiche Auswahlkanten für fließende Übergänge zu erzeugen
- Prinzipien der Ebenen Technik; das Verständnis dieser komplexen Technik ist Grundvoraussetzung für die Arbeit mit Photoshop: Neue Ebenen erstellen, Objekte kopieren und in neue Ebenen einfügen, Bildteile ausschneiden und in andere Bilder einfügen, Ebenen verdoppeln, das Prinzip der Überlagerung von Ebenen, die selektive Bearbeitung ausschließlich in der jeweils aktiven Ebene und die Veränderung einer Ebene in ihrer Sichtbarkeit durch Veränderung des Ebenen Modus und der Transparenz
- Einpassen der jeweiligen Objekte in ein anderes Bild mit dem Verschiebewerkzeug und Anpassungen von Größe sowie Form mit den Transformationswerkzeugen (skalieren, neigen, verzerren, verkrümmen, drehen und spiegeln)
- Retuschieren kleinerer Pixelansammlungen mit dem Stempelwerkzeug, dem Bereichsreparaturpinsel und dem Radiergummi
- Filterwerkzeuge: verschiedene Weichzeichnungsfilter (Bewegungsunschärfe, Gaußscher Weichzeichner) Scharfzeichnungsfilter und der Verflüssigen Filter.



Abb. 4 und 5 : Montage und Portrait mit Kolorierung

Die Schülerinnen und Schüler bekamen Handouts, in denen die wichtigsten Werkzeuge mit Piktogrammen aufgelistet waren und die Befehlsabfolgen für die zum Workshop-Beginn gezeigten Bildbeispiele nochmals aufgeführt waren; zum Beispiel:

Gesichtshälften teilen und verdoppeln:

Ebene kopieren, Bild/ Korrekturen/ in Schwarzweiß wandeln, mit viereckigem Auswahlwerkzeug eine Hälfte auswählen, Kante verbessern, weiche Auswahlkante für unsichtbaren Übergang, Auswahl kopieren auf neue Ebene. Gesichtshälfte drehen: Bearbeiten/ Transformieren/ Horizontal spiegeln, mit Verschiebewerkzeug  an die richtige Stelle ziehen. Abschließend Menüpunkt: Ebene/auf eine Ebene reduzieren, mit Stempel  Übergang bearbeiten.

Für die Bildbearbeitung verteilten die Kleingruppen ihre Fotos an alle Teammitglieder; sie arbeiteten und berieten sich phasenweise zu zweit oder dritt an einem gemeinsamen Computerarbeitsplatz, individuelle neue Projekte wurden später auch in Einzelarbeit durchgeführt. Um Photoshop gezielt anwenden zu lernen, ist es unbedingt notwendig, die Bearbeitungsschritte wiederholt allein an einem eigenen Computer durchführen zu können.

Anhand der konkreten Projekte ergaben sich im Kursverlauf zusätzliche spezielle Fragen zur Realisierung bestimmter Effekte. Diese Themen wurden in der Gesamtgruppe behandelt, so dass alle Schülerinnen und Schüler prozessorientiert weitere Möglichkeiten des Programms kennenlernten und sich Schritt für Schritt ergänzende Befehle und Arbeitsschritte des umfangreichen Programms aneigneten.

Einige Jugendliche nutzten Suchmaschinen im Internet, um Bilder herunterzuladen. Dies bot Anlass, das Thema Rechte am eigenen Bild zu erörtern, über illegales Herunterladen von Bildern aufzuklären und Internetseiten zu zeigen, die lizenzfreie Fotos anbieten, sowie entsprechende Einstellungen in der Suchmaschine Google zu nutzen.



Abb. 6: Portrait mit Seitenlicht

Arbeitsergebnisse und Präsentation

In einer „Generalprobe“ zeigten alle Kinder jeweils eine Auswahl ihrer Bilder und bekamen die Aufgabe, am Gästernachmittag die Bildbearbeitungsschritte zu einem ihrer Bilder technisch zu erklären, damit die Eltern (Gäste) nachvollziehen und wertschätzen konnten, welche aufwändige Arbeit hinter den Fotos steckt. Gleichzeitig ermöglichte dieser Auftrag, sich die diversen Befehle des Programmes nachhaltig einzuprägen.

Zusammenfassende Auswertung

Die Schülerinnen und Schüler waren hochmotiviert, sehr engagiert und in der Lage, in kurzer Zeit kreative Ideen zu entwickeln und in Fotoshootings zu erweitern, umzusetzen und das komplexe Programm Photoshop im Rahmen der gelernten Arbeitsplattformen selbstständig anzuwenden.

Literatur:

Liebscher, Martin (2002): Liebscher Welt. Hrsg.: Jans, Cato. Heidelberg: Kehrler Verlag

Jarsetz, Maïke (2010): Das Photoshop-Buch für digitale Fotografie (Aktuell zu PS5). 1. Aufl. Bonn: Galileo Press.

Freie Bildseiten und Einstellung in der Suchmaschine von Google:

<http://piqs.de/>

<http://piqs.de/regeln-zur-verwendung-der-fotos/>

<http://search.creativecommons.org/>

https://www.google.de/advanced_image_search

Autorin



Sylvia Schmuck

langjährige freiberufliche Dozentin in der Jugend- und Erwachsenenbildung, Schwerpunkt: Digitalfotografie und Bildbearbeitung am PC.

Sport und Bewegung: Jonglage – Make your Rhythm

Kai Becker

Im Rahmen der HSAKA werden wir Schritt für Schritt das Jonglieren mit Bällen erlernen. Nach einer kurzen Einleitung in die Geschichte der Jonglage und der dazu gehörigen Theorie werden wir uns schon vom ersten Tag an der Praxis zuwenden.

Am Konzept des Fensters wird das Grundmuster der Jonglage, die Kaskade, erklärt. Es ermöglicht dir eine einfache und bildliche Vorstellung aller Jonglagetricks mit Bällen. Dadurch werden sehr schnell Erfolge erzielt, und du wirst die 3-Ball-Jonglage sicher und schnell erlernen. Dabei trainieren und verlängern wir deine Konzentrationsfähigkeit und deine Hand-Sicht-Koordination.

[Auszug aus der Kursankündigung]

Geschichte der Jonglage

Die erste bildliche Darstellung von Jongleuren findet sich in Ägypten. In dem Grab eines unbekanntes Prinzen in Beni Hasan wurde eine Zeichnung mit vier jonglierenden Frauen aus der Zeit um etwa 1794 – 1781 v. Chr. entdeckt. Das Jonglieren ist eine Kunst, die vermutlich wesentlich älter ist und von Kulturen wie den Chinesen, den Indern und den Azteken praktiziert wurde. Diese frühe Form der Jonglage entwickelte sich aus einfachen Ballspielen.

Im europäischen Raum stammen die ältesten Aufzeichnungen von Jonglage aus Griechenland und dem Römischen Reich. Dort jonglierte man zur Entspannung oder Unterhaltung. Im Mittelalter entwickelte sich die Jonglage zu einer Unterhaltungsform, die von Gauklern und Hofnarren ausgeübt wurde. Im Jahre 1768 eröffnete der erste aus heutiger Sicht moderne Wanderzirkus. Seitdem fand eine vermehrte Professionalisierung der Jonglage als Kunstform in Zirkus- und Varietéaufführungen statt.

Pädagogische Intention

Das Jonglieren erfordert Fähigkeiten wie Konzentration, Geduld, körperliche Ausgeglichenheit, motorische Präzision im Werfen und Greifen - Fähigkeiten, die die Schülerinnen und Schüler durch selbst gesteckte Ziele schrittweise erwerben. Sie lernen, mit Entmutigungen umzugehen und neue Motivation zu gewinnen, um so ihre Ziele zu erreichen.

Das Jonglieren ermöglicht den Teilnehmenden, ihre räumlich-kognitive Vorstellung, ihr Gleichgewicht, ihr Körpergefühl und ihre Konzentrationsfähigkeit zu verbessern. Diese Effekte wurden u.a. durch Studien belegt. Eine besondere Rolle spielt dabei das stetige mentale und physische Überkreuzen der Körpermittellinie, das nachweislich den Informationsfluss zwischen beiden Gehirnhälften (Hemisphären) fördert. Viel wichtiger ist es jedoch, dass die Jugendlichen lernen, durch schrittweises Herangehen Lösungsstrategien für ihre Ziele zu entwickeln. In diesem Erfolgserlebnis finden sie neue Motivation.

Ziel des Kurses

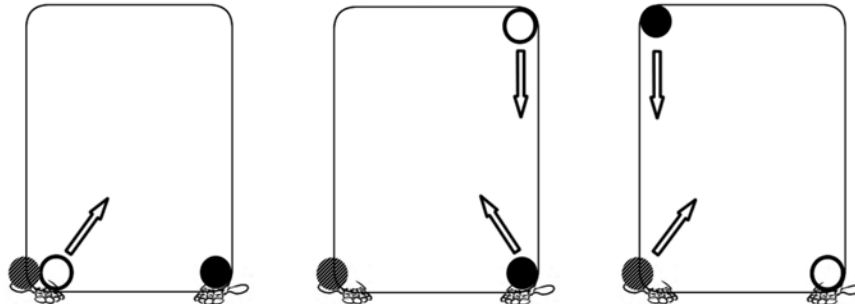
Ziel des Kurses ist es, den Teilnehmenden die einzelnen Schritte bis zur 3-Ball-Kaskade zu erläutern und diese Kaskade zu erlernen. Dabei steht nicht erfolgsorientiertes Lernen mit Zeitvorgabe im Mittelpunkt, sondern die Möglichkeit, eigene Ziele mit eigenem Tempo selbstständig zu erarbeiten. Über die Grundtechnik der Kaskade hinaus werden je nach Lernfortschritt erste Tricks vorgestellt und ein vertiefender Einblick in weitere Jonglage-Techniken gegeben.

Am ersten Tag erhalten die Schüler eine Broschüre mit allen wichtigen Schaubildern und einer kurzen Anleitung. Sie werden mit dem Konzept des *Fensters* an die Jonglage herangeführt, und die zugehörige Wurftechnik wird erklärt. Diese Methode ermöglicht eine einfache und

bildliche Vorstellung aller mit Bällen durchführbaren Jonglage-Tricks. Ein weiterer Schwerpunkt ist die korrekte Vermittlung der jonglierspezifischen Wurftechnik.

Im weiteren Verlauf des Kurses wird individuell auf die einzelnen Schülerinnen und Schüler eingegangen. Korrekturen und neue Bewegungen entsprechend ihres persönlichen technischen Niveaus erklärt.

Die Kaskade am Konzept des Fensters



Zu Beginn nutzen wir ein imaginäres Fenster vor unserem Oberkörper. Die beiden unteren Ecken bilden die Hände auf Höhe des Bauches und die beiden oberen Ecken liegen schulterbreit auf Höhe des Kopfes.

Bei der Kaskade werden die Bälle von der rechten Hand in die linke obere Ecke und von der linken Hand in die rechte obere Ecke geworfen. Das zunächst intuitive Übergeben eines Balles in die andere Hand soll dabei möglichst schnell abtrainiert werden, damit sich dies nicht in das Bewegungsgedächtnis einprägt und einen später nur schwierig zu korrigierenden Fehler entstehen lässt.

Ablauf einer typischen Trainingsstunde

Zu Beginn jeder praktischen Unterrichtseinheit werden kurze Kennenlern- oder Aufwärmspiele mit Jonglierbällen durchgeführt. Alle für den Bewegungsablauf relevanten Körperteile werden so aufgewärmt. Dies beugt Zerrungen und Überdehnungen der Muskeln und Sehnen vor, mobilisiert die Gelenke und verhilft zu einem flüssigen Bewegungsablauf.

Während des Jonglier-Trainings werden Elemente der Kaskade und Tricks beidseitig trainiert, um die Arme abwechselnd zu beanspruchen und damit Überbelastungen einzelner Gelenke, sowie daraus möglicherweise entstehende physische Probleme zu vermeiden. An dieser Stelle werden die Teilnehmenden darauf hingewiesen, wie wichtig dieses Vorgehen ist, um bei intensiverem Training chronischen Schädigungen vorzubeugen.

Die Gruppe beginnt selbstständig mit der Wiederholung der Übungen des Vortages. Dadurch können persönliche Schwerpunkte in den Übungen je nach Stand ihres Könnens selbst fest-

gelegt werden. Eigene Schwächen werden erkannt und es wird ihnen durch spezielle Übungen begegnet. Der Kursleiter geht dabei zu jedem einzelnen Teilnehmenden, gibt positive Rückmeldung und weist auf Fehler und Verbesserungen in der Bewegung hin.

Da man für das Jonglieren hauptsächlich repetitiv zyklische Bewegungen übt, müssen regelmäßig Trainingspausen zur mentalen Auflockerung und zur Entspannung von Arm- und Nackenmuskulatur eingelegt werden. In der Mitte der Unterrichtseinheit wird deshalb ein sportliches und dynamisches Gruppenspiel gespielt, welches ein erneutes spielerisches Herangehen an das weitere Training ermöglicht.

Im zweiten Teil der Unterrichtseinheit werden allen Schülerinnen und Schülern am Schaubild des Fensters ein oder zwei neue Bewegungen gezeigt und anschließend praktisch vorgeführt. Bis zum Abschluss der Unterrichtseinheit werden diese neuen Bewegungen in der Gruppe während des freien Jonglierens geübt und vertieft. So ist gewährleistet, dass die Gruppe auf demselben Wissensstand ist. Der Kursleiter steht dabei natürlich weiterhin unterstützend zur Seite. Treten bei mehreren Üben ähnliche Schwierigkeiten bei der Umsetzung auf, werden diese gemeinsam thematisiert und im Grundsatz behoben. Dabei wird auf jeden Teilnehmenden und dessen individuell entwickelten Wurf-Stil eingegangen. In den Zeiten des freien Jonglierens können die Schülerinnen und Schüler je nach persönlichem Bedarf Pausen einlegen. Dadurch werden durch Überforderung entstandene Phasen der Frustration verhindert.

Am Ende jeder Unterrichtseinheit setzen sich alle Teilnehmenden zu einer Feedbackrunde zusammen. Alle schildern ihren aktuellen Trainingsstand und können sich gegenseitige Verbesserungsvorschläge und Tipps geben.

Ablauf

Tab. 1: Kursablauf

Tag	Inhalt	Zeit
Tag 1	Geschichte der Jonglage „Ich heiße Hermann und kann das“ Einführung in das Konzept des „Fensters“ Aufwärmen, Übung 1-6 Sportliches und dynamisches Gruppenspiel Freies Training Feedbackrunde	15 Min. 15 Min. 5 Min. 30 Min. 10 Min. 30 Min. 5 Min.
Tag 2	Aufwärmspiel „Hermann, ein Ball!“ Selbstständiges Wiederholen der Übungen vom Vortag Bälle basteln in der Gruppe Selbstständiges Wiederholen der Übungen Feedbackrunde	10 Min. 30 Min. 60 Min. 30 Min. 15 Min.
Tag 3	Aufwärmspiel „Hermann, ein Ball!“	10 Min.

	Gruppenjonglage, Passen im Kreis und Partner-Kaskade Freies Jonglieren Sportliches und dynamisches Gruppenspiel Selbstständiges Wiederholen der Übungen Feedbackrunde & Ideensammlung für die Präsentation	30 Min. 30 Min. 10 Min. 30 Min. 15 Min.
Tag 4	Aufwärmspiel „Hermann, ein Ball!“ Freies Jonglieren Gestaltung der Plakate für Präsentation Freies Jonglieren und Üben der Tricks für Präsentation Probe der Präsentation, Feedback der Gruppe	10 Min. 30 Min. 30 Min. 30 Min. 30 Min.
Präsentation	Letzte Vorbereitungen der Präsentation Durchführung der Präsentation	30 Min. 15 Min.

Jonglierspiele/Pausenspiele

Jede Kurseinheit wird mit einem kleinen Jonglierspiel begonnen. Dadurch soll zum einen sichergestellt werden, dass alle Teilnehmenden genügend aufgewärmt sind, um Verletzungen vorzubeugen. Zum anderen bilden die gemeinsamen Spiele ein Gegengewicht zu den meist solitären Übungen beim Erlernen des Jonglierens und fördern Kommunikation und Zusammenhalt in der Gruppe. Einige dieser Spiele werden nachfolgend erläutert.

Ich heiße Hermann und kann das

Dieses Spiel ist eine Modifikation des Spiels *Ich packe meinen Koffer* und eignet sich zum Kennenlernen. Person 1 macht einen Trick und stellt sich vor. Person 2 wiederholt den Trick von Person 1 und nennt dabei deren Namen. Danach stellt 2 sich selbst vor und zeigt ihren Trick. Dies setzt sich reihum bei allen Teilnehmenden fort. Die Übung ist ein spielerischer Zugang zum Erfinden eigener Jonglage-Tricks.

Hermann ein Ball

Alle stehen im Kreis, eine Person hat einen Ball, nennt den Namen eines Teilnehmers und wirft diesem den Ball zu. Auf diese Art und Weise wird der Ball anschließend weiter durch den Kreis bewegt. Der Schwierigkeitsgrad des Spiels erhöht sich mit einer steigenden Anzahl an Bällen.

Zombie Ball

Alle Schülerinnen und Schüler stehen auf einer Spielfläche mit einem Schaumstoffball. Ziel des Spiels ist es, selbst nicht getroffen zu werden, aber gleichzeitig die Anderen abzuwerfen

und sie damit aus dem Spiel ausscheiden zu lassen. Wird Person 1, die Person 2 abgeworfen hat, selbst abgeworfen, darf Person 2 wieder mitspielen. Das Spiel ist zu Ende, wenn nur noch eine Person im Spiel ist.

Entwicklung der Präsentation

Am letzten Kurstag entwickeln die Schülerinnen und Schüler eine Präsentation, um den anderen Teilnehmenden der Schülerakademie sowie den Eltern die eigenen Lernergebnisse und den Lernablauf zu demonstrieren. Die Kursleitung übernimmt bei diesem Konzept lediglich eine unterstützende Rolle, denn im Vordergrund steht die Realisierung einer Präsentation nach eigenen Vorstellungen der Jugendlichen. Dadurch werden die eigenständige Arbeit an einem Projekt und die Verwirklichung persönlicher Ideen bezüglich Stil und Umfang der Präsentation ermöglicht.

Die Schülerinnen und Schüler der Jonglierkurse im Sommer 2015 entschieden sich nicht für eine Show-Vorführung mit Bühnensituation, sondern dafür, den Verlauf der einzelnen Lernschritte gezielt zu präsentieren. Sie bildeten Kleingruppen, die für je eine Station verantwortlich waren und entwarfen Plakate, welche die einzelnen Bewegungs- und Lernabschnitte veranschaulichten. Anschließend hatten sie Zeit, die Tricks und deren Präsentation einzuüben. Im Rahmen einer Generalprobe für die einzelnen Stationen und Übungen gaben sie sich gegenseitig Feedback, um die Vorführung zu verbessern.

Literatur

Bernd Oberschachtsiek (2003): Jonglieren und Mehr; Meyer und Meyer Verlag

Marion Hitzeler, Markus Fritz, Wilhelma Schlüter, Wolfgang Klauke (2001): Jonglieren Spiel mit der Schwerkraft; 6. Aufl. Edition Aragon

<http://en.wikipedia.org/wiki/Juggling> 8.10.2013

Wilhelm Kelber-Bretz (2000): Kinder Machen Zirkus; Meyer&Meyer-Verlag

Autor



Kai Becker, Jongleur und Feuerkünstler.

Tanz: Kreativer Kontratanz

Mirjam Wulff und Niklas Wulff

Der Wahlkurs „Kreativer Kontratanz“ ist immer ein Experiment. Wie können wir die Figuren, Formen und Melodien dieser Gesellschaftstänze aus dem England des 17. Jahrhunderts neu gestalten? Wie beeinflusst unser Raumgefühl die Art, wie wir tanzen? Wir wollen den Kontratanz nutzen, um uns einen kreativen Rahmen zu schaffen, in dem wir uns ausprobieren und gegenseitig begegnen.

[Auszug aus der Kursankündigung]



Abb. 1: Schülerinnen während der kursinternen Vorführung eines Tanzes für zwei Paare

„Mir hat die Abwechslung und unsere eigene Entscheidungsfreiheit, ob wir zu moderner Musik oder zu *Fietepaster*¹ tanzen wollen, sehr gefallen“ [Zitat einer Schülerin].

Einleitung

Kontratanz ist eine Tanzform, die in ihrer Ausführung sowohl anspruchsvoll in Bezug auf Konzentration und räumliches Denken ist, als auch großen Spaß bereitet. Diese Erfahrungen sammelten die Teilnehmenden der Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe im Rahmen des Wahlkurses. Der Kontratanz bietet durch die Kombination aus festen Tanzabläufen und live gespielter Tanzmusik eine Fülle pädagogischer Anknüpfungspunkte: Die Schulung von Konzentration und



Abb 2: Zwei Sechser-Sets und Musik während des Tanzes Mogeln

¹ Name eines Kontratanzes (Anm. d. Verf.)

Koordination im Erlernen der Tänze und des räumlichen Vorstellungsvermögens sowie die Kreativität beim Entwickeln von Tänzen. Kontratanz lässt den Jugendlichen trotz seiner festen Form die Freiheit, sich ohne Überschreiten von Intimitätsgrenzen und ohne körperlich-motorische Überforderung tänzerisch auszudrücken und sich als Teil einer miteinander agierenden Gruppe zu begreifen.

Was ist Kontratanz?

Beim Kontratanz handelt es sich um einen Tanz, der von einer Gruppe in Paaren getanz wird. Mehrere Paare bilden gemeinsam tanzspezifische Aufstellungen, meist eine sogenannte *Gasse*. Dabei tanzt das Paar nicht für sich, sondern interagiert im Tanz mit den anderen Tanzenden, die ihm als *Kontrapaar* bzw. *Kontrapartner* begegnen. Jeder Kontratanz setzt sich aus verschiedenen Figuren zusammen, die aus einem reichen Figurenrepertoire geschöpft werden. Die erste überlieferte Quelle, in der Kontratänze erwähnt werden, ist „The English Dancing Master“, eine Tanzsammlung von JOHN PLAYFORD (PLAYFORD 1651). Die Kontratänze erfreuten sich in England und im europäischen Raum des späten 17. und frühen 18. Jahrhunderts großer Beliebtheit. Rezeptionen finden sich in der Musik z. B. bei MOZART und BEETHOVEN und in der Literatur bei SCHILLER und GOETHE. GEORG GÖTSCH (1895–1956) griff die Tradition der Kontratänze zu Beginn des 20. Jahrhunderts wieder auf. Die *Musische Gesellschaft e.V.* pflegt die Tradition dieser Tanzart und entwickelt sie weiter. Der modulare Aufbau des Kontratanzes ermöglicht ein Experimentieren und eignet sich dadurch ideal für eine kreative Kursarbeit mit Jugendlichen.

Zielsetzung und didaktisches Konzept

Drei Themenkomplexe bestimmen den Ablauf des Kurses: Erstens Raum und Körper, zweitens Wahrnehmung und Interaktion und drittens Grenzen und Kreativität. Der Kurs vermittelt den Teilnehmenden eine Sensibilität für ihren eigenen Körper und ihre Bewegungen im Raum. Sie treten miteinander in Interaktion, erlernen die vorgegebenen Figuren und Abläufe, reflektieren diese und entfalten ihr eigenes kreatives Potenzial.

Eine lebendige und reflexive Dialogkultur auf Augenhöhe über die Inhalte und Methoden des Kurses ist Teil des didaktischen Konzeptes. Den Schülerinnen und Schülern wurde nicht nur die Möglichkeit eingeräumt, Tänze selbst zu entwickeln (Kreativität), sondern auch den Ablauf des Kurses mitzugestalten (Gestaltungskompetenz).

Das tägliche Feedback dient der Kursleitung auch als Entscheidungsgrundlage für die Gestaltung der nächsten Einheiten. Kontratänze sind fast allen Teilnehmenden neu – daher ist es wichtig, ihre Erwartungen und Ängste zu thematisieren und ernst zu nehmen. Die Vermittlung der angestrebten Kompetenzen findet größtenteils praktisch während des Tanzens statt. Der Erkenntnisgewinn erfolgt implizit vor dem Hintergrund des erlernten Figuren- und Tanzrepertoires. Aufgrund der begrenzten Kurszeit erfolgt die Vermittlung der Figuren und der ersten Tänze zu Beginn des Kurses durch die Kursleitung lehrerzentriert, wobei es innerhalb der Tänze Phasen gibt, in denen sich die Teilnehmenden die Figuren gegenseitig ins Gedächtnis rufen. Je weiter der Kurs fortschreitet, desto eigenständiger sollen die Teilnehmenden die



Abb. 3: Der Tanz Auf Abendländischen Bahnhöfen auf die Musik des Popsongs "Bills"

Tänze erarbeiten. Zuletzt wird die Möglichkeit gegeben, die gelernten Tänze und Figuren mit mitgebrachter Musik, eigenen Tanzschritten oder einer alternativen Raumgestaltung (s. u.) zu verknüpfen.

„Mit Tanz und Bewegung werden vier miteinander untrennbare Bereiche gefördert. Körper – Gesundheit. Kognition – die geistige Leistung. Emotionen und die psychische Konstellation von Lehrern und Schülern. Soziabilität, das Miteinander von Gruppen“ (REBEL 2014, S. 43).

Diese vier Bereiche (Körper, Kognition (d. h., Erkennen, Kenntnis, Wahrnehmung), Emotion und Soziabilität) werden durch Tanz im Allgemeinen gefördert. Beim Kontratanz liegt besonderes Augenmerk auf den Bereichen Kognition und Soziabilität. Die anspruchsvollen Tänze fördern die Kognition, insbesondere die Konzentration, das motorische Gedächtnis und die räumliche Vorstellungskraft. Außerdem unterstützt Kontratanz gruppenspezifische Prozesse durch die Begegnungen zwischen den Tanzenden, die immer wieder variierenden Tanzaufstellungen, in denen getanzt wird, und die wechselnden Funktionen der Paare innerhalb des Gefüges aller Tanzenden.

Ein Hilfsmittel zur räumlichen Vorstellung und zum Verständnis der Tänze ist ihre Visualisierung. Hierbei werden die Figuren der Tänze, ausgehend von der Grundaufstellung des jeweiligen Tanzes, als geometrische Formen aus der Vogelperspektive gezeichnet. Auf dem Papier sind die Positionen und Wege der Tanzenden sichtbar.

„Eine Bewegung, die ich mir nicht präzise vorstellen kann – und dies tun wir mit Bildern und Sprache – kann ich auch nur ungenau ausführen“ (REBEL 2014, S. 57).

Diese Visualisierung ist ein Lernschritt und gleichzeitig auch ein Mittel, weil die Tanzenden die symmetrischen Formen auf Papier festhalten und „einfrieren“, um sie der Unmittelbarkeit des erfahrenen Moments zu entziehen und für eine kognitive Auseinandersetzung zugänglich zu machen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt beim Lernen des Kontratanzes ist die Repetition. Die Tanzenden müssen genug Zeit bekommen, die Abläufe der Figuren zu verinnerlichen. Erst vor dem Hintergrund dieser Erfahrung kann die Form des Tanzes in Frage gestellt, Grenzen ausgelotet und die kreativen Potenziale der Teilnehmenden eingebracht werden. Die Teilnehmenden sollen mit dem Gelernten umgehen, es nach den eigenen Vorstellungen verändern, mit eigenen Erfahrungen verknüpfen und kreativ kombinieren.

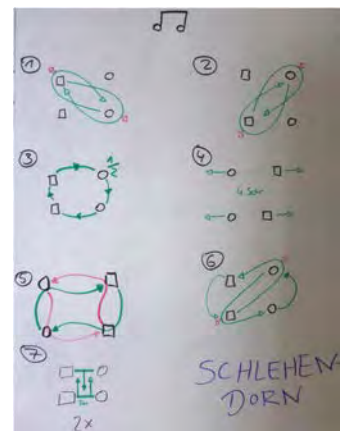


Abb. 4: Visualisierung des Tanzes Schlehen Dorn

Ablauf des Kurses

Im Laufe der Akademie wechselten die Teilnehmenden einmal den Wahlkurs. Das bedeutete, dass es zwei Wahlkurse von je vier 2,5-stündigen Einheiten gab. In diesen vier Tagen erlernten die Schülerinnen und Schüler die technischen Grundlagen und Formen des Kontratanzes und mehrere Tänze unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade, um dann mit Hilfe spielerischer Raumerfahrung und Visualisierungen zu einem freieren und gestaltenden Umgang mit der Tanzform zu gelangen und schließlich eigene Ideen zu entwickeln und zu realisieren.

Der erste Tag diente dem Kennenlernen untereinander sowie dem Vertrautwerden mit dem Kontratanz. Nach einigen Bewegungs- und Konzentrationsübungen (verschiedenes Laufen im Raum, Begegnungsübungen in der Gruppe, „Schaukeln“ und Dehnen im Kreis) begann der Tag mit dem Erlernen eines Gassentanzes: In beiden Wahlkursen handelte es sich um den Tanz *Auf Abendländischen Bahnhöfen*. Dieser praktische Einstieg sollte zu Beginn mögliche Hemmschwellen der Teilnehmenden überwinden und ihnen zeigen, was sie beim Kontratanz erwartet. Im Anschluss an den Tanz wurden in einer Begrüßungsrunde bisherige Tanzerfahrungen, Reflexionen über den bereits erlernten Tanz sowie Erwartungen für die folgenden Tage ausgetauscht. Die Teilnehmenden wurden von Anfang an intensiv in den Gestaltungsprozess des Kurses eingebunden. Nach dieser Gesprächsrunde erhielten sie eine praktische Einführung in einige zentrale Grundformen des Kontratanzes: *Laufschritt*, *Gleitschritt* und Handhaltung wurden ebenso geübt wie allein, im Paar oder im ganzen *Set* getanzte Figuren. Begriffe wie *mitsonnen* oder *erstes Eck* wurden erklärt. Mit diesem vertieften Hintergrundwissen wurde der erlernte Tanz noch einige Male durchgetanzt sowie ein zweiter Tanz, *Schlehdorn*, einstudiert.



Abb. 5: Schülerinnen und Schüler arbeiten unter Zuhilfenahme der Visualisierung an einer eigenen Strophe für den Tanz *Mogeln*

Der zweite Tag begann nach dem Aufwärmen mit einer kurzen Wiederholung der erlernten Tänze. Danach wurden die Teilnehmenden in die Methode der Visualisierung eingeführt als Möglichkeit, sich Abläufe und Figuren des Kontratanzes vor Augen zu führen. Nun visualisierten sie selbst den Tanz *Schlehdorn*, um denselben dann mit neuen Partnern mehrmals durchzutanzten, wobei immer ein *Set* von der Galerie aus den anderen Tanzenden zuschaute. Das schärfte in Verbindung mit den Visualisierungen das Gespür der Tanzenden für die Geometrie des Tanzes. In der zweiten Hälfte des Kurses wurden die ersten zwei *Strophen* eines dritten Tanzes erlernt, im ersten Wahlkurs *Mogeln*, im zweiten *Schwarze Kunst*; beide Tänze werden in *Sets zu drei Paaren* getanzt. Im Anschluss begannen beide Gruppen mit der Choreographie einer eigenen dritten *Strophe*, wofür sie zur Nutzung der Visualisierung als Hilfsmittel angeregt wurden. Diese Phase wurde am darauffolgenden Tag fortgesetzt.

Der dritte Tag begann mit einer Wiederholung der gelernten Tänze, dann bekamen die Teilnehmenden noch einmal Zeit, ihre Choreographie fertigzustellen. Daraufhin tanzten beide Sets gemeinsam ihre jeweilige *Strophe* mehrmals durch, dann den ganzen Tanz (*Mogeln* bzw. *Schwarze Kunst*). Schließlich schaute sich je das eine Set die Choreographie des anderen Sets an. Eine Pause leitete zu dem ruhigen Teil des Kurses über: Der Meditation. Anhand einer angeleiteten Körperreise wurde die Aufmerksamkeit erst auf den eigenen Körper und dann, durch gezielt gesetzte Klangimpulse, auf den Raum gelenkt. Nach der langsamen Rückführung tanzten die Schüler noch einmal *Schlehdorn*. In der abschließenden Reflexionsrunde zeigte sich, dass die Teilnehmenden durch die Meditation ruhiger und konzentrierter waren, was sich auch deutlich im Tanzen niederschlug. Die letzten Minuten der Kurszeit dienten der Planung des vierten und letzten Tages. Der vierte Tag bot den Teilnehmenden nun die Möglichkeit, abschließend ganz eigene Ideen zu verwirklichen. Der erste Wahlkurs teilte sich in zwei Gruppen: Vier Schülerinnen lernten zusätzlich den deutlich schwereren Tanz *Fietepaster*, acht Schülerinnen und Schüler tanzten die Schritte von *Auf Abendländischen Bahnhöfen* auf den modernen Popsong „Bills“ von LunchMoney Lewis. In der zweiten Hälfte des Kurses präsentierten sich die Gruppen gegenseitig ihre Ergebnisse. Der zweite Wahlkurs entschied sich dazu, im Dunkeln zu tanzen, was für die Tanzenden eine neue räumliche Herausforderung darstellte. Der Raum wurde abgedunkelt, die Tanzenden trugen an ihren Halsen und Handgelenken bunte Knicklichter und tanzten *Auf Abendländischen Bahnhöfen*. Beide Wahlkurse schlossen mit der Planung der Präsentation und einer ausführlichen Feedback-Runde.

Bei den Wahlkursen wurde besonders darauf geachtet, den Teilnehmenden eigene Gestaltung zu ermöglichen. Diese bewusste Aufnahme der verschiedenen Vorschläge der Schülerinnen und Schüler sorgte für ein sehr herzliches und verspieltes Gruppenklima. Immer wieder eingebaute Entspannungs- und Bewegungsübungen sorgten dafür, dass die Teilnehmenden konzentriert blieben. Ihre schnelle Auffassungsgabe und Begeisterung waren beeindruckend.

Fazit

Die Schülerinnen und Schüler steigerten im Rahmen des Kurses *Kreativer Kontratanz* ihr Gespür für Körper und Raum und die Fähigkeit, komplexe Abläufe zu verinnerlichen sowie diese darzustellen und darüber zu reflektieren. In beiden Kursen erarbeiteten die Teilnehmenden eigenständig jeweils in einer Gruppe von sechs Teilnehmenden eine eigene Strophe, wobei die Leitenden als Musiker zur Verfügung standen.



Abb. 6: Gemeinsames Erarbeiten einer eigenen Strophe zu dem Tanz *Schwarze Kunst*

Die Meditations- und Raumerfahrungsübungen erweiterten bei den Teilnehmenden spürbar deren Fähigkeit, in ihrer Wahrnehmung von ihrer direkten Umgebung zu abstrahieren und zusätzlich auf die tanzende Gruppe im Raum zu achten.

Es war erstaunlich, wie schnell die Teilnehmenden die Figuren der Tänze verinnerlichten, was notwendige Bedingung für eine freiere Kursarbeit mit stärker partizipativen Anteilen war. Trotzdem erschöpfte sich der Lernwille der Teilnehmenden nicht, und im Abschlussfeedback wurde von einigen Teilnehmenden vorgebracht, dass es gut wäre, zu diesem Zeitpunkt nochmal die gleiche Kurszeit zum kreativen Arbeiten zu haben.

In nur wenigen Tagen war der Kurs durch das gemeinsame Tanzen zu einer Einheit zusammengewachsen. Gleichzeitig ist jede einzelne Tänzerin und jeder einzelne Tänzer unverzichtbares Glied der tanzenden Gruppe – macht eine Person einen Fehler, wird sie von der ganzen tanzenden Gruppe aufgefangen. Kontratanz stiftet somit Gruppengefühl und fördert das Zugehörigkeits- und Verantwortungsbewusstsein bei jedem Einzelnen. Die Begeisterung der Jugendlichen beweist uns dies.

Literatur

Götsch, G., Gardiner, R. & Christl, R. (1969). Alte Kontratänze. Karl Heinrich Mösel Verlag. Wolfenbüttel.

Götsch, G. & Christl R. (1984). Neue Kontratänze. 2. Auflage. Karl Heinrich Mösel Verlag. Wolfenbüttel.

Rebel, G. (2014). Tanzpädagogik. In: Lange, H. & Sinning, S. (Hrsg.): Ästhetik und Leiblichkeit. Fachdidaktik und Themenkonstitution in ästhetisch-leiblichen Fächern und Lernbereichen. Forschungs- und Lehrzusammenhang Themenkonstitution, Band 7. Schneider Verlag Hohengehren GmbH, 2014.

Playford, J. (1651). The English Dancing master OR Plaine and easie Rules for the Dancing of Country Dances, with the Tune to each Dance. Printed by Thomas Harper, and are to be sold by John Playford, at his Shop in the Inner Temple neer the Church doore.

Autoren



Niklas Wulff

ist Kontratanzleiter und Mitglied der Musischen Gesellschaft e.V. In diesem Kontext nimmt er regelmäßig an Lehrgängen teil. Er wirkte pädagogisch sowohl auf der Musischen Sommerwoche als auch auf der Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe mit und arbeitet im Vorstand des Alumni- und Fördervereins der Hessischen Schülerakademie e.V. mit. Niklas ist Student im Master-Studiengang Energie- und Verfahrenstechnik der TU Berlin.



Mirjam Wulff

ist Kontratanzleiterin und Mitglied der Musischen Gesellschaft e.V. Sie hat als Theaterpädagogin und Regieassistentin unter anderem am Theater Strahl Berlin, der Volksbühne Berlin und dem Deutschen Theater Berlin gearbeitet. Religionspädagogische Arbeit u. A. in der Kaiser-Wilhelm-Gedächtnis-Kirchengemeinde. Sie studiert evangelische Theologie an der HU Berlin und arbeitet im Sonderforschungsbereich 980 „Episteme in Bewegung“.

Musikalische Improvisation: Elektronische Musik und Improvisation

Volker Kehl

Im Alltag sind wir von elektronischen Geräten umgeben. Wir benutzen, PCs, Laptops und Smartphones zur Informationsbeschaffung, als Kommunikationsmittel und zur Unterhaltung. Doch wie sieht es mit der ästhetisch-künstlerischen Gestaltung aus? In diesem Wahlkurs erforschen wir die Möglichkeiten und Perspektiven der elektronischen Musik.

Mittels Synthesizern, Samplern und Drumcomputern begeben wir uns auf die Reise in neue und vertraute Klangwelten. Wie entstehen die Sounds aus dem Computer, und wie kann man seine eigenen Klangideen verwirklichen? Wir untersuchen, wie einzelne digitale Sounds klingen und wie sie sich im Zusammenspiel mit akustischen Instrumenten und Alltagsgegenständen verhalten.

Im Laufe des Kurses improvisieren wir mit Gesang, Instrumenten und Geräuschen, lassen Klangcollagen entstehen und kreieren eigene Songs, bei denen schnell klar werden wird, dass elektronische Musik mehr ist als bloße Einsen und Nullen.

Für diesen Kurs benötigst du keine musikalischen Vorkenntnisse. Mitgebracht werden darf alles, was Klänge erzeugt.

[Auszug aus der Kursankündigung]

Elektronisches Setup



Abb. 1: Elektronisches Setup - 1 Mischpult: Behringer Eurorack MX 2642 2 Endstufe: t.amp E -800 3 Midi Keyboard: Alesis Q25 4 Sampler: Native Instruments Maschine Controller & Software 5 Drum Sampler: Roland SPD-30 Octapad, Roland KD-9 Kick Pad 6 Interface: Native Instruments Komplexe Audio 7 Analog Synthesizer: Moog Little Phatty 8 Laptop: Macbook Pro 13" 9 Software: Ableton Live 9 Suite 10 VST Plugins: Native Instruments Battery 4 / Rob Papen Predator 11 Mobiler Audiorecorder: Tascam DR-05 12 Mikrofone: Shure SM-58 / Behringer XM8500

Zur Konzeption

Die Sounds für elektronische Musik entstehen häufig durch die Technik von Sampling. Unter Sampling versteht man das Aufnehmen und Abspielen von Klangausschnitten (Sample) in digitaler Form.

Als Sample wird in der Musik ein Fragment (oder ein Loop) einer Melodie bezeichnet, das bewusst aus dem bestehenden Kontext extrahiert wurde und das man für eigene Produktionen nutzen kann. Dabei handelt es sich nicht nur um Melodien, sondern auch um Tonelemente oder Textpassagen. Eines der wichtigsten Anwendungsfelder von Sampling besteht in der „Simulation anderer Instrumente“. ¹ Dieses Anwendungsfeld wird mithilfe von analogen Synthesizern und von Musiksoftware den Schülerinnen und Schülern vorgestellt und anhand von Übungen greifbar und somit erfahrbar gemacht. Dabei werden Sampler benutzt, die zum Beispiel den Sound eines Klaviers oder einer Snare Drum wiedergeben.

Des Weiteren wurden zwei unterschiedliche Herangehensweisen von Sampling im Kurs vorgestellt.

¹ Großmann, Rolf: Collage, Montage, Sampling, in: Segeberg, Harro: Sound. Zur Technologie und Ästhetik des Akustischen in den Medien (Schriftenreihe der Gesellschaft für Medienwissenschaften 12), Marburg 2005, S. 322.

Zum einen besteht Sampling aus der Übernahme von fremdem Material. Der in der älteren Populärmusik am häufigsten gesamplete Song² wurde hierfür als Beispiel herangezogen. Das sechs Sekunden dauernde Drumsolo aus dem Song „The Amen Break“ von The Winstons hat Genres wie Hiphop, Rap und Drum 'n' Bass maßgeblich beeinflusst, wenn nicht sogar geprägt.³

Da sich Sampling aber oft durch die Übernahme fremden Materials auszeichnet und damit unter Verdacht steht, mit Hilfe der Technologie eher zu kopieren als Neues zu schaffen, gibt es zum anderen Ansätze in der zeitgenössischen elektronischen Musik, diesem Prinzip zu entsagen.

Der britische DJ und Produzent MATTHEW HERBERT veröffentlichte 2003 ein Manifest⁴, in dem er Regeln über das Komponieren aufstellt: Jeder Musiker soll nur mit echten Instrumenten arbeiten und nicht mit elektronischen Nachahmungen. Die Samples sollen eigene Unikate und kein Fremdmaterial sein. So soll nach Herbert die Authentizität gesichert werden.

Für den Wahlkurs wurde eine Mischform beider Vorgehensweisen angeboten, die anhand von Übungen und Improvisationen ausprobiert wurden. Am Ende des Wahlkurses entstanden so Klangcollagen und Songs.

Pädagogische und didaktische Ziele

Der Wahlkurs „Elektronische Musik und Improvisation“ gibt den Schülerinnen und Schülern die folgenden Möglichkeiten, sich weiterzubilden:

Durch das erstmalige Ausprobieren von verschiedenen elektronischen Instrumenten wird die Freude am Experimentieren und Improvisieren gefördert.

Die Schülerinnen und Schüler bekommen die Möglichkeit, zusammen Lieder zu gestalten und zu performen. Dadurch wird der Ensembledanke hervorgehoben, der soziale Kompetenzen fördert.

Durch die Teilnahme am Wahlkurs „Elektronische Musik und Improvisation“ erwerben die Schülerinnen und Schüler zusätzlich Fähigkeiten, die im Abschlussprofil des Hessischen Lehrplans für die 9. Stufe Voraussetzung und Grundlage für eine erfolgreiche Mitarbeit im Fach Musik in der gymnasialen Oberstufe sind:

Gestalten mit Instrumenten	<ul style="list-style-type: none">- Rhythmen nach Gehör reproduzieren- einfachere Melodien auf einem Instrument mitspielen- dabei Einsatz finden, Tempo einhalten
----------------------------	---

² <http://www.whosampled.com/The-Winstons/> (zuletzt eingesehen am 29.09.2015 um 16:44)

³ <http://www.bbc.com/news/magazine-32087287> (zuletzt eingesehen am 29.09.2015 um 17:22)

⁴ matthewherbert.com/about-contact/manifesto/

Gestalten durch Erfinden	<ul style="list-style-type: none"> - Rhythmen, Melodien und harmonische Begleitungen fortsetzen oder erfinden - Musik selbst erfinden
Gestalten mit technischen Medien	<ul style="list-style-type: none"> - technische Geräte bei Tonaufnahmen bedienen und einsetzen
Hören ohne Noten	<ul style="list-style-type: none"> - längere Zeit einer Musik konzentriert zuhören - rhythmische, melodische, harmonische, formale und klangliche Verläufe differenziert hören und beschreiben⁵

Durch das Anhören von Soundbeispielen sowie das Erstellen eigener Sounds werden analytische und künstlerische Fähigkeiten gefördert. Die Analyse von Populärmusik (im konkreten Beispiel: elektronische Musikrichtungen wie Techno, Hiphop oder Dubstep) schult die bewusste Wahrnehmung von Musik. Die bisherigen Hörerlebnisse der Schülerinnen und Schüler können durch weitere Hörpraktiken ergänzt werden. Das Interesse gilt dem Aufbau einer differenzierten Hörfähigkeit. Dabei muss der Gefahr begegnet werden, dieses Thema allzu theoretisch zu vermitteln. Es sollten handlungsorientierte Methoden im Vordergrund stehen, insbesondere solche, die spielerische Zugänge ermöglichen. Durch das Experimentieren mit einzelnen Sounds und Strukturen sowie deren Imitation können die Schülerinnen und Schüler einen lebendigen Zugang zur Musik finden.

Ablauf des Kurses

Im Laufe der Akademie wechselten die Schülerinnen und Schüler einmal ihre Wahlkurse, so dass jede Gruppe vier Tage à 2,5 Stunden zur Verfügung hatte. Die Wahlkursgruppen bestanden aus jeweils 12 Schülerinnen und Schüler.

Erste Sitzung: Kennenlernen, Vorstellen des Konzepts, Ausprobieren und Experimentieren mit Geräten

Die erste Wahlkurs-Einheit stand zunächst im Zeichen des Kennenlernens. In einer Vorstellungsrunde tauschten die Schülerinnen und Schüler ihre bisherigen Musikerlebnisse und Erfahrungen mit elektronischer Musik aus. In beiden Wahlkursgruppen war die Zahl derer, die ein Instrument spielen, in der Mehrheit. Viele Schülerinnen und Schüler hatten sogar mehrjährigen Unterricht an Instrumenten wie Klavier, Trompete, Klarinette oder Posaune (Wahlkurs A), Schlagzeug, Flöte oder Geige (Wahlkurs B); einige hatten noch keine Erfahrung im Musizieren. Elektronische Musik wurde von den Schülerinnen und Schülern bisher eher konsumiert als produziert.

⁵ Lehrplan Musik, Gymnasialer Bildungsgang, Jahrgangsstufen 5G bis 9G und gymnasiale Oberstufe, S. 32.

Ein weiteres Thema der ersten Sitzung war die Einführung in das Sampling. Anhand von Musikbeispielen^{6,7,8} und dem Lesen von Auszügen aus MATTHEW HERBERTS Manifest erarbeiteten wir uns zuerst theoretisch die zwei unterschiedlichen Konzepte von Sampling.

In die Praxis übertrugen wir dies dann folgendermaßen: Die Schülerinnen und Schüler suchten sich im Raum einen Klang, der ihnen gefiel. Dabei wurde mit verschiedenem Material, wie z.B. Schlüssel, Sticks oder Fensterscheibe, experimentiert. Die unterschiedlichen Klänge wurden schließlich einzeln vorgespielt und mit dem Audiorecorder aufgenommen. Die fertigen selbstausgesuchten Samples wurden an zwei Beispielen exemplarisch im Computerprogramm extrahiert und auf ein Drumpad des Roland Octapad gelegt.

Für das weitere Vorgehen bildeten sich zwei Gruppen: Die eine Gruppe, bestehend aus Schülerinnen und Schülern, die ein Musikinstrument mitgebracht hatten (Trompete, Posaune, Gitarre, Klarinette), entschied sich eigenständig, Samples auf verschiedenen Instrumenten in G-Dur einzuspielen. Die aufgenommenen und verarbeiteten Samples wurden auf ein Drumpad gelegt. Dann begannen die Schülerinnen und Schüler mithilfe der Aufnahmesoftware Ableton Live, zwei Trompetensounds rhythmisch einzuspielen. Zusätzlich spielten zwei weitere Schüler einen Bass Sound vom Moog Little Phatty ein. Ein Beat, mithilfe der aufgenommenen Samples und einer Drumsoftware (Battery 4) kreiert, rundete die Instrumentierung ab. Ein Schüler begann, spontan auf den fertigen Loop zu rappen. Als die andere Gruppe wieder dazu kam, nahmen wir noch einen Refrain auf, den alle zusammen im Chor einrappten. Am Ende kam es so zu einem Hiphop-ähnlichen Loop.⁹

Die zweite Gruppe wurde mit der Aufgabe losgeschickt, auf dem Burggelände mithilfe eines portablen Aufnahmegeräts Geräusche aufzunehmen. Nach circa 20 Minuten kamen sie mit etwa 15 verschiedenen Geräuschen wieder. Wir hörten jedes einzelne Sample an, und es begann ein Ratespiel, welches Geräusch welchem Gegenstand zuzuordnen war.

Zweite Sitzung: Technoanalyse, Zuhören und Nachmachen, Gruppeneinteilung

Um ein Bewusstsein für die Gestalt und Wirkung moderner Popmusik zu entwickeln, sollten die Schülerinnen und Schüler erfahren, wie ein Sound entsteht.¹⁰ Und um Soundvorstellungen von einer bestimmten Musikrichtung zu bekommen, empfiehlt es sich, Hörbeispiele dieser Musikrichtung anzuhören und zu analysieren. Wir nahmen uns vor, die Elemente des Sounds von Techno zu untersuchen. Dazu hörten wir uns mehrmals hintereinander den Song von Claptone feat. Jaw mit dem Titel „No Eyes“¹¹ an und kamen zu folgenden Ergebnissen:

⁶ https://www.youtube.com/watch?v=GxZuq57_bYM

⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=jbjwz8gJD1c>

⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=GddErv81vOY>

⁹ <https://soundcloud.com/burgtech/hiphop-fursteneck-game>

¹⁰ Vgl. Quast, Rüdiger: Neue Technologien in der Popmusik. Eine Unterrichtseinheit, in: Populäre Musik im Unterricht 23, Lüneburg 1988, S. 26.

¹¹ <https://www.youtube.com/watch?v=sTPtBvcYkO8>

Analysebereich	Fragen	Ausgewählte Notizen von SchülerInnen
Instrumentierung	Welche Instrumente können herausgehört werden? Wie werden sie eingesetzt?	Gesang (mit Effekten), Bass, Schlagzeug im Vordergrund und durchgehend, Shaker, Elektro-Klavier/Synthesizer, Art Streichinstrument im Hintergrund
Rhythmik	Variabel? Gleichbleibend? Welche perkussiven Elemente sind erkennbar? Welcher Takt wird gespielt?	Klarer Beat (laut) Monoton 4/4 Takt 4-to-the-floor-Beat Offbeat-Hihat
Aufbau und Arrangement	An welcher Stelle setzen die Instrumente ein? Gibt es Pausen?	Harmonie besteht aus Loops und wird am Anfang allmählich lauter, der Gesang gibt die Melodie vor, Melodie unkompliziert, viele Wiederholungen, durchgehender Rhythmus/Bass, elektronisch erzeugte Töne vor dem Gesang: aufregende deutliche Geräusche, wenige Samples gleichzeitig, aufeinander aufbauend
Stimmung, Atmosphäre		Traurige Stimmung, alle sind glücklich, nur man selbst wird nicht beachtet (No Eyes on me)

Nachdem wir uns durch die Soundanalyse über die intendierte Soundästhetik verständigt hatten, begannen die Schülerinnen und Schüler mit der Imitation und Planung der Songstrukturen. Sie machten sich auf zunächst sehr freie und intuitive Suche nach passenden Sounds oder Zusammenklängen. Durch dieses Ausprobieren formierten sich Kleingruppen an den verschiedenen Instrumenten. Dies veranlasste uns am Ende der Stunde, Instrumentengruppen einzuteilen. So entstanden eine Beat/Rhythmusgruppe, eine Melodie/Harmoniegruppe, eine Bassgruppe und eine Dropgruppe (in Wahlkurs A auch eine Gesangsgruppe).

Der sogenannte Drop wurde von den Schülerinnen und Schülern bei der Vorbesprechung als ästhetisch besonders ansprechend beschrieben. Der Drop ist der Moment, in dem nach einer kurzen Pause Bass und Beat wieder mit voller Wucht aktiviert werden.

Dritte Sitzung: Lied Strukturierung, Aufnahme einzelner Instrumente, Spuren für den Song

Die vier verschiedenen Gruppen setzten sich zusammen und begannen isoliert mit der Gestaltung auf ihren Instrumenten.

Durch gemeinsames, gruppeninternes Bewerten der Wirkungen und Qualitäten der Klangexperimente einigten sich die Schülerinnen und Schüler auf z. B. einen bestimmten Basslauf,

eine Tonfolge oder einen bestimmten Rhythmus. Die unterschiedlichen Ausgestaltungen stellten sie sich gegenseitig vor, und durch gemeinsames Improvisieren entstanden erste Ideen für einen eigenen Song. Sobald einige Ideen greifbar wurden, starteten wir mit der Aufnahme per Laptop. Als zentraler Bestandteil einer Musikproduktion dient mittlerweile der Computer/Laptop, „der dann Synthesizer, Effektgerät, Sampler, Mischpult und Aufnahmemedium etc. in einem“¹² darstellt. Dieses Zusammenspiel unterschiedlicher Aufgabenbereiche im Computer prägt die Entstehung elektronischer Musik.

Da in der Höranalyse beobachtet wurde, dass der Rhythmus im Vordergrund steht und den Song stark prägt, begann die Rhythmusgruppe, als Erstes ihren Part auf dem Roland Octapad einzuspielen. Drum Pads ermöglichen ein intuitives Abspielen des Samples. Der Sampler wird sozusagen zum Musikinstrument, bei dem die einzelnen Samples auf die Pads verteilt und per Hand oder mit Drumsticks eingespielt werden können. Besonders beim Erstellen von ‚Beats‘ ist dieses Verfahren äußerst beliebt.

Nachdem der Beat eingespielt war, entschloss sich die Bass-Gruppe einen Bassgroove beizusteuern. Mit diesen beiden Elementen war die Basis für den Song gelegt.

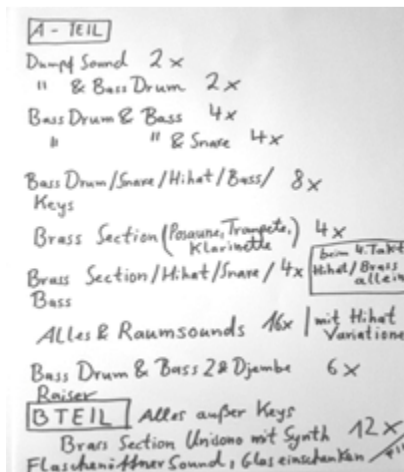
Besonders hervorzuheben ist die grandiose Ensemblearbeit während der Erarbeitung, die sich in Rücksichtnahme und gegenseitigem Fördern ausdrückte. Da es zum Beispiel in Wahlkurs B drei verschiedene Klavierspieler und Spielerinnen gab und jede/r einen Teil zum Song beisteuern wollte, kreierte sie drei verschiedene Klavierparts. Beim Drumming wurden die unterschiedlichen Hits (Snare, Bass Drum, Hi-hat) untereinander aufgeteilt.

Vierte Sitzung: Arrangement, Einübung der Songs für die Präsentation

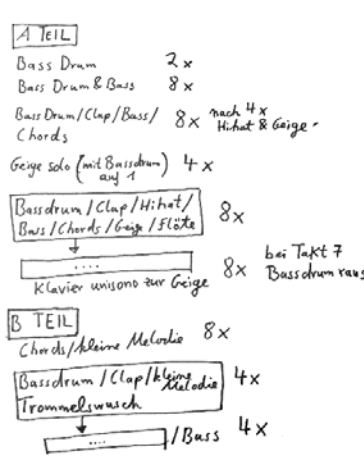
In der letzten Wahlkurseinheit ordneten wir die Ideen und arrangierten einen eigenen Song, den die Schülerinnen und Schüler bei der Abschlusspräsentation den Gästen live vorspielten. Die Arbeit am Arrangement gestaltete sich insofern interessant, als die Transferleistung sehr beachtlich war: Die Entwicklung verlief vom spontanen Spielen zur Aufnahme und Soundgestaltung auf dem Laptop sowie von dort auf Papier angeordnet und strukturiert zur Live-Version.

Im Folgenden sind die beiden handschriftlich verfassten Arrangements der jeweiligen Wahlkurse dargestellt:

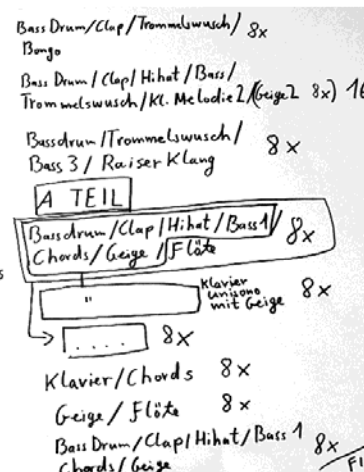
¹² Harenberg, Michael: Virtuelle Instrumente zwischen Simulation und (De)Konstruktion, in: Kleiner, Marcus S. (Hg.): Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, Frankfurt/M. 2003, S. 69.



Arrangement Wahlkurs A¹³



Arrangement Wahlkurs B¹⁴



Die Resonanz des Publikums war äußerst positiv. Es wurde immer wieder großes Erstaunen darüber geäußert, welche hohe Qualität einer Musikproduktion in so kurzer Zeit möglich war.

Fazit

Die Schülerinnen und Schüler bekamen in diesem Kurs die Möglichkeit, ihre eigene Stimme und ihr eigenes Instrumentalspiel aufzunehmen. Darüber hinaus lernten sie das Herstellen eigener Samples für die Verwendung von Beats und Sounds. Sie entdeckten die Möglichkeit, eigene aufgenommene Geräusche abzuspielen und damit Neues zu schaffen.

Die Wahlkurstage boten viele spannende musikalische Momente. Die Bereitschaft zum Experimentieren und die Begabung, elektronische Musik zu kreieren, waren überwältigend. Es gab viele Momente konzentrierter, gemeinsamer Arbeit und gleichzeitig viel Freude und Spaß an ungewöhnlich und abstrus anmutenden Klugaufnahmen. Besonders in Erinnerung bleibt Dr. Gruber, eine Soundinstallation, die einen kurzen Einblick in ein Krankenhaus zu vermitteln scheint.¹⁵ Um einen noch besseren Einblick in unseren Wahlkurs zu bekommen, haben Sie nun, verehrter Leser, die Gelegenheit, die im Text verlinkten Songs anzuhören und damit an beiden Techno-und-Sound-Ensembles der Hessischen Mittelstufenakademie 2015 teilzuhaben.

¹³ <https://soundcloud.com/burgtech/wahlkurs2>

¹⁴ <https://soundcloud.com/burgtech/wahlkurs2>

¹⁵ <https://soundcloud.com/burgtech/dr-gruber>

Literatur

Dean, Roger T. (Hg.): The Oxford Handbook of Computer Music, Oxford 2009.

Großmann, Rolf: Collage, Montage, Sampling, in: Segeberg, Harro: Sound. Zur Technologie und Ästhetik des Akustischen in den Medien (Schriftenreihe der Gesellschaft für Medienwissenschaften 12), Marburg 2005, S. 308-331.

Harenberg, Michael: Virtuelle Instrumente zwischen Simulation und (De)Konstruktion, in: Kleiner, Marcus S. (Hg.): Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, Frankfurt/M. 2003, S. 69-93.

Herbst, Jan-Peter: Netzwerk Sound. Eine didaktische Herausforderung der populären Musik, in: Kramer, Rudolf-Dieter (Hg.): Forum Musikpädagogik 129, Augsburg 2014.

Lehrplan Musik, Gymnasialer Bildungsgang, Jahrgangsstufen 5G bis 9G und gymnasiale Oberstufe, Hessisches Kultusministerium 2010.

matthewherbert.com/about-contact/manifesto

Quast, Rüdiger: Neue Technologien in der Popmusik. Eine Unterrichtseinheit, in: Populäre Musik im Unterricht 23, Lüneburg 1988, S. 26-32.

Torwellen, Björn: Ableton Live, Profiguide: Know-how für Produktion und Performance, Bergkirchen 2011.

Autor



Volker Kehl

ist Schlagzeuglehrer und Dozent für Improvisation in Theater und Musik. Als Livemusiker und Produzent sammelt er seit vielen Jahren Erfahrungen in Komposition und Verwirklichung elektronischer Musik.

www.drumstixx.de

3.

Über die Akademie

Pressebericht Hünfelder Zeitung

LOKALES

Mitt

HÜNFELD · NÜSTTAL · EITERFELD · BURGHAUN **HÜNFELDER LAND** RASDORF · GEISAER AMT · HERSFELDER LAND

Wissenserwerb – aber mit Spaßfakt

Zum fünften Mal Schülerakademie für die Mittelstufe auf Burg Fürst

FÜRSTENECK

Die jungen Leute sind aus dem Alter raus, in dem in der ersten Schulwoche nach der freien Zeit ein Aufsatz zum Thema „Mein schönstes Ferienerlebnis“ angesagt wäre. Aber sie hätten sicherlich was zu erzählen. Zum Beispiel über das Lernen auf Burg Fürsteneck.

Von unserem Redaktionsmitglied
HARTMUT ZIMMERMANN

Zum fünften Mal war das historische Gemäuer der Ort, an dem die „Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe“ stattfand. Hinter dem ein wenig sperrigen Titel verbirgt sich ein Angebot für begabte hessische Jungen und Mädchen im Mittelstufenalter. Zehn Tage lang können sie in ihren Interessensbereichen Neues erproben und zu erfahren. Neben Schwerpunkten in Physik, Mathematik, Chemie und Biologie gehört auch der Bereich Kunst und Kultur zu den „Hauptfächern“, die zur Wahl stehen. Hochschullehrer, junge Promovierte und Doktoranden der jeweiligen Fächer begleiten die Arbeit und lenken auch schon mal den Blick auf die Welt der Forschung. Ein ganzer Strauß von Wahl-Kursen ergänzte das Angebot. Von Jonglage über elektronische Musik, historischen Kontranz, digitale Portraitfotografie und das Erstellen einer „Graphic Novel“ konnten die Jugendlichen ausprobieren.

Gesungen wurde aber offenbar auch, denn zur Begrüßung empfingen die Akademie-Schüler ihre Eltern und die übrigen Besuchern mit hörbar gut einstudierten Chorwerken. Es sei wichtig, den begabten Jugendlichen die Erfahrung zu ermöglichen, dass ihre Leistungsfähigkeit kein „Problem“ sei, sagt Professor Dr. Wolfgang Metzler, der Vorsitzende des Kuratoriums der Schülerakademien. Das Miteinander zureichere und lade mit Erfolg



Kann man „Globalisierung“ tanzen? Die Schülerinnen und Schüler meistern in ihrer Abschlusspräsentation diese Herausforderung. Fotos: HZ

dazu ein, sich auch jenseits der eigenen Interessenschwerpunkte zu bilden.

Was das bedeuten kann, erlebten die Besucher gestern bei einem Rundgang durch die Burg. Eigenständige kleine Forschungsprojekte sind beispielsweise bei den Biologen zu finden. Unter der Überschrift „Das unsichtbare Leben“ haben die Jugendlichen untersucht, ob auf einer Toilettenbrille, einer häufig benutzten Türklinke oder einem Küchenschwamm mehr Pilze und Bakterien zu finden sind. Nebenbei: Das meiste Leben gibt es auf dem Schwamm.

Und die, die „Kunst und Kultur“ gewählt haben, zeigen ihren Besuchern in einer gelungenen Choreografie, wie man „Globalisierung“ mit den Mitteln des Tanzes darstellt.

WEB hska.de

E-PAPER mehr Bilder



Nicht nur Mikroskop und Lupe, auch Buntstifte und Kleber kamen bei zum Einsatz, die sich mit „unsichtbarem Leben“ befassten.

Akademiechor

Sylvia Schmuck

Ein aufregendes Projekt für die gesamte Gruppe war der Chor, der dreimal jeweils eine Stunde stattfand, am Abschlusstag den Gästenachmittag mit zwei Liedern eröffnete und die Eltern, Freunde und hohen Gäste zum Abschluss mit einem letzten Abschiedslied erfreute.

Es war ein unvermutet anspruchsvolles Unterfangen, 60 Jugendliche mit unterschiedlichsten Voraussetzungen und in zum Teil sensiblen Stimmbruchlagen unter einen Hut zu bekommen.

Das tragende Stück war ein rhythmischer und jazziger Sprechkanon in vier Stimmen. Unterlegt wurde es von einem dreistimmigen Begleit-Ostinato.

Der schöne Aufbau der Burghalle mit einer Empore ermöglichte eine Aufteilung, in der das Begleit-Ostinato von der Empore gesungen wurde und eine ca. zwölfköpfige Gruppe den Sprechkanon auf der Ebene der Gäste mit rhythmischen Bewegungen vortrug. Ein Jugendlicher begleitete die gesamte Gruppe mit einem Cajón und gewährleistete, dass alle im Rhythmus blieben (was bei insgesamt sieben Stimmen gar nicht so einfach war).

Das zweite Stück war ein dreistimmiges Lied mit wiederum drei Strophen und besingt den Abschied von Freunden mit der Sicherheit, sich bald wieder zu sehen. Die Melodie ist sehr romantisch und harmonisch und bei einem schönen gemeinsamen Klang entstand immer wieder der „Gänsehauteffekt“, vor allem am Gästenachmittag im Wissen des baldigen Abschieds der Schülerinnen und Schüler voneinander.

Das dritte Lied nannte sich indianisches Abendlied. In der von uns gesungenen Variante hat es vier Stimmen und war besonders für den Tenor und den Alt eine fordernde Aufgabe. Sehr hilfreich waren hier gesangserfahrene Teammitglieder, die den Chor stützend auf den richtigen Tönen begleiteten.

Insgesamt ermöglicht der Chor eine wichtige Zeit, die der Großgruppe das Gefühl geben kann, zusammen ein gemeinsames Projekt zu realisieren.

Kursübergreifende Angebote

Lena Walter und Maximilian Bieri

Montagabend, 19:45 Uhr in der Halle auf Burg Fürsteneck. Eine knisternde Spannung liegt in der Luft. Schließlich ist es der Beginn einer so noch nie dagewesenen Veranstaltung, „Fürsteneck’s got talent“. Doch was in den nächsten zwei Stunden passiert raubt allen den Atem. Denn Schüler und Betreuer verblüffen das Publikum immer wieder mit ihren verschiedensten Talenten, sei es in musikalischer, tänzerischer Art oder auf unterhaltsame Weise. Das Ganze endet in einer großen After-Show Party und wird ein unvergesslicher Abend für alle.

In Momenten wie diesen ist er deutlich spürbar, der „Geist der Akademie“. Wer einmal selbst die Schülerakademie oder auch nur den Gästenachmittag besucht hat, hat sie erlebt, diese besondere Atmosphäre. Hinter den Jugendlichen liegen zehn ereignisreiche Tage und aus „der Schülerakademie“ ist für sie längst „unsere Schülerakademie“ geworden.

Das kursübergreifende Angebot bildete dafür einen übergeordneten Rahmen, der über die eigenen Haupt- und Wahlkurse hinausging. Die sogenannten „KüAs“ fanden jeden Mittag und Abend auf freiwilliger Basis statt und beinhalteten vielfältige Aktivitäten der unterschiedlichsten Art.

Wer auf das Programm nicht bis nach dem Frühstück warten wollte, konnte mit einer kleinen Joggingrunde oder einer Yogaeinheit in den Morgen starten. Im anschließenden Morgenplenum wurde der Tag dann gemeinsam in der großen Runde begonnen. Neben organisatorischen Ankündigungen wurde das Programm für den Tag vorgestellt und zum Warmwerden gab es zudem meist noch ein Gruppenbewegungsspiel.

Nach dem Hauptkursprogramm am Vormittag und dem Mittagessen bestand dann die Möglichkeit, die Mittagspause ganz nach eigenen Bedürfnissen zu nutzen. Man fand sich in verschiedenen Konstellationen zusammen, um zu musizieren und zu singen – das eine Mal nach

Noten, das andere Mal improvisiert. Andere entspannten sich beim Erlernen von Massage-techniken oder waren sportlich aktiv. Es wurde PowerPoint-Karaoke gespielt oder ein eigenes Akademie-T-Shirt gestaltet.

Schnell wurde deutlich, dass die Neugierde auf Neues und die Lust auf Mehr der Schülerinnen und Schüler nicht nach den Haupt- oder Wahlkursen endete. In ihrer Freizeit nutzten sie die zahlreichen Gelegenheiten zum inhaltlichen wie zum persönlichen Austausch. Gemeinsam etwas tun, an dem man Freude hat, oder gemeinsam etwas ganz Neues entdecken: für beides war Raum – oder wurde Raum geschaffen. Denn neben den Angeboten des Akademierteams machten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer rege davon Gebrauch, selbst initiativ zu werden, um beispielsweise zu musizieren, zu diskutieren oder ein Sportmatch auszutragen. Aktivitäten, die an einem Tag spontan zustande kamen, wurden dann häufig am nächsten Tag als kursübergreifendes Angebot fortgesetzt.

In einer zweiten Zeitschiene nach dem Abendessen konnten weitere Aktivitäten unternommen werden. Unter ihnen gab es auch einige, bei denen die gesamte Gruppe zusammen kam. Beispielhaft seien hier die Herstellung von eigenem Stickstoffeis oder ein Lagerfeuer mit Marshmallows erwähnt. Auch der Samstag stand ganz im Zeichen des gemeinsamen Erlebens. Organisiert wurde eine Olympiade, die aus sechs verschiedenen Stationen bestand. Dabei wurden Spiel und Spaß mit Wettkampfcharakter und Teambuildingmaßnahmen verknüpft. Abends beeindruckten alle Hauptkurse, indem sie die Gruppe durch kurze Darbietungen oder Ausstellungen an ihrer bisherigen Kursarbeit teilhaben ließen. Den Abschluss dieses Tages bildete die Siegerehrung der Olympiade. Und schließlich stand am Montagabend noch die eingangs erwähnte Talentshow an.

Wie der Gästenachmittag kann auch die Dokumentation stets nur einen Einblick in die Zeit während der Akademie geben. Es war nicht nur eine Zeit des gemeinsamen (Nach-)Denkens, sondern gleichwohl eine des gemeinsamen Erlebens und Entdeckens.



Lena Walter

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Mathematik der Freien Universität Berlin



Maximilian Bieri

Student im Masterstudiengang Mathematik der Goethe Universität Frankfurt am Main

Akademiestruktur

Anreisezeit	Uhrzeit	Montag, 27.07.	Dienstag, 28.07.	Mittwoch 29.07.	Donnerstag, 30.07.
Anreisetag Sonntag, 26.07.					
Bitte Anreizezeiten unbedingt einhalten!	07:45 – 08:20	Frühstück	Frühstück	Frühstück	Frühstück
Anreise ab 9:00 Referenten	08:30 – 08:55	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle
12:30 Mittag und Teamkaffee	09:00				
13:30 Teamsitzung	– 12:00	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs
Anreise ab 16 Uhr	12:15	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen
Zimmerbelegung bis 16:45 Uhr	– 14:00	ab 13 Uhr: KÜAs, Sport&Bewegung	ab 13 Uhr: KÜAs, Sport&Bewegung	ab 13 Uhr: KÜAs, Sport&Bewegung	ab 13 Uhr: KÜAs, Sport&Bewegung
ab 17 Uhr:	14:15 – 15:15	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs
• Begrüßung in der Burghalle	15:20 – 15:40	Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen
• Organisation und weitere Infos	15:45 – 18:15	Wahlkurs I	Wahlkurs I	Wahlkurs I	Wahlkurs I
• Vorsteltung Haupt- + Wahlkurse	18:15 – 19:45	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung
• Burgrallye	19:45 – 21:00	Kursübergreifende Aktivitäten	Kursübergreifende Aktivitäten	Kursübergreifende Aktivitäten	Kursübergreifende Aktivitäten
19 Uhr: Abendessen	ab 21:00	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall
ab 19:30 Uhr: Kennenlernspiele					
• Ausklang					

Freitag, 31.07.		Samstag, 01.08.		Sonntag, 02.08.		Montag, 03.08.		Uhrzeit		Präsentation Dienstag, 04.08.	
Frühstück		Frühstück	Frühstück	Frühstück	Frühstück	Frühstück	Frühstück	07:45 – 08:20			• Frühstück • Zimmerräumung • Schlüsselabgabe • 09:30 Plenum
gemeinsames Morgenplenum in der Halle	langes Frühstück bis 08:55 Uhr	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	08:30 – 08:55			
Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	09:00 – 12:00			• 09:00 – 10:00 Wahlkurs I bzw. II • 10:00 – 12:30 Hauptkurs- Abschluss
Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen	12:15 –			• Getränkeabrechnung • 12:30 Mittagessen, danach Vorbereitung Werkstattbesuche
kein KüA-Angebot	gemeinsames küA-Event	13 – 14 Uhr: KüAs, Sport&Bewegung	13 – 14 Uhr: KüAs, Sport&Bewegung	13 – 14 Uhr: KüAs, Sport&Bewegung	13 – 14 Uhr: KüAs, Sport&Bewegung	13 – 14 Uhr: KüAs, Sport&Bewegung	13 – 14 Uhr: KüAs, Sport&Bewegung	14:00			
Hauptkurs		Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	Hauptkurs	14:15 – 15:15			Gästenachmittag
Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	Kaffee & Kuchen	15:20 – 15:40			• 14:00 – 14:30 Grußworte Halle • 14:45 – 16:00 Werkstattbesuche in den Hauptkursen • 16:00 – 16:30 Kaffee und Kuchen • 16:30 – 17:45 Werkstattbesuche in den Wahlkursen • 17:45 – 18:30 Verabschiedung in der Halle
Wahlkurs II	Wahlkurs II	Wahlkurs II	Wahlkurs II	Wahlkurs II	Wahlkurs II	Wahlkurs II	Wahlkurs II	15:45 – 18:15			
Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung	18:15 – 19:45			
Kursübergreifende Aktivitäten	Kursübergreifende Aktivitäten:	Kursübergreifende Aktivitäten	Kursübergreifende Aktivitäten	Kursübergreifende Aktivitäten	Kursübergreifende Aktivitäten	Kursübergreifende Aktivitäten	Abschiedsabend	19:45 – 21:00			
geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall	Kurswerkstätten	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall		ab 21:00			

Ablauf des Gästenachmittags

Moderation: Ferenc Kréti und Claudia Wulff

- 14:00 Akademie-Chor (Halle)
- 14:05 Grußworte (Halle)
Ferenc Kréti und Dr. Claudia Wulff, Leitung der Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe
Prof. Dr. Wolfgang Metzler, 1. Vorsitzender Kuratorium Hessische Schülerakademien
- 14:30 Das Akademie-Team stellt sich vor (Halle)
- 14:45 Geführte Werkstattbesuche durch die Hauptkurse
Alle Gäste haben die Möglichkeit, zwei Hauptkurse zu besuchen: Nach dem Besuch des Hauptkurses, an dem Ihr Kind teilgenommen hat, besuchen Sie mit Ihrer Gruppe einen weiteren Kurs.
- Chemie (Werkstatt) wechselt zu Mathematik (Webraum)
 - Mathematik (Webraum) wechselt zu Biologie (Marstall)
 - Biologie (Marstall) wechselt zu Physik (Spangenberg)
 - Physik (Spangenberg) wechselt zu Kunst und Kultur (Halle)
 - Kunst und Kultur (Halle) wechselt zu Chemie (Werkstatt)
- 16:00 Kaffee und Kuchen (Speisesaal)
- 16:30-17:00 Werkstattbesuche von Wahlkurs 1
- Fotoportrait (Spangenberg)
 - Kontratanz (Halle)
 - Graphic Novels (Gewölbekeller)
 - Jonglage (9-Säulen-Raum)
 - Elektronische Musik und Improvisation (Webraum)
- 17:10-17:40 Wechsel zu Wahlkurs 2
- 17:45 Akademieabschluss (Halle):
- Chor
 - Vorstellung des Alumnivereins (Niklas Wulff)
 - Übergabe der Zertifikate
 - Verabschiedung
- ab 19:00 Buffet (Speisesaal) & Abreise

Gruppen- und Teamfoto



Schirmherr: Kultusminister Prof. Dr. R. Alexander Lorz

Weitere Informationen:

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

Die Akademie wird gefördert von



Hessische Heimvolkshochschule BURG FÜRSTENECK e.V.
Am Schloßgarten 3 | 36132 Eiterfeld
Telefon: 06672-92020 | Fax 06672-920230
bildung@burg-fuersteneck.de | www.burg-fuersteneck.de



Sparkasse Fulda Kto. 72002892 | BLZ 53050180
BWIFT-BIC HELADEF1FDS
IBAN DE77530501800072002892
Amtsgericht Fulda VR 1847 | USt-IdNr DE237893082



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 978-3-910097-27-8. Sie ist bei einer Verwendung anzugeben.

ISBN: 978-3-910097-27-8