

# HESSISCHE SCHÜLERAKADEMIE

Mittelstufe – Jahrgangsstufen 7 bis 9

13. bis 22. Oktober 2013

## Dokumentation



Schirmherrin: Frau Kultusministerin Nicola Beer



# 3. Hessische Schülerakademie

Mittelstufe

13. bis 22. Oktober 2013

## - 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](http://www.burg-fuersteneck.de)

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





## Namensnennung-NichtKommerziell-KeineBearbeitung 3.0 Unported (CC BY-NC-ND 3.0)

### Sie dürfen:

das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen

### Zu den folgenden Bedingungen:



**Namensnennung** — Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.



**Keine kommerzielle Nutzung** — Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden.



**Keine Bearbeitung** — Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

### Wobei gilt:

**Verzichtserklärung** — Jede der vorgenannten Bedingungen kann **aufgehoben** werden, sofern Sie die ausdrückliche Einwilligung des Rechteinhabers dazu erhalten.

**Public Domain (gemeinfreie oder nicht-schützbar Inhalte)** — Soweit das Werk, der Inhalt oder irgendein Teil davon zur **Public Domain** der jeweiligen Rechtsordnung gehört, wird dieser Status von der Lizenz in keiner Weise berührt.

**Sonstige Rechte** — Die Lizenz hat keinerlei Einfluss auf die folgenden Rechte:

- Die Rechte, die jedermann wegen der Schranken des Urheberrechts oder aufgrund gesetzlicher Erlaubnisse zustehen (in einigen Ländern als grundsätzliche Doktrin des **fair use** etabliert);
- Das **Urheberpersönlichkeitsrecht** des Rechteinhabers;
- Rechte anderer Personen, entweder am Lizenzgegenstand selber oder bezüglich seiner Verwendung, zum Beispiel für **Werbung** oder Privatsphärenschutz.

**Hinweis** — Im Falle einer Verbreitung müssen Sie anderen alle Lizenzbedingungen mitteilen, die für dieses Werk gelten.

**ISBN-Angabe:** Die ISBN-Nummer dieser Publikation ist 978-3-910097-23-0. Sie ist bei der Verwendung anzugeben

# Inhaltsverzeichnis

Grußwort.....	6
Vorwort .....	8
Liste der Referees .....	10
1. Hauptkurse.....	12
Chemie: Pizza, Eis und Gummibärchen.....	13
Biologie: Mit Sherlock Holmes, CSI & Co. auf Entdeckungsreise .....	25
Mathematik: Konstruktion & Perspektive(n) unserer Welt.....	43
Physik: Planung, Bau und Optimierung von Energiesparhäusern .....	59
Kunst und Kultur: Shakespeares Welt!.....	77
2. Wahlkurse .....	94
Digitale Fotografie: Ich und meine Doppelgänger.....	95
Sport und Bewegung: Jonglage – Make your Rhythm .....	101
Darstellende Kunst: Improvisation and Masks .....	107
Literatur und Philosophie: „Puzzle me“ - Wer bin ich? .....	115
3. Über die Akademie .....	124
Kursübergreifende Angebote (KüAs) .....	125
Programm des Gästenachmittags 2013 .....	127
Akademiestruktur und Programmaufbau .....	128
Pressebericht Hünfelder Zeitung.....	130
Gruppenfoto.....	131

# Grußwort anlässlich der 3. Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe 2013

Marion Lusar

Schon zum dritten Mal wurden die trutzigen Mauern von BURG FÜRSTENECK Schauplatz einer besonderen Veranstaltung: Die Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe lockte rund sechzig (hoch-)begabte und interessierte Schülerinnen und Schüler in den Herbstferien auf die BURG. Unter der Schirmherrschaft von Frau Kultusministerin Nicola Beer, veranstaltet von der Akademie BURG FÜRSTENECK und gefördert durch die Beilstein-Stiftung sowie durch das Land Hessen ist das jüngste Kind der Akademiefamilie - die Mittelstufenakademie - inzwischen aus der außerschulischen Begabtenförderung nicht mehr weg zu denken. Und das ist auch gut so!

Als neue Direktorin von BURG FÜRSTENECK konnte ich hautnah miterleben, was den Geist dieser Akademie ausmacht. Bereits vor dem Frühstück klangen vor meiner Bürotür erste - und vor allem fröhliche - Stimmen über den Hof, die sich zu gemeinsamen Verabredungen trafen, Ideen diskutierten, den Tag planten und Aufgaben verteilten. Diese unglaubliche Energie, Lebendigkeit und Neugier blieb bis in die Abendstunden hinein spürbar. Sei es bei den Hauptkursen aus den Themenfeldern Naturwissenschaft, Kunst und Kultur, während der kursübergreifenden Angebote wie Kontratanz oder bei den nachmittäglichen musisch-kulturellen Wahlkursen: Ich habe stets die Lust am (gemeinsamen) Lernen und die Leichtigkeit der interdisziplinären Begegnungen wahrgenommen.

Die Frage „Wer lebt denn noch“, die ich am häufigsten hörte (und die sich inhaltlich auf ein gemeinsames Gruppenspiel bezog) weist so symbolisch weit darüber hinaus auf den wesentlichen Gehalt und den Kern unserer Akademien hin. „Hier leben“ bedeutet im Burg- und Akademiekontext eine als förderlich erlebte Synthese von Lernen, Lehren, Arbeiten, Entdecken, in Gemeinschaft und als Individuum. Und damit gelingt der Brückenschlag zu unserem ganzheitlichen Bildungsverständnis. Die Verknüpfung von naturwissenschaftlichen und musisch-

kulturellen Inhalten gelingt durch die verbindende Angebotsstruktur innerhalb der zehn Tage, aber auch durch die Lehrenden, die aktiv diese Verknüpfungsprozesse mitdenken und -gestalten. Anschaulich wird dies bspw. durch das Thema des Mathematik-Hauptkurses, in dem durch die Konstruktion und perspektivischen Deutungen Verbindungen zu den bildnerischen Künsten hergestellt wurden. Dieser „rote Faden“ zieht sich durch alle Kurse und zeigt damit die Besonderheit unserer Schülerakademien auf:

Lebendiges Lernen in einer vertiefenden Auseinandersetzung mit fachwissenschaftlichen Aspekten sowie die Förderung logischen Denkens, von Kreativität und Selbstverantwortung innerhalb der Lerngemeinschaft der Akademie.

Mein ganz besonderer Dank gilt den Menschen, die so viel zu dem Gelingen dieser Akademie beitragen. Da sind zuallererst die Akteure zu nennen, die zur finanziellen Sicherung beitragen wie das Beilstein-Institut zur Förderung der chemischen Wissenschaften und das Hessische Kultusministerium. Ohne dieses Engagement würde es die Mittelstufen-Akademie nicht geben. Ein ebenso herzlicher Dank gilt Frau Kultusministerin Nicola Beer, die uns seit 2012 als Schirmherrin unterstützt.

Einen ganz besonderen Dank möchte ich dem Kuratorium Hessische Schülerakademien sagen, deren Mitglieder BURG FÜRSTENECK ehrenamtlich in der Planung, Durchführung und Auswertung der Akademien beraten. Dies ist eine großartige Unterstützung und wertvolle fachliche Begleitung.

Und nicht zuletzt gilt ein großer Dank dem diesjährigen Akademierteam, die ebenso wie die Schülerinnen und Schüler wirklich Besonderes geleistet und hochengagiert gearbeitet haben. Und auch das ist ein Teil des besonderen Akademie-Geistes.

Ich hoffe, dass die Dokumentation mit ihren Einblicken und Anregungen Lehrenden nutzbare und praxisorientierte Ergänzungen für die Arbeit anbietet und dabei „Lust auf Mehr“ macht.

BURG FÜRSTENECK, den 16. Dezember 2013

Marion Lusar

Geschäftsführende Direktorin

# Vorwort

Ferenc Kréti, Benedikt Weygandt und Claudia Wulff

Vom 13. bis 22. Oktober 2013 veranstaltete die Akademie BURG FÜRSTENECK die 3. Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe (Jgs. 7-9).

In den alten Burgmauern trafen sich 60 wissensdurstige, neugierige und vielfältig begabte Schülerinnen und Schüler. Die Zwölf- bis Fünfzehnjährigen verbrachten ihre Herbstferien mit kniffligen Mathematikaufgaben zum perspektivischen Zeichnen, dem Bau von Energiesparhäusern und dem Lösen von Kriminalfällen anhand biologischer Spuren. Shakespeare geisterte durch die Burghallen und Gummibärchen wurden chemisch analysiert.

Wie schon in den vorhergehenden Jahren gingen die Schülerinnen und Schüler mit viel Kreativität, Phantasie und Lust auf Neues an die ihnen gestellten Aufgaben heran. Neben den im Schwerpunkt naturwissenschaftlich orientierten Hauptkursen, die sich an etablierten Schulfächern orientieren, sorgte ein abwechslungsreiches Wahlkursprogramm mit musisch-kulturellen Inhalten für ein Bildungsangebot ganzheitlicher Prägung. Zur Auswahl standen Digitale Fotografie, Afrikanisches Trommeln, Jonglage, Improvisationstheater und eine Schreibwerkstatt.

Als konzeptionelle Erweiterung der Hessischen Schülerakademie 2013 konnten wir erstmalig eine internationale Kursbesetzung erproben. Der Wahlkurs Improvisationstheater wurde von einem italienischen Referenten in englischer Sprache geleitet.

Die besondere Qualität dieser zehn Tage auf BURG FÜRSTENECK liegt u.a. in der Ausgeglichenheit verschiedener Aspekte des Lernens:

- Anspruchsvolle und über diese Altersstufen inhaltlich weit hinausgehende 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,



- eine individuelle Förderung und Berücksichtigung eigenständiger Interessen durch Unterricht in Gruppen von maximal zwölf Schülerinnen und Schülern,
- die Erweiterung kommunikativer Kompetenzen im gemeinsamen Lebens- und Lernalltag.

Das Ergebnis dieser didaktischen und methodischen Zielsetzungen zeigte sich eindrucksvoll in den Präsentationen am öffentlichen Gästetag. Die Gäste waren nicht nur Zeuge hervorragender Leistungen der Schülerinnen und Schüler; sie wurden im Rahmen der Werkstattbesuche für einen Augenblick Teil des intensiven und lebendigen Akademielebens und erhielten vielfältige Gelegenheiten zu inhaltlichem und persönlichem Austausch.

Unser Dank gilt zu allererst den Schülerinnen und Schülern, die mit hohem Engagement und großer Toleranz die 3. Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe prägten. Dank auch insbesondere 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 sowie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern von BURG FÜRSTENECK.

Danken möchten wir auch den Referees, die, entsprechend dem Procedere bei Fachzeitschriften, die Beiträge in dieser Dokumentation unter fachlichen Aspekten unterstützend kommentierten. Sie sind an anderer Stelle dieser Dokumentation gesondert namentlich aufgeführt.

Die Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe wird gemeinsam mit der jährlich im Sommer stattfindenden Schülerakademie für die Oberstufe in der öffentlichen Bewertung häufig als „Leuchtturm“ der außerschulischen Begabtenförderung in Hessen bezeichnet. Maßgebliche Voraussetzung für diese Entwicklung war die wohlwollende Finanzierung durch das Beilstein-Institut zur Förderung der Chemischen Wissenschaften und das Hessische Kultusministerium, mit Frau Staatsministerin Nicola Beer als Schirmherrin. Ohne diese deutliche Unterstützung wäre die Hessische Schülerakademie für die Mittelstufe 2013 nicht zustande gekommen.

Wir hoffen sehr, dass auch mit der vorliegenden Dokumentation vielfältige Anregungen und Impulse für Schule und Lehramtsausbildung gegeben werden können, die Eingang in Curricula und Unterricht finden. Für die Lehrenden sowie die Schülerinnen und Schüler ist sie Zeugnis einer gemeinsamen Erfahrung begeisterten Lehrens und Lernens.

Burg Fürsteneck, im Januar 2014

Ferenc Kréti, Benedikt Weygandt und Claudia Wulff

# Liste der Referees

## Referees der Beiträge der Hauptkurse

Chemie	Prof. Dr. Arnim Lühken	Universität Frankfurt Didaktik der Chemie
Physik	Dr. Franz Ritter	Universität Frankfurt Physikalisches Institut
Mathematik	Prof. Dr. Thomas Sonar	TU Braunschweig Institut Computational Mathematics
Biologie	Dr. Claudia Wulff	Universität Kassel Didaktik der Biologie
Kunst und Kultur	Judy Claybourne	Freiberufliche Künstlerin London / Brighton, UK

## Referees der Beiträge der Wahlkurse

Digitale Fotografie	Günther Schmuck	Ehem. Leiter der BURG FÜRSTENECK Eiterfeld
Darstellende Kunst	Sam Chittenden Anne Wagner Jonas Wulff Sandra M. Kim	Brighton, UK Frankfurt Tübingen Boston, USA
Sport und Bewegung	Anna-Lena Hofmann	Fachhochschule Fresenius Idstein Diplom-Ergotherapie
Literatur und Philosophie	Heiderose Lange	Universität Hildesheim Institut für deutsche Sprache und Literatur



1.

# Hauptkurse

# Chemie:

## Pizza, Eis und Gummibärchen

Dr. Edith Nitsche und Viviane Hoßfeld

*Was haben Gummibärchen, Müsli-Riegel, Spagetti, Bananen und Limonade gemeinsam? Dieser Frage wollen wir in diesem Projekt nachgehen. Jeden Tag verlangt unser Körper nach einer gewissen Menge Nahrung. Sie liefert Energie zum Leben und die Baustoffe für unseren Körper. Energie gewinnen wir aus den Nährstoffen; das sind Kohlenhydrate, Eiweißstoffe und Fette. Außerdem benötigen wir Vitamine, Mineralstoffe, sowie Ballaststoffe und Wasser. Aber welche Nahrungsmittel enthalten diese Nährstoffe? Wir werden experimentell Nahrungsmittel untersuchen und natürlich auch selbst Nahrungsmittel herstellen.*

[Auszug aus der Kursankündigung]

# Einleitung

Im Programm der 3. Hessischen Schülerakademie für die Mittelstufe wurde vom Institut für Didaktik der Chemie der Goethe-Universität Frankfurt der Hauptkurs Chemie zum Thema Ernährung mit dem Titel *Pizza, Eis und Gummibärchen* angeboten. Der Kurs beinhaltete die Behandlung von Nährstoffgruppen auf experimenteller und theoretischer Ebene. Die teilnehmenden Schüler<sup>1</sup> lernten Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße als Ernährungsbestandteile kennen. Darüber hinaus wurden auch andere Bestandteile von Lebensmitteln wie Farbstoffe und Vitamine am Beispiel von Genussmitteln wie Cola und Tee thematisiert. Die Schüler führten Versuche zu diesen Themengebieten durch und konnten anschließend die gewonnenen Erkenntnisse zur Herstellung eigener Lebensmittel nutzen.

## Didaktisches Konzept

Innerhalb des Themas Ernährung kann man die Bestandteile unserer Nahrung mit unterschiedlichen Schwerpunkten behandeln. Unser Körper benötigt sie nicht nur zur Energiegewinnung, sondern auch zum Aufbau der eigenen Zellen. Der Erfahrungsbereich der Schüler umfasst die eigenen Ernährungsgewohnheiten und das Wissen um die Inhaltsstoffe verschiedener Lebensmittel, je nach individueller Erfahrung auch Auswirkungen von falscher Ernährung (Übergewicht, Diabetes usw.). Dieser hohe Alltagsbezug motiviert auch Schüler der Mittelstufe, das Thema Ernährung aus chemischer Sicht zu betrachten [1].

Während des Kurses wurden nicht die bei der Nahrungsaufnahme und -verwertung ablaufenden biochemischen Stoffwechselfvorgänge thematisiert. Diese sind aufgrund des Schwierigkeitsgrads und des erforderlichen Vorwissens im Bereich der organischen Chemie in der Sekundarstufe II einzuordnen. Stattdessen wurde ein analytischer Ansatz gewählt, um ausgewählte chemische Eigenschaften der Nährstoffgruppen kennenzulernen.

Das Thema Ernährung ist bereits aus dem Sachunterricht der Grundschule bekannt und kann an dieser Stelle fortgesetzt werden. Die Inhalte können sinnvoll didaktisch elementarisiert werden, so dass dieses Thema auch für Schüler der Mittelstufe geeignet ist. Das vorhandene Schulwissen und das Allgemeinwissen der Teilnehmer kann so sinnvoll erweitert und vertieft werden.

Es steht eine große Anzahl an gut funktionierenden, schülergeeigneten Versuchen zur Verfügung, die einen einfachen Zugang zur Lebensmittelchemie ermöglichen. Der Schwierigkeitsgrad der Versuche wird zunächst fachlich, später auch hinsichtlich der experimentellen Fertigkeiten und Techniken gesteigert.

Neben Versuchen zum Thema Nährstoffe beinhaltet unser Konzept auch Versuche zum Thema Genussmittel. Als Genussmittel bezeichnet man Lebensmittel wie Kaffee oder Tee, die nicht direkt zum Überleben notwendig sind. Sie spielen vielmehr als „Lifestyle-Produkte“

---

<sup>1</sup> Im Folgenden wird aufgrund der besseren Lesbarkeit bei der Bezeichnung der Schüler die weibliche Form jeweils miteingeschlossen.

eine nicht zu unterschätzende Rolle. Gerade Energydrinks und Cola gehören zum Alltag der Jugendlichen und werden häufig bedenkenlos konsumiert. Dieser Bezug zur Lebenswelt der Schüler soll die Motivation zur Auseinandersetzung mit dem Thema erhöhen. Hier kann auch bereits Erlerntes aus dem Bereich der Kohlenhydrate aufgegriffen und vertieft behandelt werden.

Der methodische Ansatz des projektorientierten Lernens in wechselnden Kleingruppen dient dazu die Entwicklung sozialer Kompetenzen wie Kooperation und Teamfähigkeit, sowie Rücksichtnahme und Solidarität zu fördern [2].

Im Rahmen dieses Lernangebots können pragmatische und emotionale epistemische Lernziele den kognitiven Lernzielen teilweise übergeordnet werden [3]. Die Versuche sind so gewählt, dass sie Schülern der Mittelstufe nach einer didaktischen Elementarisierung fachlich korrekt erklärt werden können. Dies ermöglicht die Formulierung von erreichbaren kognitiven Lernzielen für Kinder dieser Altersstufe. Pragmatische Lernziele des Kurses sind das Kennenlernen, Erlernen, Üben und Festigen von experimentellen Fertigkeiten und Fähigkeiten. Die Auswahl phänomenstarker und alltagsorientierter Versuche soll die Motivation für das Erlernen wissenschaftlicher Methoden auf der emotionalen Ebene unterstützen [2], [3].

## Methodischer Ablauf

Das explorative Lernen bildet einen Schwerpunkt des Hauptkurses Chemie. Bei diesem Konzept stehen Lernanregungen wie beispielsweise Experimente im Mittelpunkt, die zu eigenaktivem Lernen motivieren sollen. In Verbindung mit einer Fragestellung zu dem zugrunde liegenden Phänomen sollen dann die fachlichen Inhalte zu den Versuchen erschlossen werden. Das Konzept soll den Schülern freies und projektorientiertes Experimentieren im chemischen Labor ermöglichen. Ein besonderes Augenmerk liegt auf einer selbstständigen Zeiteinteilung, der exakten Durchführung der Versuche und der Berücksichtigung der Sicherheitsregeln im chemischen Labor. Die Schüler haben die Möglichkeit ohne Zeitdruck experimentell zu arbeiten und dabei wissenschaftliche Methoden kennenzulernen.

Der praxisnahe Anteil oder Praktikum, der für experimentelles Arbeiten zur Verfügung stand, nahm etwa  $\frac{3}{4}$  der verfügbaren Zeit ein. Für die theoretische Behandlung stand  $\frac{1}{4}$  der Zeit zur Verfügung.

Die Kursleitung stand den Schülern mit Informationen zu schwierigen Fragestellungen zur Seite, leitete experimentelle Arbeiten an und achtete auf die Arbeitssicherheit. Die experimentellen Rahmenbedingungen wurden dabei durch die räumlichen und sicherheitstechnischen Gegebenheiten und die Altersstufe der Schüler vorgegeben.

## Vorbereitende Aufgaben für die Schüler

Die vorab gestellten Schüleraufgaben dienen der Vorbereitung und des Heranführens an das Kursthema. Zum Thema Lebensmittelchemie wurden die folgenden Aufgaben gestellt:

1. Recherchiere, in welchen Lebensmitteln man welche Nährstoffe findet. Du kannst auch mehrere Felder ankreuzen oder die prozentualen Anteile eintragen!

Nahrungsmittel	Fett	Kohlenhydrate	Eiweiße
Traubenzucker			
Knäckebrot			
Erdbeerjoghurt			
Vollkornnudeln			
Bratwurst			
Butter			
Banane			
Kartoffel			
Fisch			

2. Durch welches Reagenz kann man Stärke in Lebensmitteln nachweisen?
3. Was kannst du dabei beobachten?
4. Wie sind Fette aufgebaut? Aus welchen chemischen Bausteinen bestehen sie?
5. Was versteht man unter gesättigten und ungesättigten Fettsäuren?
6. Was sind die Grundbausteine für Proteine?

An die einführende Recherche schließt sich eine Aufgabe zur Jod-Stärke-Reaktion an. Die Schüler sollen sich mit der Struktur der Stärke und der Bildung der Einschlussverbindung von Jod und Stärke bei einem positiven Nachweis beschäftigen. Dies ist in einer didaktisch elementarisierten Form möglich und dient als theoretische Grundlage für den Stärke-Nachweis im Praktikum. In den beiden folgenden Aufgaben wird der strukturelle Aufbau von Fetten thematisiert. Glycerin und drei Fettsäuren sollen als Bausteine von Fetten erkannt werden. Dabei wird zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren differenziert. Dieses Vorwissen wird beispielsweise bei der Untersuchung der Löslichkeit von Fetten und der Abschätzung ihrer Brenndauer benötigt. Bei der letzten Aufgabe sollen die Schüler die Aminosäuren als Proteinbausteine kennenlernen, da im Kurs ein Aminosäure-Nachweis sowie die Untersuchung der Entstehungsbedingungen für Fischgeruch vorgesehen sind.

## Praktischer Ablauf

Der Kurs hatte am Vormittag die Form eines dreistündigen chemischen Praktikums. Am Nachmittag schloss sich eine einstündige Theorieeinheit an. Dabei wurden fachliche Inhalte in Form eines offenen Gruppengesprächs erarbeitet.

Für den Hauptkurs Chemie hatten sich zwölf Schüler aus den Jahrgangsstufen 8 bis 10 beworben. So war von einer Heterogenität innerhalb der Schülergruppe bezüglich des Vorwissens zum Thema Lebensmittelchemie, aber auch bezüglich allgemeiner chemischer Kenntnisse und experimenteller Fähigkeiten auszugehen. Für den Einstieg wurden daher Versuche zum Einüben und Festigen grundlegender experimenteller Fertigkeiten ausgewählt [4]. Diese



Versuche waren ohne weitere Vorkenntnisse durchführbar und dienten neben dem Kennenlernen der Experimentierfähigkeiten der Einzelnen dazu, einen möglichst einheitlichen Wissensstand der Schülergruppe zu erreichen. Die Mehrheit der teilnehmenden Schüler hatte bereits Erfahrung im experimentellen Arbeiten und konnte so die vorhandenen Fähigkeiten festigen und ausbauen. Zwei Schülern mit geringerem praktischen Vorwissen erleichterten diese Vorversuche den Einstieg in den Kurs Chemie. Vor diesem Hintergrund wurde im weiteren Verlauf der Akademie die Zusammensetzung der Experimentiergruppen mehrfach verändert.

Es wurden sechs Themengebiete aus dem Bereich der Lebensmittelchemie im Kontext Ernährung vorgestellt und bearbeitet. Im Einzelnen wurden Versuche zu folgenden Themen angeboten:

### 1. Zucker:

- Löslichkeit verschiedener Zuckerarten
- Karamellisieren von Zucker und Herstellung von Zuckerkohle
- Nachweis von Glucose in Lebensmitteln (Fehling- und Tollens-Probe)
- „Blue-Bottle“-Reaktion

### 2. Stärke:

- Gewinnung und Untersuchung von Kartoffelstärke
- Nachweis von Stärke in Lebensmitteln mit Iod-Kaliumiodid-Lösung
- Temperaturabhängigkeit des Jod-Stärke-Komplexes
- Spaltung von Stärke
- Herstellung von Kleber und Folien aus Stärke
- Quellverhalten verschiedener Gummibärchen

### 3. Fette:

- Nachweis von Fetten in Lebensmitteln mit der „Fettfleck-Probe“
- Brennbarkeit von Fetten – Verbrennung von Nüssen und Schokolade
- Löslichkeit von Fetten
- Löslichkeitsuntersuchungen von Gewürz- und Farbstoffen in Fetten

### 4. Eiweiße und Aminosäuren:

- Wirkung verschiedener Tees auf Milch
- Denaturierung von Eiweißen unter verschiedenen Bedingungen
- Nachweis von Aminosäuren und Proteinen (Biuret-Probe)
- Entstehung von Fischgeruch

### 5. Genussmittel:

- Nachweis von Riboflavin und Taurin in Energydrinks

- Quantitativer Nachweis von Zucker in Energydrinks und Cola
- Nachweis von Coffein und Säuren in Cola
- Nachweis von Kalium und Stickstoff in Kaffee
- Trennverfahren beim Kaffee-Kochen
- Entstehungsmöglichkeiten einer „Teehaut“
- Herstellung von Eisengallustinte aus Tee
- Fluoreszenz des Chlorophylls in grünem Tee

## 6. Herstellung von Lebensmitteln:

- Herstellung von Schokolade, Gummibärchen, Ketchup und Margarine

Das Themengebiet der Kohlenhydrate wurde entsprechend der zunehmenden Komplexität des Aufbaus in die Teilbereiche *Zucker* und *Stärke* unterteilt. Der Abschnitt *Zucker* beinhaltete die Mono- und Disaccharide. Deren Löslichkeitsverhalten ist abhängig vom strukturellen Aufbau eines Zuckers. Bei einem zunehmend komplexeren und längerkettigeren Zucker verlangsamte sich die Geschwindigkeit beim Auflösen. Dies nutzten die Schüler zur Identifizierung handelsüblicher Zuckerarten. Die Karamellisierung von Zuckern wurde durch Verwendung von Apfelsaft als Geheimtinte eingeführt. Die getrocknete, nicht sichtbare Schrift wurde durch Erwärmen des enthaltenen Zuckers wieder sichtbar gemacht. Das erworbene Wissen konnten die Schüler in einem klassischen analytischen Versuch zur Unterscheidung von vier farblosen Pulvern erneut anwenden. Die Herstellung von Zuckerkohle bildete den abschließenden Versuch zur Karamellisierung. Einen weiteren Schwerpunkt bildete die Anwendung der Fehling- und der Tollens-Probe zum Nachweis reduzierender Zucker in verschiedenen aus dem Alltag bekannten Lebensmitteln [5-7].

In einer Überleitung zum Abschnitt *Stärke* wurde dieselbe in Glucose gespalten und das Ergebnis mittels Fehling-Probe überprüft. Die Schüler konnten auf diesem Wege Glucose als Baustein der polymeren Stärke identifizieren und den Abbau von Stärke unter Säureeinwirkung in Analogie zu deren Abbau im Magen nachvollziehen. Der Nachweis von Stärke in bestimmten Lebensmitteln wurde durch die Iod-Stärke-Reaktion erbracht. Bei dieser Reaktion hängt die Lage des Gleichgewichts von der Temperatur ab. Daher wurde diese Reaktion als Beispiel für die Reversibilität chemischer Reaktionen betrachtet. Die Schüler lernten so mögliche Grenzen der Durchführbarkeit eines Nachweises kennen. Sie extrahierten halbquantitativ Stärke aus Kartoffeln und testeten, inwieweit sich diese Stärke für die Herstellung von Produkten wie Kleber und Folien verwenden lässt [5], [6].

Ein weiteres Themengebiet umfasste die Fette und Öle. Die Schüler begannen die Versuche mit der Verbrennung von Nüssen. Sie sollten dabei eigene Hypothesen aufstellen und überprüfen, ob und wie lange eine Nuss brennen kann. Der Fettanteil einer Nuss beeinflusst direkt die Brenndauer, so dass durch die Verbrennung qualitativ ein Rückschluss auf den Fettanteil möglich ist. Zu einem späteren Zeitpunkt im Praktikum wurde diese Methode auch auf Schokolade angewandt. Im Anschluss wurde die Löslichkeit von Fetten in verschiedenen Lösungsmitteln, bzw. die Löslichkeit verschiedener Gewürz- und Farbstoffe in Fetten untersucht. Letzteres beeinflusst direkt die Nahrungszubereitung und stellt einen Alltagsbezug dar [5], [6], [8].

Zum Themengebiet der Eiweiße wurde einführend die unterschiedliche Wirkung von schwarzem Tee und Früchtetee auf Milch als ein Beispiel aus dem Alltag für eine Denaturierung von Proteinen betrachtet. Daneben überprüften die Schüler auch andere Möglichkeiten zur Denaturierung, wie die Einwirkung von Hitze, Alkohol und einer Schwermetall-Lösung auf eine Eiklar-Lösung [5], [6]. Diese Versuche zeigen in Analogie, was mit dem menschlichen Körper bei einer Vergiftung mit Schwermetallen oder zu lange andauerndem, hohem Fieber geschieht.

Das daran anschließende Themengebiet befasste sich mit Energydrinks, Cola, Kaffee und Tee als klassische Vertreter der Genussmittel. Neben den zuvor behandelten Nährstoffen wurde die Untersuchung auf andere, in Lebensmitteln enthaltene Substanzen erweitert. Gleichzeitig wurden schwierigere Arbeitstechniken vorgestellt, so dass der Anspruch an die experimentellen Fähigkeiten der Schüler noch einmal erhöht wurde. Die Schüler führten eine Reihe von qualitativen Nachweisen durch und konnten den Farbstoff Riboflavin und die Aminosäure Taurin in einem Energydrink, Chlorophyll in grünem Tee sowie Säuren in Cola nachweisen. Sie isolierten Coffein durch Extraktion aus Cola und wiesen dies mittels Dünnschichtchromatographie nach. Die Schüler untersuchten auch die Flammenfärbung von Kaffee und betrachteten den Vorgang des Kaffeekochens unter dem Blickwinkel der eingesetzten Möglichkeiten zur Stofftrennung [5], [9].

Die letzte praktische Einheit vor der Vorbereitung der Abschlusspräsentation wurde zur Herstellung verschiedener Lebensmittel genutzt. Die Schüler konnten ihr zuvor erworbenes Wissen über die einzelnen Bestandteile anwenden und die Genauigkeit ihrer Arbeitsweise unter Beweis stellen. Sie stellten Schokolade, Gummibärchen, Ketchup und Margarine her [6]. Neben konventionellen Varianten entstanden auch Varianten wie blaue Margarine, Gummibärchen mit Vanillegeschmack oder Schokolade mit Zitronengeschmack.

Die letzte Phase der Akademiezeit war von der Vorbereitung einer Abschlusspräsentation für Eltern und Gäste geprägt. Die Struktur der Projektarbeit und die bearbeiteten Themengebiete wurden in diesem Rahmen experimentell vorgestellt und fachlich erläutert. Die Schüler wählten dazu jeweils zwei bis drei Versuche aus einem Themengebiet aus. Zum Thema Genussmittel wurden keine Versuche vorgestellt, da diese zeitlich zu umfangreich waren.

Die im Kurstitel genannten Lebensmittel, Pizza, Eis und Gummibärchen, dienten als motivierende Beispiele mit hoher Beliebtheit. Mit der Untersuchung des Quellverhaltens von Gummibärchen und deren Herstellung wurden Versuche direkt zu Gummibärchen durchgeführt. Bei den übrigen Beispielen lag der Schwerpunkt bei einzelnen Bestandteilen, wie dem Milchanteil in Eis oder den Fetten im Käse auf der Pizza.

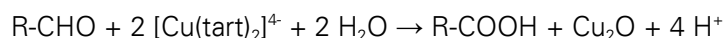
## Ausgewählte Versuche

Während der Akademiezeit wurden insgesamt 47 Versuche durchgeführt. Die Versuche zu den einzelnen Themengebieten (ohne die einführenden Versuche zum chemischen Arbeiten) sind auf oben dargestellt. Aufgrund der großen Anzahl ist an dieser Stelle eine ausführliche Erläuterung aller Versuche zu umfangreich. Es werden daher exemplarisch die Versuche vorgestellt, die auch bei der Abschlusspräsentation gezeigt wurden. Sie zeichnen sich durch eindeutige, prägnante Ergebnisse aus.

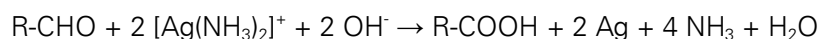


Abbildung 1: Fehling-Probe an Lebensmitteln

Im Themengebiet der Kohlenhydrate wurden eindrucksvoll zwei Nachweisreaktionen für reduzierende Zucker vorgestellt. Bei typischen Vertretern dieser Zucker wie Glucose oder Fructose kann die Aldehydgruppe am anomeren Kohlenstoffatom leicht oxidiert werden. Im Gegenzug reagiert der tiefblau gefärbte Tartrato-Kupfer (II) - Komplex zum orangeroten Kupfer(I)oxid. In der nachfolgenden Reaktionsgleichung wird nur die Redoxreaktion berücksichtigt.



Die Schüler wiesen reduzierende Zucker in Fruchtsäften, isotonischen Sportgetränken und aromatisiertem Mineralwasser, in verschiedenen Obstsorten sowie Keksen und anderen Süßigkeiten nach (siehe Abbildung 1). Bei der Tollens-Probe wird zunächst der gut lösliche Diamminsilber (I) - Komplex durch Zutropfen von Ammoniak-Lösung in eine Silbernitrat-Lösung hergestellt. Die Reaktion des Komplexes mit reduzierenden Zuckern führt zur Abscheidung einer dünnen Silberschicht, die ebenfalls als Nachweis dient. Dieser Versuch stieß bei den Schülern auf besonderes Interesse.



Beim so genannten „Blue-Bottle“-Versuch wird der Farbstoff Methyleneblau mit Glucose unter alkalischen Bedingungen in Wasser gelöst. Die Lösung erscheint zunächst blau, entfärbt sich aber langsam. Die blaue Farbe kann durch Schütteln des Reaktionsgefäßes wieder hergestellt werden. Methyleneblau kann mit Glucose eine Redoxreaktion eingehen. Dabei wird der Farbstoff zu seiner farblosen Leukoform reduziert, während die Glucose zu ihrer Zuckersäure, der Glucuronsäure, oxidiert wird. Zum Umkehren der Reaktion wird durch Schütteln Sauerstoff in der Lösung verteilt, der den Farbstoff wieder oxidiert (siehe Abbildung 2).

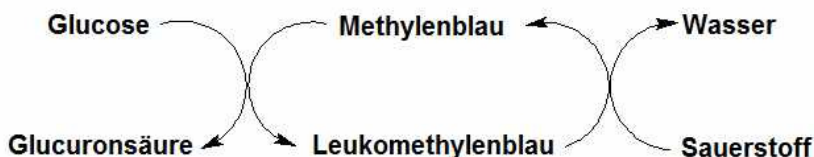


Abbildung 2: Ablaufende Reaktionen beim „Blue bottle“-Versuch

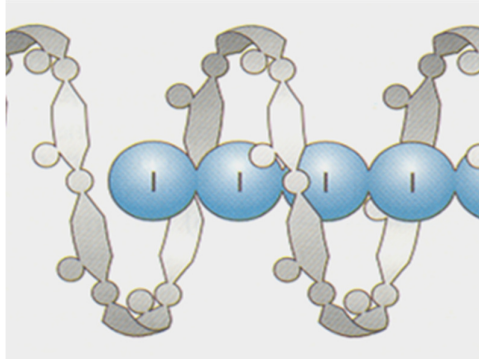


Abbildung 3: Eingelagertes Polyiodid in der Stärkehelix



Abbildung 4: Iod-Stärke-Nachweis an Lebensmitteln

Zum Themenbereich Stärke testeten die Schüler verschiedene Lebensmittel auf Stärke. Diese bildet in Anwesenheit einer Iod-Kaliumiodidlösung eine Einschlussverbindung (siehe Abbildung 3). Dieser Komplex erscheint blau bis hin zu schwarz bei hohen Konzentrationen. Bei der Präsentation wurde Stärke auf der Außenseite von Marshmallows (als Trennmittel) und Gummibärchen, in Kartoffeln und Reis nachgewiesen (siehe Abbildung 4).

In einem weiteren Versuch untersuchten die Schüler die Stabilität des gebildeten Komplexes bei verschiedenen Temperaturen. Die Lösung mit dem gebildeten Komplex erscheint bei Raumtemperatur blau, entfärbt sich aber beim Erwärmen im Wasserbad. Bei einem erneuten Abkühlen nimmt sie wieder blaue Farbe an. Der Iod-Stärke-Komplex wird beim Erwärmen destabilisiert, kann sich beim Abkühlen aber wieder neu bilden.

Die Schüler nutzten die Gelegenheit auch zur Präsentation von hergestelltem Stärkekleber, mit dem sie Papierstücke verklebten. Sie hatten zuvor Stärke aus Kartoffeln gewonnen, indem sie Kartoffelsaft aus geriebenen Kartoffeln pressten und den entstehenden Bodensatz trockneten. Diese Stärke wurde in Wasser suspendiert und erwärmt, bis die richtige Konsistenz für einen Kleber erhalten worden war.

Im Themengebiet der Fette und Öle wurde die Brennbarkeit von Fetten anhand der Verbrennung von Nüssen und Schokolade untersucht. Dieser Versuch stieß auf großes Interesse bei den Schülern. Die Verkohlung ist in beiden Fällen zunächst gut zu beobachten, bevor dann die Verbrennung des enthaltenen Fettes beginnt. Die Schüler verglichen den Vorgang richtig mit der Funktion von Docht und Wachs bei einer Kerze.

Sie untersuchten die Löslichkeit von Speiseöl mit anderen Flüssigkeiten wie Wasser, Natriumcarbonatlösung, Ethanol, Benzin und Toluol (siehe Abbildung 5). Das Öl mischt sich nur mit Benzin und Toluol vollständig. Mit Wasser und Ethanol mischt es sich nicht. Die Ergebnisse konnten mit ihren Vorkenntnissen zu Polarität und Dipolen gedeutet werden. Dabei stellten die Schüler fest, dass sich „Gleiches mit Gleichem“ mischt. Die Auswirkungen auf die Nahrungszubereitung testeten die Schüler, indem sie die Löslichkeit von Gewürzen, Lebensmittelfarbe und Tinte in Speiseöl oder in Wasser untersuchten. Sie stellten dabei



Abbildung 5: Löslichkeit von Speiseöl (rot)

fest, dass sich Salz, Lebensmittelfarbe und Tinte in Wasser lösen. Die übrigen Gewürze wie Paprika und Curry lösten sich in der Öl-Phase. Bei dieser Gelegenheit wurden weitere selbst hergestellte Produkte wie Margarine und Schokolade präsentiert.

Im Bereich der Eiweiße und Aminosäuren untersuchten die Teilnehmer die Denaturierung von Eiweißen unter verschiedenen Einflüssen. In einem einführenden Versuch vermischten sie Milch mit Früchtetee, bzw. schwarzem Tee und stellten fest, dass es beim Vermischen mit Früchtetee zum Ausflocken der Milch kommt. Die meisten Früchtetees enthalten verschiedene Säuren, welche auf die komplexe Struktur der Proteine in der Milch einwirken und die Struktur so verändern, dass es zu einer Denaturierung kommt. Auf der makroskopischen Ebene ist dann die Verklumpung der Lösung erkennbar. Eine Denaturierung kann unterschiedliche Ursachen haben. Starkes oder länger andauerndes Erhitzen kann Proteine ebenfalls so schädigen, dass sie verklumpen. Die Schüler lernten dies als Gefahr von hohem Fieber kennen.



Abbildung 6: Präsentation der Denaturierung von Eiklar-Lösung

Sie wendeten das Erlernte alltagsbezogen an, indem sie Quark durch Verklumpung des Caseinanteils in Magermilch mit Zitronensaft herstellten. Quark und Molke trennten sie anschließend durch Filtrieren.

Mit der Biuret-Probe wurde eine weitere Nachweisreaktion präsentiert. Die Schüler versetzten eine Eiklarlösung mit Kupfersulfatlösung sowie Natronlauge und beobachteten, dass sich die farblose Lösung violett färbte. Dabei bildet sich ein Komplex aus zwei Aminosäuren und einem Kupferion, der violett erscheint. Es handelt sich um einen unspezifischen Nachweis für Aminosäuren, da diese als einzelne Moleküle oder in Proteinen gebunden vorliegen können. In beiden Fällen ist die Möglichkeit einer Komplexbildung gegeben.

Abschließend wurde in diesem Themenfeld ein Versuch zur Entstehung von Fischgeruch vorgestellt. Hier wurde jeweils ein Stückchen Fisch mit Zitronensaft, Natriumcarbonatlösung, bzw. Wasser beträufelt und die Geruchsentwicklung verglichen. Bei der mit Wasser versetzten Probe war lediglich ein mäßiger Fischgeruch wahrnehmbar, während die mit Zitronensaft behandelte Probe fast keinen solchen Geruch entwickelte. Die Probe mit der Natriumcarbonatlösung zeigte hingegen einen äußerst starken Geruch, der durch die Freisetzung der leicht flüchtigen Aminosäure Methylamin verursacht wurde. Die Zitronensäure aus dem Zitronensaft spaltet ebenfalls die Eiweiße im Fischfleisch, was zur Bildung schwer flüchtiger Salze führt. Diese tragen nichts zum Geruch bei [10].

Zum Abschluss der Präsentation hatten die Gäste Gelegenheit, die im Laufe der Akademiezeit hergestellten Produkte zu besichtigen und sich genauer über die vorgestellten Experimente zu informieren.

## Fazit

Wir hatten den Eindruck, dass die teilnehmenden Schüler den Kurs *Pizza, Eis und Gummibärchen* sehr gut angenommen haben. Zu jeder Zeit war die Arbeit von großem Interesse und Begeisterungsfähigkeit geprägt, was immer wieder half, kleinere Hindernisse beim Experimentieren oder bei der Erarbeitung der Theorie zu überwinden. Die experimentellen Fähigkeiten in der heterogen zusammengesetzten Gruppe konnten zum Ende der Akademiezeit einander angeglichen werden. Dazu hat nicht zuletzt eine Arbeitsatmosphäre gegenseitiger Hilfsbereitschaft und Kooperation beigetragen. Die Schüler entwickelten mehr Routine bei bekannten Arbeitstechniken im Labor und lernten weitere experimentelle Methoden kennen. Einzig beim Zeitmanagement waren mangels Erfahrungswerten zur Vor- und Nachbereitung der Versuche vereinzelte Hilfestellungen nötig.

Die hohe Motivation und die überschaubare Anzahl an Teilnehmern ermöglichten es, eine Lernumgebung zu schaffen, die trotz der Unterschiede in Bezug auf Vorwissen und theoretische Grundlagen individuelle Lernerfolge hervorbrachte. Die Schüler hatten nicht nur bei der Durchführung der Versuche, sondern auch bei den Theorieeinheiten viel Spaß. Sie konnten vorhandenes Schulwissen erweitern und erhielten einen breiten Einblick in den Bereich der Naturstoffchemie als Teilbereich der organischen Chemie. Sie erarbeiteten Kenntnisse in diesem für sie neuen Sachgebiet, die über die Lerninhalte der Sekundarstufe I hinausgehen. Dies wurde durch die Einbettung dieser Themen in die Chemie der Lebensmittel ermöglicht, da durch große Alltagsnähe und didaktische Elementarisierung die schwierigen Sachverhalte angemessen für Schüler der Sekundarstufe I dargeboten wurden. Sowohl die Auswahl der Versuche als auch das Konzept für den Kurs erwiesen sich als erfolgreich.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fehling-Probe an Lebensmitteln (eigenes Foto)

Abbildung 2: Ablaufende Reaktionen beim "Blue Bottle"-Versuch (eigenes Schema)

Abbildung 3: Iod-Stärke-Nachweis an Lebensmitteln (eigenes Foto)

Abbildung 4: Eingelagertes Polyiodid in der Stärkehelix (Quelle: <http://www.bs-wiki.de/media-wiki/index.php?title=St%C3%A4rke>, zuletzt besucht: 31.07.2013)

Abbildung 5: Mischbarkeit von Speiseöl (eigenes Foto)

Abbildung 6: Präsentation der Denaturierung von Eiklar-Lösung (eigenes Foto)

## Literaturliste

[1] Freytag, Kurt; Scharf, Volker; Thomas, Eberhard (Hrsg.) (1999): Handbuch des Chemieunterrichts, Sekundarbereich I, Band 5: Chemie-Mensch-Natur. Köln. Aulis Verlag Deubner & CO KG.

- [2] Hessisches Kultusministerium (2011): Bildungsstandards und Inhaltsfelder. Das neue Kerncurriculum für Hessen, Sekundarstufe I-Gymnasium, Chemie.
- [3] Pfeifer, Peter; Lutz, Bernd; Bader, Hans Joachim (2002): Konkrete Fachdidaktik Chemie. 3. Aufl. München. Oldenbourg Schulbuchverlag.
- [4] Goethe-Schülerlabor: Einführende Versuche für den Laborführerschein (2012): Institutsunterlagen.
- [5] Grob, Peter; Schmidkunz, Heinz (Hrsg.) (1995): Einfache Schulversuche zur Lebensmittelchemie, 3. Aufl., Köln. Aulis Verlag Deubner & CO KG.
- [6] Goethe-Schülerlabor: Thementag für die Sekundarstufe I „Ernährung“ (2011): Institutsunterlagen.
- [7] Drechsler - Köhler, Beate.; Nitsche, Edith (2007): Zusatzstoffe in Lebensmitteln, NiU-C, 102, 14-17.
- [8] Nitsche, Edith.; Schunk, Axel (2012): Energie aus Lebensmitteln, PdN-ChidS, 1, 25-28.
- [9] Lehrerfortbildungszentrum Frankfurt: „Power im Drink“ (2012): Institutsunterlagen.
- [10] Schunk, Axel (2011): Was tun gegen Fischgeruch?, NiU-C, 124, 97.

## Autorinnen



Kursleitung: Dr. Edith Nitsche, wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut für Didaktik der Chemie, Goethe-Universität Frankfurt am Main



Co-Leitung: Viviane Hoßfeld, wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut für Didaktik der Chemie, Goethe-Universität Frankfurt am Main



# Biologie: Mit Sherlock Holmes, CSI & Co. auf Entdeckungsreise

Kerstin Kremer und Julia Arnold

*Fast täglich bewundern wir die Experten der Kriminallabore, wie sie eindrucksvoll in kurzer Zeit Fälle aufklären. Doch wie funktionieren ihre Techniken und wie gehen sie vor? Welche Rolle spielen Hypothesen, wissenschaftliche Untersuchungen, Technik und logisches Denken in der Kriminalbiologie? Gemeinsam untersuchen wir einen Kriminalfall und erarbeiten verschiedene wissenschaftliche Methoden zur Täteridentifizierung anhand von Blut, Haaren, Fingerabdrücken sowie DNA. Wir erfahren, wie Gifte auf den Körper wirken, wie man sie nachweisen kann und wie man Tatortspuren sichert und auswertet.*

[Auszug aus der Kursankündigung]

# 1. Krimi und Lernen – wie passt das zusammen? Das didaktische Konzept des Kurses

*„Hollywood ist nicht unbedingt der beste Garant für eine besonders gute Schilderung forensischer Praktiken“  
(Douglas 2009, S. 368; zit. n. Englert, 2013)*

Navy CIS, CSI: Den Tätern auf der Spur, Elementary, Crossing Jordan – die Liste der Krimiserien im deutschen Fernsehen ist schier unendlich und nach einer kleinen Umfrage im Kurs fielen den Schülern noch viele mehr ein. Krimiserien erfreuen sich gerade bei Jugendlichen großer Beliebtheit und füllen häufig das Abendprogramm im Fernsehen. Die Serien haben eines gemeinsam: Sie stellen die methodische Vorgehensweise bei der Verbrechensaufklärung dar; sei es taktisch oder technisch. Das Problem hierbei ist, dass sie, wie im obigen Zitat angedeutet, häufig falsche Vorstellungen von forensischem oder kriminaltechnischem Arbeiten vermitteln. Nun ist die Vermittlung dieser Arbeitstechniken nicht das primäre Ziel dieser Serien, jedoch wird das Gezeigte häufig für bare Münze genommen. Dies kann mehrere positive wie auch negative Auswirkungen haben, beispielsweise auf das öffentliche Interesse an der Forensik, auf das Handeln von Verbrechern, aber auch auf Geschworene vor Gericht (Englert, 2013). Dieser sog. CSI-Effekt wird sehr breit diskutiert und als die „Auswirkung von Fernsehserien über Verbrechensaufklärung auf die Vorstellung von Methoden der Verbrechensaufklärung“ (Englert, 2013, S. 121) beschrieben. Studien belegen, dass es einen Zusammenhang zwischen dem Konsum von Krimiserien und dem Glauben an Exaktheit und Zuverlässigkeit einer auf naturwissenschaftlich-forensischen Methoden basierenden Beweisführung gibt (Englert, 2013). Ferner wird diskutiert, ob und inwiefern dies einen Einfluss auf die Rechtsprechung hat: So sollen die Erwartungen von Geschworenen an die Beweisführung gestiegen sein. Man müsse vor Gericht viel stärker verdeutlichen, warum gewisse Beweise nicht erbracht werden können (Rehfeld, 2004).

Im Biologie-Kurs wurde der „Forensik-Hype“ gezielt genutzt, um die Lust am Lernen und Forschen zu wecken und in einem spannenden und motivierenden Kontext biologische Phänomene zu verstehen und naturwissenschaftliches Arbeiten zu erlernen (Abbildung 1). Dabei war es uns wichtig, eventuelle Fehlvorstellungen über das naturwissenschaftliche Arbeiten, die durch Krimiserien vermittelt werden, aufzudecken.



Abbildung 1: Der Tatort:  
Blick in den Kursraum.

## 1.1 Forensik, forensische Wissenschaften und Kriminaltechnik

**Forensik.** Der Begriff „Forensik“ leitet sich vom lateinischen *forum* (Marktplatz) ab (Lyle, 2009). Dies war der Ort, auf dem die Römer sowohl Märkte, als auch Gerichtsverhandlungen abhielten und Strafen vollzogen. Das Wort „Forensik“ wird unterschiedlich benutzt. In einer allgemeinen

Auslegung steht es für alles, was mit Gesetz und Recht zusammen hängt. In einer engeren Definition bezieht es sich nur auf die wissenschaftliche Herangehensweise zur Lösung von Kriminalfällen (forensischen Wissenschaften; Englert, 2013).

**Forensische Wissenschaften.** Ackermann (2011) beschreibt forensische Wissenschaften als solche Disziplinen, die „als eigenständige Natur- oder Geisteswissenschaften (z.B. Medizin – Rechtsmedizin oder Psychologie – Forensische Psychologie) auf das Strafverfahren und seine Untersuchung ausgerichtete spezielle Aufgaben lösen und dabei die spezifischen Erkenntnisse, Gesetzmäßigkeiten und Instrumente ihrer Wissenschaft (Mutterwissenschaft) nutzen.“ (Ackermann 2011, S. 31 zit. n. Englert, 2013). Lyle (2009) nennt hierbei verschiedene Disziplinen der forensischen Wissenschaften, wie zum Beispiel:

- (Forensische) Pathologie
- (Forensische) Odontologie (Lehre vom Zahnsystem)
- (Forensische) Entomologie (Insektenkunde)
- (Forensische) Psychiatrie
- (Forensische) Serologie (Lehre von Körperflüssigkeiten, wie beispielsweise Blut)
- (Forensische) Toxikologie (Lehre von den Drogen und Giften)

Die Basis der modernen forensischen Wissenschaft ist dabei das *Locard'sche Prinzip*. Dieses besagt, dass jeder Kontakt zwischen zwei Objekten (zwei Personen, einer Person und einem Ort oder einem Gegenstand) immer einen Austausch von Stoffen nach sich zieht (Locard, 1930). Diese können in der Forensik genutzt werden, um Täter mit Opfern, Tatmitteln und oder dem Tatort in Verbindung zu bringen (Abbildung 2). Dazu müssen diese Stoffe gefunden und analysiert werden. Dies ist die Aufgabe der Kriminaltechnik.

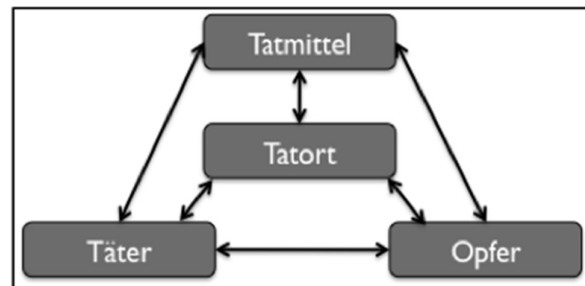


Abbildung 2: Locard'sches Prinzip.

**Kriminaltechnik.** Ihre Anwendung innerhalb der Kriminalistik finden die forensischen Wissenschaften in der Kriminaltechnik. Diese wird von Clages wie folgt definiert: „Unter Kriminaltechnik (auch naturwissenschaftlich-technische Kriminalistik) werden die Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden und Erkenntnisse sowie der Einsatz technischer Mittel bei der Suche, Sicherung, Untersuchung und Auswertung von materiellen Spuren im Rahmen der Verbrechensbekämpfung verstanden“ (2004, S. 7; zit. n. Englert, 2013). Forensische Wissenschaft und Kriminalistik werden bei Lyle (2009) gleich gesetzt. Zu den Aufgaben der Kriminaltechnik gehört nach Weinheim (2007) unter anderem das Sichern und Untersuchen von

- menschlichen Ab- und Eindrucksspuren zum Beispiel von Fingern oder Handflächen,
- Formungen, wie Fußabdrücken oder Bissspuren,
- Materialsuren, wie Blut, Haare und DNA,

- Rauschmitteln und Giften,
- Schusswaffen,
- Schriften, Urkunden und Ausweisen,
- Bränden und Zündmitteln.

## 1.2 Wissenschaftliche Arbeitstechniken, wissenschaftliche Untersuchungsmethodik und Wissenschaftsverständnis

Da es sich bei der Forensik um (Natur-)Wissenschaften und bei der Kriminaltechnik um deren Anwendung handelt, eignet sich dieses Thema sehr gut, um exemplarisch das wissenschaftliche Vorgehen zu lernen. In der naturwissenschaftlichen Methodik werden in einem idealisierten Kreislauf Fragestellungen durch Hypothesenprüfung bearbeitet. Dazu werden aus der Theorie begründete Hypothesen aufgestellt, diese mittels geeigneter Methoden getestet und aus den Daten Schlüsse für die Beantwortung der Frage gezogen (Mayer & Ziemek, 2006). Die Hypothesenprüfung kann mittels unterschiedlicher wissenschaftlicher Untersuchungsmethoden, wie dem Experiment, der Beobachtung oder einem Vergleich (Arnold, Wellnitz, & Mayer, 2010; Meier & Wellnitz, 2013; Wellnitz & Mayer, 2012). Diese Vorgehensweise kann mit einem Problemlöseprozess verglichen werden und wird daher auch als wissenschaftliches Denken bzw. Problemlösen gesehen (Mayer, 2007). Um die Hypothesen prüfen zu können, benötigt man Arbeitstechniken, wie das Mikroskopieren, Messen, Nachweisen oder Pipettieren (Mayer, 2007; Meier & Mayer, 2011). Des Weiteren sind diesem Vorgehen verschiedene Charakteristika von (Natur-)Wissenschaften immanent, die eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses bedürfen. Das Prinzip der Falsifizierbarkeit spielt hier eine wichtige Rolle. Es wird häufig am Beispiel des Schwans verdeutlicht: Man kann durch die Beobachtung mehrerer weißer Schwäne zu dem Schluss kommen, dass alle Schwäne weiß sind. Man schließt aus Einzelbeobachtungen auf eine Regel. Jeder weitere Schwan stützt diese Regel, wodurch sie jedoch nicht an Sicherheit gewinnt. Ein einziger schwarzer Schwan kann jedoch diese Regel sicher widerlegen. Daher soll das Ziel des wissenschaftlichen Arbeitens sein, mögliche alternative Hypothesen auszuschließen, um die Sicherheit einer Hypothese zu erhöhen. Weismann beschreibt hierzu 1868: Es „lässt sich eine wissenschaftliche Hypothese zwar niemals beweisen, wohl aber, wenn sie falsch ist, widerlegen, und es fragt sich deshalb, ob nicht Tatsachen beigebracht werden können, welche mit einer der beiden Hypothesen in unauflösllichem Widerspruch stehen und somit dieselbe zu Fall bringen“ (Weismann, 1868, S. 14f.).

All diese Konstrukte finden in der Forensik Anwendung. Im Zentrum steht die Frage, was genau geschehen ist und wer das Verbrechen begangen hat. Es werden mögliche Tatverdächtige (Hypothesen) mittels Motiv, Spuren oder Zeugenaussagen ausfindig gemacht. Mit Hilfe von Alibis und der Analyse der Spuren wird der Kreis der Verdächtigen so lange eingeschränkt, bis nur noch ein möglicher Täter übrig bleibt, der dann überführt werden kann. Doyle beschreibt dies in einem seiner Romane wie folgt: "Wenn man das Unmögliche ausgeschlossen hat, muss das, was übrig bleibt, die Wahrheit sein, so unwahrscheinlich es auch sein mag." (Doyle, 2008, S. 268f., übersetzt). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Spuren nicht für sich sprechen, sondern immer

interpretiert werden müssen. Zur Interpretation der Beweise ist es wichtig, Kriterien der Objektivität und Grenzen der jeweiligen Untersuchungen zu berücksichtigen.

Somit können beim Lernen im Kontext der Forensik nicht nur Fachwissen, sondern auch manuelle Fertigkeiten und wissenschaftliche Arbeitsweisen, sowie auf der Metaebene Wissenschaftsverständnis erworben werden (Mayer, 2007)

## 2. Dem Täter auf der Spur: Kursablauf

### 2.1 Kursübersicht

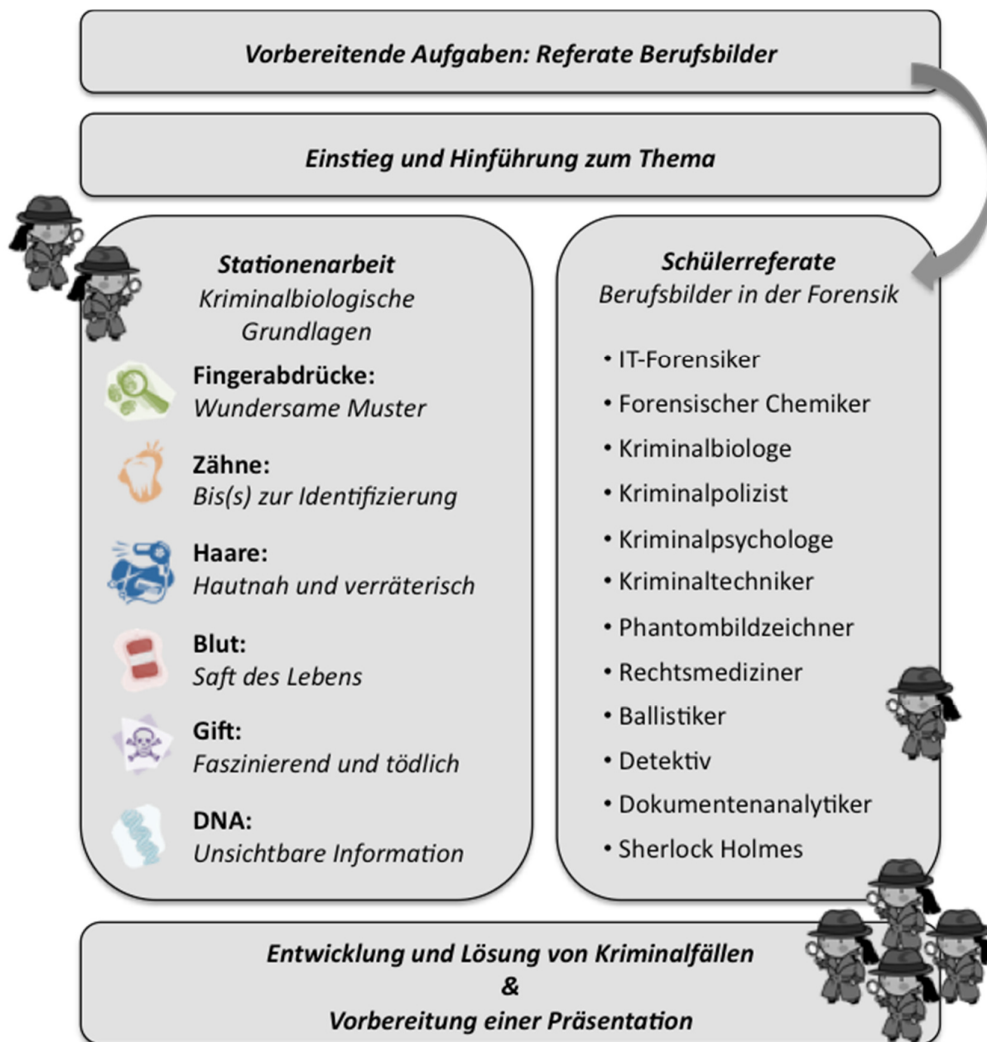


Abbildung 3: Kursübersicht.

Die Kursarbeit während der Akademie teilte sich in vier Bereiche (Abbildung 3): Am ersten Tag wurde mit einer Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten und die Forensik (siehe Kapitel 1)

durch die Dozenten in die Arbeit eingeleitet. Anschließend arbeiteten die Schüler vormittags in Partnerarbeit an Stationen zu verschiedenen humanbiologischen Themen mit forensischen Schwerpunkten (siehe Kapitel 2.3). An den Nachmittagen stellten sie die bereits im Vorfeld der Akademie vorbereiteten Referate zu kriminalistischen Berufsfeldern vor (siehe Kapitel 2.2). Zum Ende des Kurses folgte die Entwicklung und gegenseitige Lösung von Kriminalfällen in Gruppenarbeit (siehe Kapitel 2.4) und die Vorbereitung der Abschlusspräsentation.

Bei der gesamten Kursarbeit wurde auf ein gutes Verhältnis zwischen der Vermittlung von biologischem Fachwissen, der Einübung verschiedener Arbeitstechniken und der Anwendung unterschiedlicher Untersuchungsmethoden geachtet. Kurze Reflexionssequenzen über das hinter den Methoden liegende Wissenschaftsverständnis wurden eingefügt.

## 2.2 Vorbereitende Aufgabe

Wie in der Akademiekonzeption vorgesehen, erhielten die Teilnehmer im Vorfeld der Akademie eine kursvorbereitende Aufgabe. Jeder Teilnehmer bereitete ein ca. 10-20 minütiges Referat über einen kriminalistischen Beruf vor. Diese Aufgabe wurde gewählt, um die humanbiologischen Inhalte und wissenschaftlichen Arbeitsweisen im Kurs um weitere authentische Einblicke in die Kriminalistik zu bereichern.

Die Referate wurden bereits vor der Akademie von den Schülerinnen und Schülern vorbereitet und basierten teilweise auf gegebenen Literaturtipps sowie eigenständigen Recherchen. Die Vorträge wurden während der Akademie nachmittags gehalten und lebhaft diskutiert. Dabei stellte bereits der Arbeitsauftrag selbst eine kleine Detektiv-Aufgabe dar: Die Teilnehmer mussten den Beruf, den sie portraituren sollten erst herausfinden, denn er wurde mit Geheim-Tinte geschrieben. Erst nach kurzer Zeit im Gefrierfach wurde die Schrift sichtbar. Abschließend mussten die Teilnehmer herausfinden, wie man die Schrift wieder unsichtbar machen kann und den Beweis mit zur Akademie bringen. Die zu portraiturenden Berufe sind der Übersicht (Abbildung 3) zu entnehmen. Eine Ausnahme bildete das Portrait von Sherlock Holmes, da es sich nicht um ein Berufsbild, aber um den wohl bekanntesten und daher sehr wichtigen (wenn auch fiktiven) Detektiv handelt.

In der Gestaltung ihrer Referate waren die Teilnehmer völlig frei. So wurden Plakate oder Power-Point-Präsentationen erstellt, es wurden Videoausschnitte gezeigt oder die Phantombilderstellung mittels eines Computerprogramms demonstriert. Die Referate lieferten einen guten Einblick in die jeweiligen Berufe, indem behandelt wurde, was in den Aufgabenbereich der jeweiligen Berufsgruppe fällt oder welche besonderen Methoden mit Bezug zu den Naturwissenschaften verwendet werden. Außerdem wurden beispielhafte Fälle vorgestellt, die dank der jeweiligen Berufsgruppen gelöst werden konnten und es wurden Aspekte vorgestellt, die in TV-Serien in der Regel falsch dargestellt werden. Ein kurzer Einblick in die zwölf Referate wird im Folgenden gegeben.

**Philipp H. (14 Jahre): Rechtsmedizin.** Philipp präsentierte den Beruf des Rechtsmediziners. Er erklärte uns u. a. den Unterschied zwischen Pathologie und Rechtsmedizin, wir erfuhren etwas über den „Hühnermord“, und dass die alten Ägypter mit dem Herzen dachten (zumindest dachten sie das). Außerdem stellte er klar, dass (entgegen der Darstellung in Film und Fernsehen)

Rechtsmediziner in der Regel keine Zeugen befragen oder ähnliche Aufgaben der Polizei übernehmen.

**Annika (14 Jahre): Forensische Psychiatrie.** Annika stellte uns den Beruf des forensischen Psychiaters vor. Er führt nicht nur Untersuchungen auf Geisteskrankheit, Ermittlungen über den Geisteszustand bei den Verbrechen oder Beurteilungen der Schuldfähigkeit durch, sondern ist auch beteiligt, wenn es darum geht Lügen, Vortäuschung von Geisteskrankheiten oder falsche Geständnisse zu erkennen. Nicht zuletzt wies sie uns darauf hin, dass Lügen nie sicher aufgedeckt werden können und wenn, dass dies nicht so einfach ist, wie es im Fernsehen häufig dargestellt wird.

**Sophia (13 Jahre): Kriminalbiologie.** Sophia referierte über den Beruf des Kriminalbiologen; schwerpunktmäßig über Mark Benecke (Autor des Buches „Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie“). In ihrem Referat behandelte Sophia unter Anderem, wie man in der forensischen Entomologie Liegezeiten von Leichen anhand von Insekten, beispielsweise Schmeißfliegen, feststellen kann. Sie erläuterte den Fall des Pastors Geyer, der aufgrund entomologischer Beweise des Mordes an seiner Frau überführt wurde. Darüber hinaus erklärte sie uns, dass das kriminalbiologische Arbeiten in Film und Fernsehen häufig zu oberflächlich und vereinfacht dargestellt wird.

**Johanna (13 Jahre): Phantombildzeichnung.** Johanna informierte uns über die Tätigkeiten des Phantombildzeichners. Sie erläuterte, dass für diesen Beruf juristisches Fachwissen und Einfühlungsvermögen wichtig sind. So muss man beachten, dass Frauen und Männer unterschiedliche Fokusse bei der Betrachtung von Menschen setzen, und dass Kinder vor allem im Bereich von Alters- und Größenschätzungen weniger vertrauenswürdig in ihren Einschätzungen sind. Sie stellte uns den Fall des „Gaskassiers“ vor, der mittels eines Phantombilds überführt werden konnte. Abschließend erstellte Johanna mit Hilfe eines Programms ein Phantombild von einem Teammitglied (Abbildung 4).



Abbildung 4: Selbst erstelltes Phantombild.

**Laurin (14 Jahre): Ballistik.** Laurin leitete sein Referat mit dem Fall John F. Kennedy ein, der in seinem Auto erschossen wurde. Er erklärte uns den Unterschied zwischen Projektil, Hülse und Kugel und die verschiedenen ballistischen Spuren, die zur Identifizierung der Tatwaffe oder des Täters führen können: unter Anderem den Zündstiftabdruck, Verschlussmuster, den Bodenstempel, Auswerfmarkierungen, Züge und Schmauchspuren. Außerdem erklärte er, wie man die Schussdistanz feststellen kann.

**Julia (13 Jahre): Forensische Chemie.** Julia beschrieb uns das Berufsbild des forensischen Chemikers. Hierzu gehört u. A. das Untersuchen von Bränden, Explosionen oder Gift- und Betäubungsmittels Spuren. Dank der forensischen Chemie konnten beispielsweise Golddiebe überführt werden, da das Gold, das in ihrem Wagen gefunden wurde, in seiner Zusammensetzung identisch war mit dem gestohlenen Gold.

**Denise (13 Jahre): Kriminalpolizei.** In ihrem Referat erläuterte Denise den Unterschied zwischen Polizei und Kriminalpolizei (Abbildung 5). Sie stellte heraus, dass die Durchführung von Ermittlungen und Vernehmungen eher zur kriminalpolizeilichen Arbeit gehört, während die Polizei eher für die öffentliche Sicherheit verantwortlich ist. So konnte beispielsweise der Täter in einem Raubmord an einer schlafenden Frau durch die Kriminalpolizei überführt werden. Des Weiteren beschrieb sie uns eine Fahndungsausschreibung. Im Gegensatz zur Darstellung in Film und Fernsehen besteht der Arbeitsalltag der Kriminalpolizei viel stärker aus Bürotätigkeit und die Fallaufklärungsquote ist wesentlich geringer.



Abbildung 5: Präsentation des Referates: Kriminalpolizei.

**Phillip B. (12 Jahre): Dokumentanalyse.** Phillip referierte über den Beruf des Dokumentanalytikers. Dieser prüft Dokumente, wie Pässe, Ausweise und Urkunden auf Echtheit, beispielsweise mittels UV-Licht oder Infrarot-Fluoreszenz. Philipp zeigte uns, wie Dokumentanalytiker dabei vorgehen und wir konnten in einem Miniquiz einen 500-Euro-Schein analysieren. Philipp beschrieb, wie wichtig Kommata und i-Punkte beim Schriftvergleich sind und warum 17 Buchstaben einen Mann des Versicherungsbetrugs überführten. Anhand der gefälschten Unterschrift seiner Frau auf dem Versicherungsschein wurde sein Tatmotiv deutlich und lenkte die Spur auf ihn als Mörder seiner Frau.

**Max (13 Jahre): IT-Forensik.** Max erklärte uns, dass in der IT-Forensik mittels spezieller Analysen von Datenträgern bestimmte Beweise gesichert werden. Er betonte, dass dabei sehr stark darauf zu achten ist, jeden Arbeitsschritt genau zu dokumentieren und keine Änderungen an den Daten vorzunehmen. In der Netzwerk-Forensik, die eine Untergruppe der IT-Forensik ist, werden speziell Beweise innerhalb eines Kommunikationsverhaltens untersucht. Eine große Herausforderung der IT-Forensik ist, dass das Bestreben, das digitale System nach einem Vorfall so schnell wie möglich wieder „zum Laufen“ zu bringen, in direkter Konkurrenz zur forensischen Untersuchung steht.

**Louisa (13 Jahre): Detektiv.** In ihrem Referat über das Berufsbild des Detektivs erläuterte Louisa, dass das Wort „Detektiv“ aus dem Lateinischen abgeleitet ist und „entdecken“ bedeutet. Detektive werden privat oder für Firmen meist parallel zu staatlichen Ermittlungen tätig und versuchen, Beweise zu finden. Louisa stellte uns Allan Pinkerton vor, der 1852 die erste US-amerikanische Detektei gründete und unter Anderem ein Attentat auf Abraham Lincoln verhinderte. Außerdem erklärte sie uns, dass, entgegen der Darstellung in Filmen und Serien, Detektive selten falsche Namen annehmen.

**Kai (13 Jahre): Kriminaltechnik.** Kai präsentierte uns eine kleine Übersicht über die Kriminaltechnik mit der DNA-Analyse als wichtigem Schwerpunkt. Die Faszination der Kriminaltechnik sei darin begründet, mittels wissenschaftlicher Methoden Schuldige zu überführen. Er erklärte, dass die Kriminaltechnik viele Bereiche (wie beispielsweise die forensische Chemie, Biologie,



Ballistik etc.) zusammenfasst und sich der Methoden aus unterschiedlichen Gebieten bedient. Prinzipiell wurden schon immer Hilfsmittel zur Täterfindung verwendet, jedoch konnte erst in den letzten 200 Jahren durch technische Entwicklungen das systematische Vorgehen etabliert werden. Eine wichtige Neuerung dabei ist die Entdeckung der DNA und die Möglichkeit, diese für die Forensik zu nutzen.

**Marius (13 Jahre): Sherlock Holmes.** Marius präsentierte uns abschließend den wohl bekanntesten, wenn auch fiktiven, Detektiv. Als Romanfigur von Sir Arthur Conan Doyle ist Sherlock Holmes jedoch stark an eine reale Person, Dr. Joseph Bell angelehnt. Dieser war Mediziner und der Professor und Lehrmeister Doyles. Durch analytisch-rationale Beobachtungen und nüchterne Schlussfolgerungen konnte Bell bei Fremden auf Anhieb wesentliche Aussagen über deren Lebensweg und Angewohnheiten treffen. Genau dies zeichnet auch Holmes aus. Die Exaktheit und die Anwendung wissenschaftlicher Methoden machen ihn für die Geschichte der Forensik sehr wichtig.

Aus allen Referaten wurde deutlich, dass die objektive, detaillierte wissenschaftliche Vorgehensweise mit Hilfe unterschiedlicher Methoden ein großer Schwerpunkt innerhalb der kriminalistischen Berufe darstellt. Zudem wurde klar, dass das Bild, das uns Film und Fernsehen über kriminalistisches Arbeiten vermitteln, sehr vereinfacht und stark auf Effekte ausgerichtet ist.

## 2.3 Stationenarbeit

Die Erarbeitung der kriminaltechnischen Grundlagen fand in der offenen Lernform der Stationenarbeit statt. Diese Methode erlaubte es, dass die Schüler in Partnerarbeit selbstständig und im eigenen Tempo arbeiten konnten. Die Reihenfolge der Stationen war den Schülern frei gestellt. Grundlage für die Erarbeitung der Stationen (vgl. Abbildung 3) war ein Forscherbuch, das von der Kursleitung erstellt wurde. Es enthielt fachliche Informationen zu den humanbiologischen Hintergründen, aber auch praktische Anwendungsaufgaben und kleine fiktive Kriminalfälle (Arnold & Kremer, 2014). Die sechs verschiedenen Stationen werden im Folgenden kurz vorgestellt.

### 2.3.1 Fingerabdrücke: Wundersame Muster



Abbildung 6: Betrachtung der Papillarlinien.

An dieser Station beschäftigten sich die Schüler mit dem Wissenschaftszweig der Daktyloskopie (Fingerschau; siehe Abbildungen 6 & 7). Sie erarbeiteten sich den Aufbau der Haut sowie die Entstehung von Papillarlinien und Fingerabdrücken. Ferner lernten sie Fingerabdrücke durch daktyloskopische Grundmuster (Schleifen, Wirbel und Bögen) und elf verschiedene Minutien (kleinere Muster, wie Punkte, eingelagerte Linien etc.) zu identifizieren (Herrmann, 2007; Weihmann, 2007).

Auf den Spuren der Daktyloskopie untersuchten die Schüler an dieser Station Muster ihrer eigenen Fingerabdrücke und lernten, diese mit physikalischen und chemischen Methoden nachzuweisen; hierzu wurden Graphit und Ninhydrin (Nachweis von Aminosäuren) verwendet. Abschließend konnten sie einen fiktiven Bankraub aufklären, indem sie einen der Verdächtigen anhand seiner Fingerabdrücke überführten.

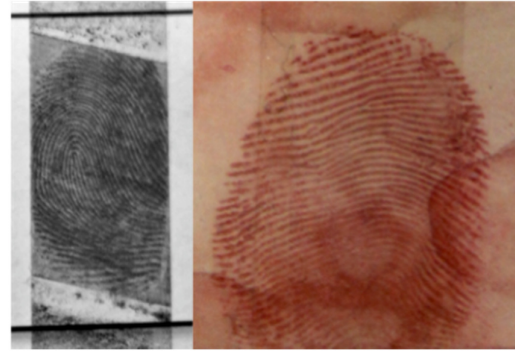


Abbildung 7: Nachweis von Fingerabdrücken. Links: mit Graphit auf Glas; rechts: mit Ninhydrin auf Papier.

### 2.3.2 Zähne: Bis(s) zur Identifizierung

An dieser Station lernten die Schüler den Aufbau von Zähnen im Milch- und Dauergebiss kennen (Abbildungen 8 & 9). Zudem wurden sie mit dem FDI Zahnschema vertraut gemacht, das dem Zahnmediziner oder forensischen Odontologen zur Bezifferung der einzelnen Zähne innerhalb der Kieferquadranten dient (Grundmann, 2011). Sie erfuhren, dass man das Alter von Menschen anhand ihres Zahnschemas schätzen oder sie identifizieren kann, beispielsweise Tsunamiopfer (Schuller-Götzburg, Suchanek & Gugler, 2005).



Abbildung 8: Betrachtung der eigenen Zähne.

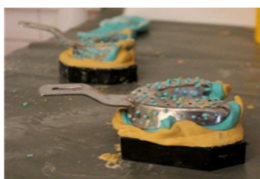


Abbildung 9: Selbst erstellte Zahnabdrücke.

Die Schüler konnten Zahnabdrücke mit Alginat und Gipsabgüsse ihres eigenen Gebisses anfertigen, diese untersuchen und das Alter eines beschriebenen Jungen anhand des Zahnschemas bestimmen. Sie verglichen zudem das menschliche Gebiss mit dem eines Nagetiers (Bisamratte), eines Fleischfressers (Fuchs) und eines Pflanzenfressers (Reh).

### 2.3.3 Haare: Hautnah und verräterisch



Abbildung 10: Mikroskopieren von verschiedenen Haaren.

Hier vertieften die Schüler ihr Wissen über den Aufbau von Haaren. Diese dienen nicht nur der Wärmeisolation, der Tarnung und als modisches Accessoire, sondern sind auch in der Kriminalistik von großer Bedeutung. Sie lernten die Haarstruktur verschiedener Arten (Katze, Reh, Rentier, Hund, etc.) und den Mechanismus des Haarausfalls kennen (Abbildung 10). Darüber hinaus erfuhren sie, wie Haaranalysen funktionieren, und dass Napoleons Haare erhöhte Arsenkonzentrationen aufwies (Focus Online, 2005; Stadlbauer, 2006).

Die Schüler konnten hier ihre eigenen Haare untersuchen, durch vergleichende Mikroskopie einen vermeintlichen Mord mit dem Auto als Wildunfall enttarnen, eine Arsenvergiftung aufdecken und eine Frau, die des Giftmordes an ihrem Mann angeklagt war, entlasten.

### 2.3.4 DNA: Unsichtbare Information

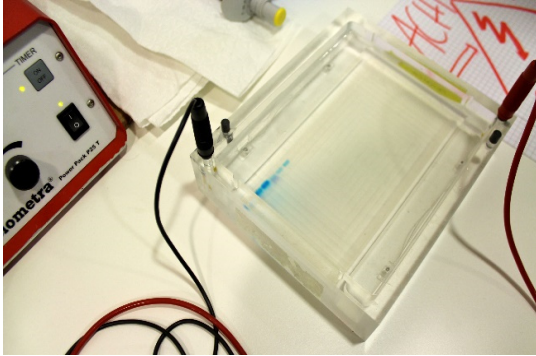


Abbildung 11: DNA in der Gelelektrophorese



Abbildung 12: Pipettieren von DNA.

An dieser Station konnte nach einer kurzen Einführung in den Code der DNA fast wie in einem molekulargenetischen Labor gearbeitet werden (Abbildungen 12 & 13). Die Schüler lernten die vier jeweils zueinander komplementären Basen Adenin / Thymin und Cytosin / Guanin sowie Zucker und Phosphat als Grundbausteine der DNA kennen. Sie konnten den räumlichen Aufbau der DNA-Doppelhelix am Modell nachvollziehen. Es schloss sich die DNA-Isolation mit einfachen Alltagsmaterialien wie Spülmittel, Mixer, Fleischzartmacher und Alkohol (70 %) an, wodurch die DNA als zarte knäuelartige Substanz sichtbar gemacht werden konnte. Schließlich wurden die Arbeitsschritte des „genetischen Fingerabdrucks“ mit Hilfe einer Agarose-Gelelektrophorese begreifbar. Dieses Verfahren gehört heute zu einer aus der Forensik nicht mehr wegzudenkenden Methode. Mit Originalpipetten und der Elektrophorese-Apparatur aus dem Kasseler Schülerlabor „Science Bridge“ ([sciencebridge.net](http://sciencebridge.net)) wurden sehr geringe Mengen (2-20µl) mitgebrachter DNA-Proben und Marker in die Slots eines Agarosegels pipettiert. Auf diese Weise waren Banden des menschlichen Mikrosatelliten DIS80 auf Chromosom 1 von 15 verschiedenen Personen auf dem Leuchttisch zu identifizieren.

### 2.3.5 Blut: Saft des Lebens



Abbildung 13: Blutgruppenanalyse mit Kunstblut.

An der Station erarbeiteten die Schüler die Zusammensetzung unseres Blutes aus festen (ca. 45% des Volumens) und flüssigen (ca. 55% des Volumens) Bestandteilen (Abbildungen 14 & 15). Als feste Bestandteile wurden Erythrozyten, Leukozyten und Thrombozyten eingeführt. Für den flüssigen Anteil lernten sie die Begriffe „Blutplasma“ (Blutflüssigkeit ohne die festen Bestandteile) und „Blutserum“ (Blutplasma ohne die Gerinnungsfaktoren) kennen. Sie erfuhren, dass die Erythrozyten Oberflächeneigenschaften aufweisen, die es ermöglichen, das menschliche Blut

aufgrund von spezifischen Immuneigenschaften in Gruppen zu unterteilen (AB0-System). Anhand von Kunstblut führten sie mit Hilfe von Anti-A-Serum und Anti-B-Serum die Agglutination durch. So wurde die Blutgruppenbestimmung für vier Personen ermöglicht, die sich als Vertreter der vier Blutgruppen A, B, AB und 0 herausstellten. Auf diese Weise konnte ein fiktiver Gemälderaub auf der Burg Fürsteneck aufgeklärt werden.



Abbildung 14: Bestimmung von Blutgruppen.

### 2.3.6 Gift: Faszinierend und tödlich

An der Station lernten die Schüler chemische Substanzen kennen, die häufig in geringen Konzentrationen als Medikamente eingesetzt werden und gleichzeitig in erhöhten Konzentrationen letal für den menschlichen Organismus wirken. Kenntnisse über die Giftwirkungen von Arsen, Nikotin etc. machte sich bereits Agatha Christie für ihre legendären Kriminalromane zu Nutze, die naturwissenschaftlich exakt recherchiert sind. Nicht wenige Mordgifte nehmen Einfluss auf den Herzrhythmus. Thallium zum Beispiel spielt bei Agatha Christie im Roman „Das fahle Pferd“ eine wichtige Rolle. Der Stoff verursacht bei Überkonzentration Herzrasen (Tachycardie) durch Beeinflussung der Erregung am Sinus-Knoten des Herzens. Am Beispiel eines Schweineherzens vom Metzger wurde die Anatomie dieses lebenswichtigen Organs verdeutlicht (Abbildungen 15 & 16). Deutlich zu erkennen war die innere und äußere Gliederung des Herzens: beispielsweise rechte und linke Herzwand, Vorhöfe und Hauptkammern, sowie die Segel- und Taschenklappen, die verhindern, dass das Blut auf dem Weg durch das Herz zurückströmt.



Abbildung 15: Obduktion des Herzens: Taschenklappe an der Aorta.



Abbildung 16: Bei der Obduktion.

## 2.4 Entwicklung und Lösung von Kriminalfällen



Abbildung 17: Schüler bei der Lösung des Falls "Ein rätselhafter Mord".



Abbildung 18: Poster "Diamantenraub auf Villa Frankenstein".

Abschließend folgte die Anwendung erlangter Wissensaspekte und Fähigkeiten in vier Teams (Abbildungen 17 & 18). Es wurden vier eigene Kriminalfälle konstruiert und in Form von Postern dokumentiert. Die nötigen Indizien am Tatort, Zeugenaussagen und Blutspuren wurden von den Schülern in die Fälle eingebaut und Alibis konstruiert. Jeweils andere Gruppen hatten die Aufgabe, die Täter mittels Beweisen zu überführen. Jedoch lockten einige Fälle die Ermittler auf eine falsche Spur, bevor der echte Täter identifiziert werden konnte. Dabei kamen nicht nur die bereits erarbeiteten forensischen Methoden, wie Fingerabdrücke und Blut- oder Haaranalysen zur Nutzung, sondern auch neue, beispielsweise der Fußabdruck. Sowohl bei der Entwicklung als auch der Lösung der jeweiligen Fälle übten sich die Schüler im wissenschaftlichen und logisch-schlussfolgernden Denken. Die Texte zweier dieser Fälle werden im Folgenden beispielhaft zitiert (die Lösungen der Fälle finden Sie am Ende dieses Beitrags).

### 2.4.1 Der Kriminalfall „MordsParty“

**Die Tat:** Lea, Julian, Sophie, Albert und Max fahren gemeinsam in Leas und Julians Wohnwagen zu einem Campingplatz am See. Dort feiern sie Leas Geburtstagsparty. Alle, bis auf Albert betrinken sich. Albert muss starke Medikamente gegen Herzrhythmusstörungen nehmen. Gegen 3 Uhr geht Max raus an den See, um auf Toilette zu gehen. Er kehrt nicht zurück, was von niemandem bemerkt wird. Am nächsten Morgen wird er tot am Seeufer gefunden. Er hat Stichwunden im Rücken. Ein Hundebesitzer findet ihn gegen 7 Uhr und benachrichtigt die Polizei.

**Die Spuren:** Am Tatort werden folgende Spuren gesichert: Fußspuren Größe 44, diese können dem Opfer zugeordnet



Abbildung 19: Schüler bei der Lösung des Falles "MordsParty".

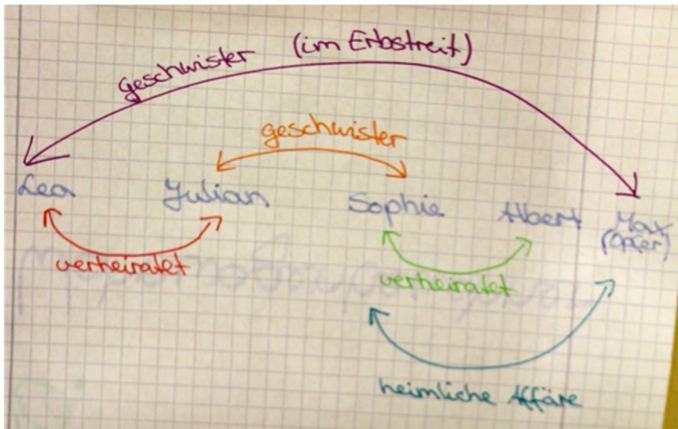


Abbildung 20: Verwandtschaftsverhältnisse der Camper.

werden und Fußspuren Größe 43, diese sind vorläufig nicht zuzuordnen und stammen vermutlich vom Täter. Die Tatwaffe konnte nicht gefunden werden. Vermutlich handelt es sich um ein Brotmesser. Die Fußspuren des Opfers sind zu Leas und Julians Wohnwagen zurückzufolgen, die Fußspuren des vermutlichen Täters auch [Es lagen Abgüsse der Fußspuren und die Schuhe der Campinggruppe bereit. Die Fußspuren konnten Albert zugeordnet werden; Abbildung

19]. Informationen des Rechtsmediziners zufolge konnte im Blut des Opfers sehr viel Alkohol nachgewiesen werden. Er schließt auf Tod durch Verbluten.

**Die Motive:** Die Verwandtschaftsverhältnisse geben Aufschluss über mögliche Motive (Abbildung 20).

**Weitere Spuren:** Im Waschbecken des Campingwagens wird mit Hilfe von Luminol das Blut des Opfers nachgewiesen, zusätzlich allerdings noch Blut von Albert, der auch eine Schnittwunde am Finger hat. Das gefundene Brotmesser wird eindeutig als Tatwaffe identifiziert, es ist aber übersät mit Fingerabdrücken. [Die gefundenen Fingerabdrücke, sowie Fingerabdrücke der verdächtigen Camper wurden hier zum Vergleich bereitgestellt. Es fanden sich Fingerabdrücke aller Verdächtigen.]

Wer hat Max ermordet?

## 2.4.2 Der Kriminalfall „Falsches Spiel“



Abbildung 21: Poster „Falsches Spiel“

**Die Ausgangslage:** Am Mittwoch, dem 23.10.13 wurde die alte reiche Frau R tot in Eiterfeld aufgefunden. Sie lag in ihrem Haus und zeigte keinerlei äußerliche Verletzungen. Ein Fenster ihres Hauses war aufgebrochen und ihr wertvoller Schmuck und ihr Gold fehlten. Ein Nachbar hörte einen Schrei und rief um 18.30 Uhr die Polizei (Abbildung 21).

**Die Verdächtigen:** Mögliche Täter sind Frau Janine Bauer, die Gärtnerin von Frau R. Sie hat die Blutgruppe AB und Schuhgröße 38. Sie ist 164 cm groß. Herr Malte Fischer ist der Postbote von Frau R; er ist 189 cm groß und er hat die Blutgruppe A sowie Schuhgröße 43. Herr Ernst Schmidt ist der Pfleger von Frau R. Er kam regelmäßig dienstagnachmittags bei Frau R. vorbei. Er hat die Blutgruppe B und Schuhgröße 45; er ist 181 cm groß. Jan Darian, sein arbeitsloser Freund, hat Blutgruppe A und Schuhgröße 41 und ist 171 cm groß.

**Die Spuren:** Am Tatort werden Blutspuren an und Fußabdrücke vor einem zerbrochenen Fenster gefunden [Die Blutproben, Abgüsse der Fußabdrücke und Schuhe der Verdächtigen zum Vergleich wurden gegeben. Die Blutgruppenanalyse zeigte, dass es sich um Blutgruppe A handelt und die Fußspuren passten zu Größe und Form der Schuhe von Jan Darian].

**Das Motiv:** Das Testament der alten Dame wird gefunden. Da ihr Gatte bereits verstorben ist, vermachte sie ihr Vermögen ihrem Pfleger Ernst Schmidt.

**Weitere Spuren:** Eine Haaranalyse der Frau ergab, dass sie mit einer Überdosis Morphinum getötet wurde. Doch wann wurde sie vergiftet und wie hat der Mörder das Morphinum bekommen? (Abbildung 22)

**Die Alibis:** Sowohl Ernst Schmidt als auch Jan Darian haben Alibis. Herr Schmidt war zum Zeitpunkt des Einbruchs kegeln und wurde den ganzen Abend über von mehreren Personen gesehen. Jan Darian hat wiederum ein Alibi für den Vortag: Er war mit zwei weiteren Personen unterwegs zu einer Theateraufführung, die weit vom Tatort entfernt stattfand.

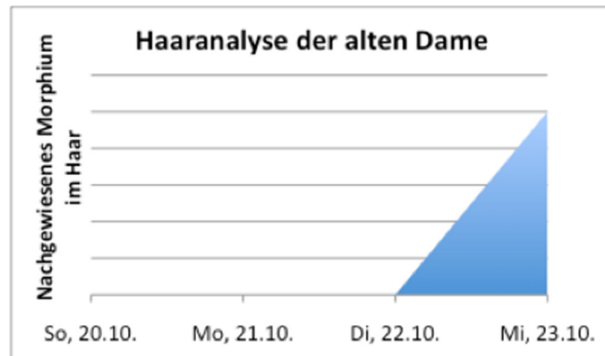


Abbildung 22: Haaranalyse der alten Dame.

Wer hat die alte Dame ermordet und beraubt?

### 3. Rückmeldungen der Ermittler und Fazit

Die Rückmeldungen der Ermittler zeigten, dass ihnen das selbstständige praktische Arbeiten besonders gut gefiel, vor allem dass die Theorie immer an praktische Aufgaben geknüpft war. Sie mochten, dass man oft selbst aussuchen konnte, was man im Detail untersuchen wollte. Das Kennenlernen verschiedener Methoden beispielsweise zum Nachweis der eigenen Fingerabdrücke wurde als sehr spannend empfunden. Ihnen gefiel ebenfalls, dass jedes Team im eigenen



Abbildung 23: Das Forensik-Team.

Tempo und in selbst gewählter Reihenfolge arbeiten konnte. Negativ wurde angemerkt, dass man sich häufig stark konzentrieren musste.

Alles in Allem haben die Schüler sich auf spielerische Art und Weise Fachinhalte selbstständig erarbeitet, die zum Teil erst in der Oberstufe behandelt werden. Dabei nutzten sie wissenschaftliche Arbeitsweisen und Methoden, wie sie in der praktischen Umsetzung in der Schule nur schwer möglich sind und wurden selbst kreativ und gestalterisch tätig.

Abschließend ist festzuhalten, dass die Kursarbeit sowohl für die beiden Kursleiterinnen als auch für die jungen Ermittler eine spannende und lehrreiche Angelegenheit mit zahlreichen neuen Erkenntnissen sowohl über die Forensik als auch in Hinblick auf die Biologie des menschlichen Körpers war. Es entstanden kreative Arbeitsergebnisse, die am letzten Akademietag den Eltern präsentiert wurden.

## Quellen

Arnold, J. & Kremer, K. (2014). *Forensische Methoden mit Haut und Haar*. Stuttgart: Dr. Joseph Raabe-Verlag.

Arnold, J., Wellnitz, N., & Mayer, J. (2010). Beschreibung und Messung von Beobachtungskompetenz bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I. In D. Krüger, A. Upmeyer zu Belzen & S. Nitz (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik 9* (S. 7-22). Kassel: Universitätsdruckerei.

Benecke, M. (2006). *Dem Täter auf der Spur – So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe.

Doyle, A. C. (2008). *The Adventures of Sherlock Holmes*. Oxford: Oxford University Press.

Englert, C. J. (2013). *Governing Through the Practice of Media Interpretation. Die latente Botschaft von Fernsehserien über Verbrechensaufklärung im Hinblick auf moderne Methoden der Kriminaltechnik und Gerichtsmedizin. Eine hermeneutisch-wissenssoziologische Videoanalyse vor dem Hintergrund des CSI-Effekts*. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Philosophie (Dr. phil.), Universität Duisburg-Essen, Essen. Retrieved from <http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DocumentServlet?id=30074>

Grundmann, C. (2011). Befundbogen forensische Zahnmedizin – Wichtiges Instrument zur präzisen Dokumentation. *Rheinisches Zahnärzteblatt*, 10, 570-575.

Herrmann, R. (2007). Fingerspuren. In B. Herrmann & K. S. Saternus (Hrsg.), *Biologische Spurenkunde – Kriminalbiologie* (S. 101-114). Berlin: Springer.

Locard, E. (1930). *Die Kriminaluntersuchung und ihre wissenschaftlichen Methoden*. Berlin: Kameradschaft Verlagsges.

Lyle, D. P. (2009). *CSI-Forensik für Dummies*. Weinheim: Wiley-VCH.

Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 177-186). Berlin: Springer.

Mayer, J., & Ziemek, H.-P. (2006). Offenes Experimentieren. Forschendes Lernen im Biologieunterricht. *Unterricht Biologie*, 317, 4-12.



- Meier, M., & Mayer, J. (2011). Gewusst Vee! – Ein Diagnoseinstrument zur Erfassung von Konzept- und Methodenwissen im Biologieunterricht. *Schulpädagogik - heute*, 1(3), 1-12.
- Meier, M., & Wellnitz, N. (2013). Beobachten, Vergleichen und Experimentieren mit Wasserflöhen: Biologische Erkenntnismethoden praktisch anwenden. *Pädagogik der Naturwissenschaften Biologie*, 62(1), 4-10.
- Focus Online. (2005). Arsen im Haar. Wurde Napoleon vergiftet?, *FOCUS Online*. Retrieved from [http://www.focus.de/wissen/mensch/arsen-im-haar\\_aid\\_95175.html](http://www.focus.de/wissen/mensch/arsen-im-haar_aid_95175.html)
- Rehfeld, N. (2004). "CSI-Effekt" – Wenn Polizeiarbeit sein muß wie im Fernsehen, *Frankfurter Allgemeine Zeitung*. Retrieved from <http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/kino/csi-effekt-wenn-polizeiarbeit-sein-muss-wie-im-fernsehen-1179053.html>
- Schuller-Götzburg, P., Suchanek, J., & J., G. (2005). Identifizierung der Tsunamiopfer im Thai Tsunami Victim Identification-Information Management Center (TTVI-IMC) in Phuket, Thailand. *Stomatologie*, 102(4), 109-113.
- Stadlbauer, C. (2006). Schwermetall in menschlichen Geweben. *Österreichische Apotheker-Zeitung*, 22(60), 1067-1071.
- Weihmann, R. (2007). Band 2: Kriminaltechnik I. In H. Clages & K. Neiderhardt (Hrsg.), *Lehr- und Studienbriefe Kriminalistik / Kriminologie*. Hilden: Verlag Deutsche Polizeiliteratur GmbH.
- Weismann, A. (1868). *Über die Berechtigung der Darwin'schen Theorie. Ein akademischer Vortrag gehalten am 8. Juli 1868 in der Aula der Universität zu Freiburg im Breisgau*. Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann.
- Wellnitz, N., & Mayer, J. (2012). Beobachten, Vergleichen und Experimentieren: Wege der Erkenntnisgewinnung. In U. Harms & F. X. Bogner (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Vol. Band 5, S. 99-115). Innsbruck: Studienverlag.

# Lösungen der Krimis

**Der Kriminalfall „MordsParty“:** Alle Indizien sprechen für Albert als Täter, sein Motiv ist ebenfalls plausibel (Eifersucht), bei einer erneuten Befragung mit Vorlage der Spurenauswertung gesteht er.

**Der Kriminalfall „Falsches Spiel“:** Entscheidend ist in diesem Fall die Haaranalyse, die die Vergiftung auf den Tag vor dem Einbruch, also den 22.10. datiert. Somit hat der Pfleger kein Alibi für den Mord, jedoch aber für den Einbruch. Der Einbruch wiederum wurde von ihm eingefädelt, um sich ein Alibi verschaffen zu können. Seinem arbeitslosen Freund gab er den Tipp, dass bei der Dame viele Wertsachen zu finden seien und log ihn an, dass diese am Abend des 23.10. nicht zu Hause sei.

## Autorinnen



Kursleitung: Dr. Kerstin Kremer, Akademische Rätin in der Didaktik der Biologie an der Universität Kassel.



Co-Leitung: Julia Arnold, wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Didaktik der Biologie an der Universität Kassel.

# Mathematik: Konstruktion & Perspektive(n) unserer Welt

Dr. Harald Löwe und Benedikt Weygandt

*Wie können Architekten ein dreidimensionales Gebäude zweidimensional auf dem Papier planen? Lässt sich aus einem Grundriss das Gebäude re-konstruieren? Sollten wir an Fluchtpunkten fliehen oder nicht? Welche geometrischen Gebilde lassen sich auf dem Papier konstruieren, und unter welchen Umständen kommt dabei ein „unmögliches Bild“ heraus? Können wir anhand einer Fotografie messen, wie groß ein abgebildetes Gebäude in Wirklichkeit ist oder wie weit die fotografierte Person von der Kamera entfernt war?*

*Während der Herbstferien verbinden wir spielerisch unterschiedliche Elemente aus Mathematik, Kunst und Technik. Dabei bringen wir unter anderem dem Computer mit 3D-Objekten das „Sehen“ bei, beschäftigen uns mit unterschiedlichen Techniken zum perspektivischen Zeichnen und konstruieren auch einmal etwas ohne Zirkel oder Lineal.*

[Auszug aus der Kursankündigung]

# Einleitung

Im Mathematikurs wurden dieses Jahr die Themen Perspektive und Konstruktion unter die Lupe genommen. Für einen Projektunterricht, wie er im Rahmen der hessischen Schülerakademie stattfinden kann, bietet sich dieses Thema in besonderem Maße an. Sowohl zeitlich als auch räumlich ist genügend Spielraum vorhanden, um behandelte Inhalte auch selbstständig anzuwenden. Diese Kursinhalte stammen im Wesentlichen aus der Vorlesung *Darstellende Geometrie* für Bauingenieure und Architekten.

## Elemente der Kursarbeit

Die Kursthemen umfassten zunächst Vorträge zur Geschichte der Perspektive, welche von den Schülerinnen und Schülern im Vorfeld der Akademie erarbeitet und am ersten Tag präsentiert wurden. Anschließend behandelten wir Grundlagen der Zentralperspektive und untersuchten Schnittpunkte von Geraden unterschiedlicher Lage sowie den Begriff des Fluchtpunktes. Auf diesem Wissen aufbauend lassen sich Schattenkonstruktionen sowohl von Sonnenlicht als auch von unterschiedlichen Lichtquellen gewinnen. Um konstruierte Objekte für das Auge des Betrachters realistisch erscheinen zu lassen, beschäftigten sich die Schülerinnen und Schüler im Folgenden mit Seh- und Distanzkreisen. Ein Schwerpunkt der Kursarbeit bildete das Thema der Längen- und Winkelmessung in unterschiedlicher Lage. Diese durchaus anspruchsvollen Aspekte perspektivischer Konstruktionen wurden stets um Phasen des freien Zeichnens ergänzt, um bisher erworbenes Wissen um eine handlungsorientierte Komponente zu erweitern. Zuletzt wandten die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen über korrekte Konstruktionen an, um die u.a. durch M. C. Escher bekanntgewordenen *unmöglichen Bilder* nachzubilden. Die Präsentation der Ergebnisse am letzten Tag der Akademie fand in Form einer Galerieausstellung mit Stationen zu den einzelnen Themengebieten statt.

Neben den vermittelten grundlegenden mathematischen Inhalten gab es genügend Zeit, um entsprechende Mal- und Konstruktionstechniken einzuüben. Aus der Vielzahl an entstandenen Werken wurden einige Exemplare am Ende dieses Beitrags eingebaut, um im Rahmen dieses Beitrags einen möglichst umfassenden Einblick in die Kursarbeit zu geben.

## Didaktische und methodische Überlegungen

Wenngleich die hier ausgeführten und im Kurs behandelten Themen in heutigen Kerncurricula nicht mehr in dieser Tiefe auftauchen, so bieten sie dennoch vielfältige Chancen, den Mathematikunterricht zu bereichern und eine angemessene Sichtweise auf die Mathematik zu entwickeln. Dabei ist die fächerübergreifende Verbindung zwischen Kunst und Mathematik nicht nur naheliegend, sondern im interdisziplinären Sinne auch außerordentlich ergiebig. Dies wird gerade an Nahtstellen wie dem Thema Perspektive erkennbar, bei denen der Unterricht im Fach Mathematik wohl selten in den Genuss eines so hohen künstlerischen Anteils kommt und im Gegenzug mathematisches Wissen als Grundlage für Konstruktionen im Kunstunterricht entgegen mancher Annahme benötigt wird.

Der Mathematikdidaktiker Heinrich Winter formulierte in seinem Aufsatz *Mathematikunterricht und Allgemeinbildung* [1] drei Grunderfahrungen des Mathematikunterrichts:

- „(1) Erscheinungen der Welt um uns [...] aus Natur, Gesellschaft und Kultur [...] wahrzunehmen und zu verstehen;
- (2) mathematische [...] Sachverhalte, repräsentiert in Sprache, Symbolen, Bildern und Formeln, als geistige Schöpfungen, als eine deduktiv geordnete Welt [...] kennen zu lernen [...];
- (3) in der Auseinandersetzung mit Aufgaben Problemlösefähigkeiten, die über die Mathematik hinausgehen, [...] zu erwerben.“

Diesen Grundvorstellungen entsprechen im Lehrplan Mathematik des Landes Hessen *Aspekte*, welche vom Mathematikunterricht verfolgt werden. Diesen ebenfalls bei außerschulischer Kursarbeit gerecht zu werden und damit die Winterschen Grunderfahrungen zu ermöglichen, ist notwendig für die Herausbildung eines umfassenden Bildes der Mathematik. So wird unter anderem durch die Anwendungsrelevanz des Themas in den Gebieten Architektur und Ingenieurwissenschaft die erste Grunderfahrung erfüllt; der deduktive Charakter der Mathematik zeigte sich in den reichhaltigen und aufeinander aufbauenden Theorieanteilen. Dass dabei auch Fähigkeiten wie Problemlösen und vorausschauendes Planen einer Zeichnung gefordert werden, wird anhand der Fragestellungen im folgenden Abschnitt ersichtlich. Hinzu kommt, dass die Verbindung von Zirkel und Lineal mit anspruchsvoller Mathematik ihren Beitrag zu händischen Fertigkeiten ebenso leisten kann und leistet wie zur geometrischen räumlichen Orientierung. Zu guter Letzt – und das darf in einem Kurs wie diesem nicht vergessen werden – bereitete das Zeichnen und eigenständige Konstruieren den Schülerinnen und Schülern enormen Spaß, was sich für uns bereits während der Kursarbeit sowie in den vielfältigen Ergebnissen zeigte.

## Fachliche Grundlagen

In diesem Abschnitt der Dokumentation wollen wir vor allem denjenigen Teil der Perspektive eingehend behandeln, der in der Schule kaum mehr gelehrt wird: das Messen von Strecken und Winkeln in perspektivischen Bildern. Das Ziel ist dabei weniger das Herstellen fotorealistischer Zeichnungen, sondern einerseits ein vertieftes Verständnis des – wenn auch nur „einäugigen“ – Sehens und andererseits die Ausbildung eines guten räumlichen Vorstellungsvermögens. Auf die ebenfalls im Kurs behandelten Schattenkonstruktionen und perspektivischen Kreisbilder wird dagegen nur am Rande eingegangen.

## Zentralprojektion und Fluchtpunkte

Für sämtliche Konstruktionen in der Perspektive ist das Verständnis der Entstehung des Bildes in der Zentralprojektion von entscheidender Bedeutung und wurde entsprechend ausführlich behandelt. Die geometrische Situation ist relativ einfach: Vorgelegt ist eine *Grundebene*  $\gamma$  (die als waagerechter Fußboden interpretiert werden kann), die senkrecht<sup>1</sup> auf  $\gamma$  stehende *Bildebene*  $\beta$  sowie der *Augpunkt*  $Z$ ; vgl. Abbildung 1. Der Lotfußpunkt von  $Z$  auf  $\beta$  heißt *Hauptpunkt*; durch ihn verläuft waagerecht der *Horizont*  $h$ . Die Schnittgerade  $g$  der Ebenen  $\beta$  und  $\gamma$  wird *Grundlinie* genannt. Weiterhin benötigen wir die *Aughöhe*  $a$  (d.i. die Höhe von  $Z$  über der Grundebene) sowie den als *Distanz* bezeichneten Abstand  $d$  von  $Z$  zur Bildebene  $\beta$ .

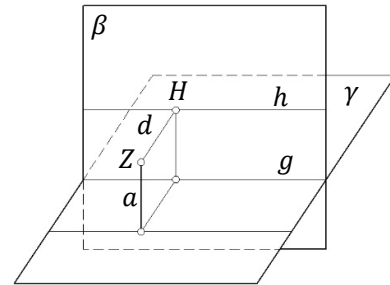


Abbildung 1: Bezeichnungen

In der Bildebene  $\beta$  entsteht das zentralperspektivische Bild  $P^*$  eines räumlichen Punkts  $P \neq Z$  als Schnitt des Sehstrahls<sup>2</sup>  $g = ZP$  mit der Bildebene (vgl. Abbildung 2):

$$P^* = ZP \cap \beta,$$

falls dieser Schnittpunkt überhaupt existiert. Eine kurze Überlegung zeigt, dass nur Punkte der so genannten *Verschwindungsebene*  $\beta_v = \parallel(Z, \beta)$  kein Bild besitzen, da die Gerade  $ZP$  in diesem Fall parallel zu  $\beta$  verläuft.

Im Kurs wurde nach der theoretischen Erläuterung das folgende Experiment zur Verdeutlichung dieses Bildkonstruktionsverfahrens durchgeführt; das Ergebnis einer Schülerin des Kurses findet man in Abbildung 3.

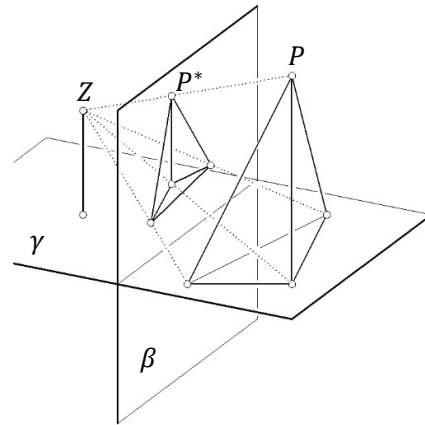


Abbildung 2: Prinzip der Zentralprojektion

**Experiment:** Auf ein Fenster wird eine Overheadfolie geklebt. Anschließend kann auf der Folie das zentralperspektivische Bild der Umgebung direkt mit dem Foliestift eingezeichnet werden. Die Blickrichtung und der Abstand vom Auge zum Fenster dürfen auf keinen Fall verändert werden. Es empfiehlt sich daher, den Augpunkt durch das Ende eines Stocks o.ä. fest zu markieren.



Abbildung 3: Folie auf Fenster

<sup>1</sup> Geneigte Bildebenen führen zu Kippansichten wie der Frosch- oder der Vogelperspektive und wurden im Kurs nicht behandelt.

<sup>2</sup> Tatsächlich sollte man hier eher von der „Sehgeraden“  $g = AP$  reden; wir behalten aber die traditionelle Bezeichnung bei.

Eines der bekanntesten Phänomene perspektivischer Bilder ist die Tatsache, dass sich die Bildgeraden von in der Natur parallelen Geraden scheinbar schneiden; dies ist den Schülerinnen und Schülern durch Bilder von Eisenbahnschienen, Häusern usw. bereits vertraut. Allerdings ist nicht klar, warum diese so genannten *Fluchtpunkte* auftreten. Für die diesbezügliche Erklärung sollte man ausreichend Zeit einplanen, da das Wissen um die Entstehung von Fluchtpunkten für viele Konstruktionen grundlegend ist.

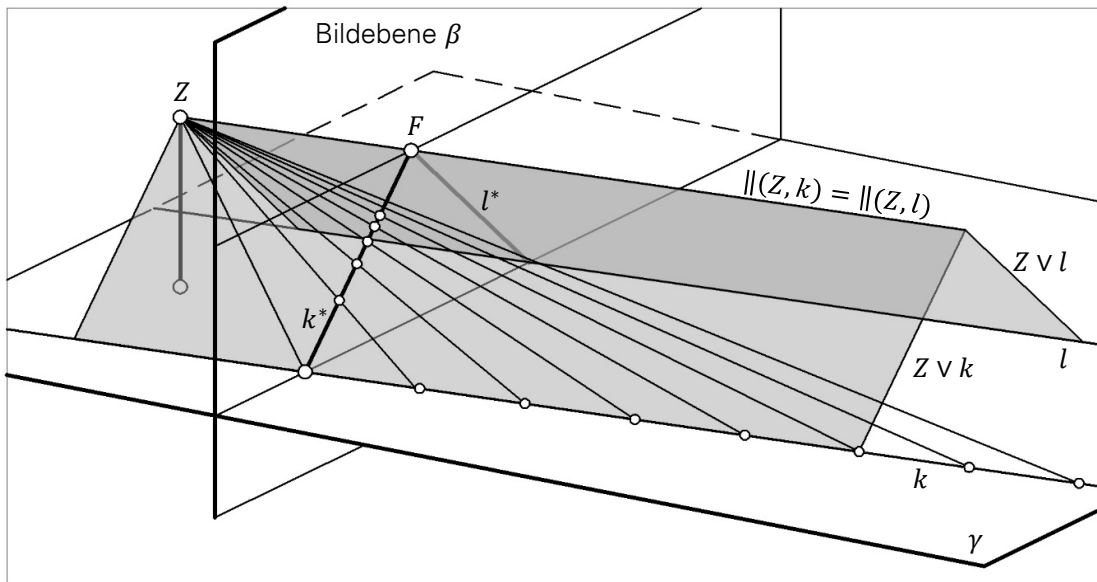


Abbildung 4: Fluchtpunkte

Wir betrachten hierzu eine Gerade  $l$ , die weder in der Verschwindungsebene  $\beta_v$  liegt (denn dann hätte die Gerade überhaupt kein Bild), noch durch den Augpunkt  $Z$  verläuft (denn sonst besteht das Bild der Geraden aus nur einem einzigen Punkt). Dann besteht das Bild  $l^*$  von  $l$  aus den Schnitten der Sehstrahlen  $ZP, P \in l$ , mit der Bildebene  $\beta$ :

$$l^* = \{ZP \cap \beta \mid P \in l \setminus \beta_v\} = \beta \cap \bigcup_{P \in l} ZP,$$

wobei hier auch Punkte der Geraden zugelassen werden, die hinter dem Betrachter liegen; vgl. Abbildung 4. Die Vereinigung erstreckt sich hierbei über alle Geraden der Ebene  $Z \vee l$ , die durch den Augpunkt  $Z$  verlaufen – mit einer einzigen Ausnahme, nämlich der Parallelen  $\parallel(Z, l)$ . Nimmt man auch diese noch hinzu, so erhält man  $l^* = (Z \vee l) \cap \beta$  bequem als Schnittgerade der Ebenen  $Z \vee l$  und  $\beta$ . Ist  $l$  nicht parallel zu  $\beta$ , so haben wir dabei lediglich den Punkt  $F(l) = \beta \cap \parallel(Z, l)$  zu  $l^*$  hinzugenommen. Genau dies aber ist der gesuchte Fluchtpunkt! Für parallele Geraden  $k$  und  $l$  erhält man  $\parallel(Z, k) = \parallel(Z, l)$  und damit (falls  $k, l \not\parallel \beta$ ) den scheinbaren Schnittpunkt

$$F(k) = F(l) = k^* \cap l^*$$

der beiden Bildgeraden. Wir halten fest:

- a. Die Gerade  $l$  möge weder in der Verschwindungsebene  $\beta_v$  liegen, noch den Augpunkt  $Z$  enthalten. Dann ist  $l^* = \beta \cap (Z \vee l)$  die zu  $l$  gehörende Bildgerade.

- b. Den Fluchtpunkt  $F(l)$  einer nicht zu  $\beta$  parallelen Geraden  $l$  erhält man durch Schneiden der Parallelen  $\parallel(Z, l)$  mit der Bildebene:  $F(l) = \beta \cap \parallel(Z, l)$ . Für jede zu  $l$  parallele Gerade  $k$  gilt dann  $k^* \cap l^* = F(k) = F(l)$ , d.h. die Bilder paralleler Geraden fluchten sich.
- c. Speziell fluchten sich die Bilder horizontaler Parallelen auf dem Horizont.
- d. Der Hauptpunkt  $H$  ist der Fluchtpunkt der Tiefengeraden<sup>3</sup>.
- e. Ist  $k \parallel l \parallel \beta$ , so sind auch  $k^*$  und  $l^*$  parallel. Insbesondere sind die Bilder vertikaler Geraden wieder vertikal.

Naturgemäß fällt Schülerinnen und Schülern der Mittelstufe das Durchdenken dieser Erläuterung schwer, da einerseits das Einbeziehen von hinter dem Betrachter liegenden Punkten die Seherfahrung verlässt, andererseits das zum Verständnis nötige räumliche Vorstellungsvermögen noch nicht ausreichend ausgeprägt ist. Es bietet sich daher didaktisch an, einen Grenzwertprozess als zweite Erläuterung mit hinzuzuziehen. Hierzu betrachtet man die Sehstrahlen zum sichtbaren Teil der Geraden  $k$ . Lässt man nun den Punkt  $P$  auf  $k$  gegen Unendlich laufen, so nähern sich die Sehstrahlen der Parallelen zu  $k$  durch  $Z$ , d.h. der „unendlich ferne Punkt“ von  $k$  wird als Fluchtpunkt  $F(k)$  im perspektivischen Bild sichtbar. Hier (wie auch bei etlichen weiteren Gelegenheiten) wird die Herkunft der Zentralprojektion aus der projektiven Geometrie gut sichtbar.

### Exkurs: Sonnen- und Lampenschatten

An dieser Stelle ist es sinnvoll, die bislang erworbenen Kenntnisse mit der Konstruktion von Schatten zu verfestigen, da die hierzu notwendigen Überlegungen das Denken in der Zentralprojektion voraussetzen.

Die perspektivischen Bilder der parallel einfallenden Sonnenstrahlen besitzen einen Fluchtpunkt  $S$ . Steht die Sonne rechts hinter dem Betrachter, so ist  $S$  links neben dem Hauptpunkt und unterhalb des Horizonts zu finden. Die Seherfahrung (oder eine einfache Überlegung) zeigen weiterhin, dass die Schatten senkrechter Stäbe parallel sind; der zugehörige Fluchtpunkt  $S'$  liegt genau über bzw. unter  $S$  auf dem Horizont. Damit lässt sich der zu einem Punkt  $P^*$  gehörende Schattenpunkt  $P^\circ$  folgendermaßen auffinden: ist  $P'$  der Grundriss<sup>4</sup> von  $P$ , so gilt  $P^\circ = P'S' \cap P^*S$ , vgl. Abbildung 5. Mit diesem einfachen Prinzip lassen sich Schattenbilder wie das in Abbildung 6 gezeigte herstellen. Hierbei müssen einige Punkte des Hauses (wie die hintere Ecke und der Grundriss des Firstes) hinzugefügt werden. Ein wenig mehr Überlegung ist eigentlich nur bei dem Schattenwurf des Anbaus auf dem Haupthaus nötig. Als nützlich erweist sich noch die Tatsache, dass waagerechte Strecken und ihre Schatten denselben Fluchtpunkt besitzen.

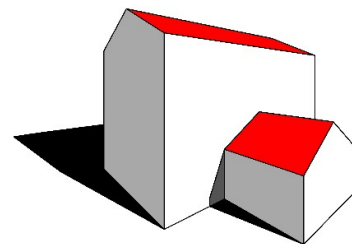


Abbildung 6: Haus mit Schatten

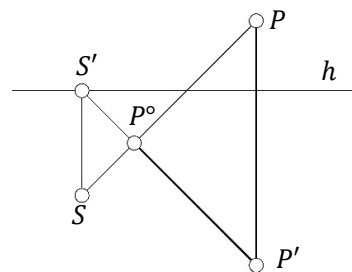


Abbildung 5: Sonnenschatten

<sup>3</sup> Tiefengeraden nennt man die senkrecht zur Bildebene verlaufenden Geraden.

<sup>4</sup> Der Grundriss ist der Fußpunkt des Lotes von  $P$  auf die Grundebene.



Ist anstelle der Sonne eine Lampe die Lichtquelle, so ändert sich wenig an der Konstruktion: Die Rolle von  $S$  übernimmt die – punktförmig gedachte – Lampe, während  $S'$  der Fußpunkt der Lampe (Grundriss von  $S$ ) ist.

### Distanz- und Sehkreis

Mit den bislang besprochenen Prinzipien kann man bereits einige Bilder konstruieren, so auch das in Abbildung 7 gezeigte schachbrettartige Bodenmuster. Hierzu muss man „nur“ die Fluchtpunkte  $D^\pm$  derjenigen Bodengeraden kennen, die die Bildebene in einem  $45^\circ$ -Winkel schneiden, da diese die Diagonalen der einzelnen Quadrate des Bodenmusters bilden.

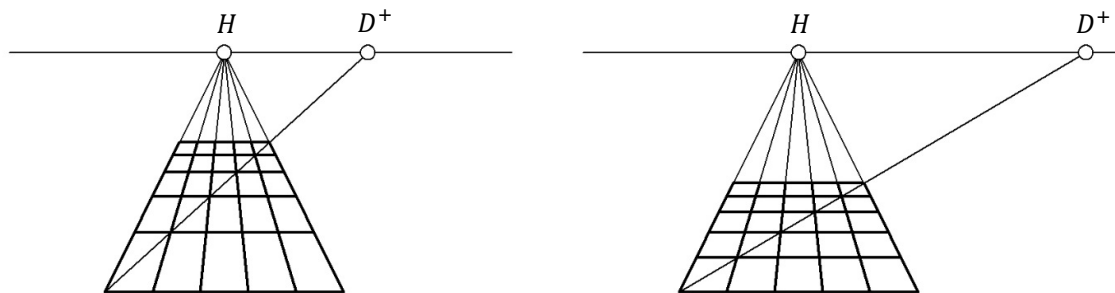


Abbildung 7: Schachbrettartiges Bodenmuster bei geringer und größerer Distanz

Doch woher sollte man die angesprochenen Fluchtpunkte  $D^\pm$  kennen? Hierzu benötigt man den Abstand  $d$  des Betrachters zur Bildebene. Da die Basiswinkel des rechtwinkligen Dreiecks  $ZHD^+$  genau  $45^\circ$  groß sind, erhalten wir  $d$  auch als Abstand zwischen  $H$  und  $D^+$ . Bezeichnen wir den Kreis um  $H$  mit Radius  $d$  als den *Distanzkreis*  $\kappa$ , so finden wir  $D^\pm$  durch Schneiden von  $\kappa$  mit dem Horizont.

Mit der Distanz  $d$  ändert sich also auch die Lage der Fluchtpunkte  $D^\pm$  und damit das Aussehen des Bildes. Etliche Werte für  $d$  führen dabei auf Bilder, die nicht mehr natürlich aussehen, sondern einen deutlich ungewohnten Eindruck hinterlassen, vgl. Abbildung 8. Der Grund hierfür ist die Tatsache, dass das menschliche Gesichtsfeld zwar horizontal  $180^\circ$  abdeckt (vertikal sind es ca.  $90^\circ$ ), wir aber nur in einem Kegel mit Öffnungswinkel von etwa  $50^\circ$  unverzerrt sehen können. Damit ist eine als natürlich empfundene Darstellung nur im so genannten *Sehkreis* möglich, also einem Kreis um  $H$ , dessen Radius etwas mehr als die Hälfte von  $d$  beträgt. Eine Abhilfe gibt es allerdings: Wenn sich die Augen des Betrachters ungefähr im Augpunkt  $Z$  befinden, so erscheinen auch außerhalb des Sehkreis liegende Figuren unverzerrt. Für Buchabbildungen ist dieses Wissen recht zwecklos, denn erst ab einem Abstand von ca. 25–30 cm beginnen wir scharf zu sehen – der Sehkreis wird daher im Allgemeinen so groß wie das Bild sein. Trotzdem kann man Abbildung 8 für erste Tests heranziehen.

**Experiment:** Man betrachte Abbildung 8 genau über dem Hauptpunkt  $H$  aus einer Distanz von etwa 10 cm. Hierbei werden die gezeigten Würfel unscharf, aber unverzerrt erscheinen.

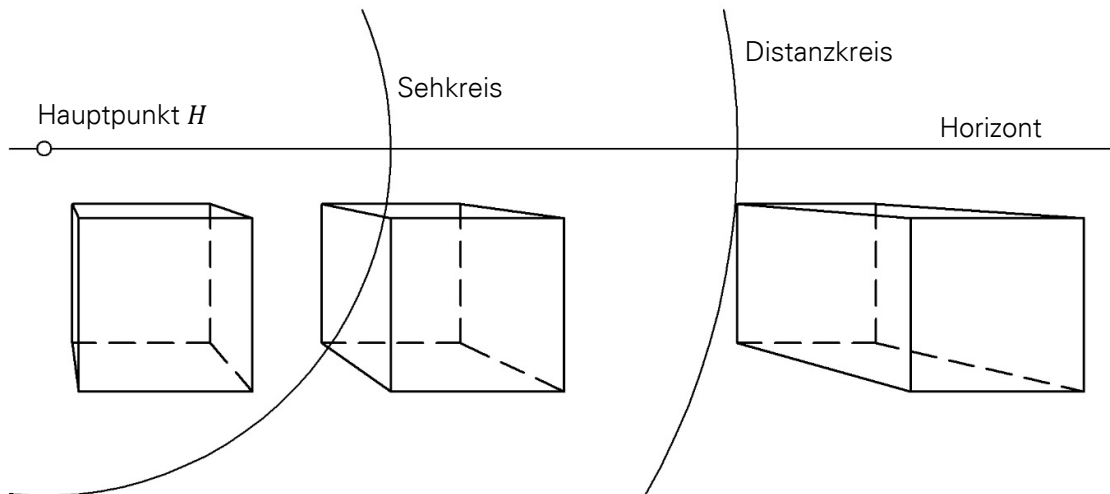


Abbildung 8: Verzerrung von Objekten außerhalb des Sehkreises

### Messen von Strecken und Winkeln

Zum Messen von Strecken in perspektivischen Bildern verwendet man ein einfaches Grundprinzip, welches wir an einem Gedankenexperiment verdeutlichen wollen. Zunächst stellen wir fest, dass nur in der Bildebene liegende Strecken im Bild ihre wahre Größe beibehalten. Daher bringen wir mittels Drehungen und Verschiebungen eine räumliche Strecke in die Bildebene und überlegen anschließend, wie wir diese räumliche Bewegung im Bild konstruieren können. Der einfachste Fall hierbei ist sicherlich das Messen einer zur Bildebene parallelen Strecke  $s = \overline{AB}$ , wobei wir allerdings den Schnittpunkt  $C$  der – eventuell verlängerten Strecke – mit der Bildebene kennen müssen, da  $s$  ansonsten durch das Bild  $s^*$  nicht eindeutig festgelegt ist. Zum besseren Verständnis denken wir uns  $AC$  in einem Kasten zwischen Decke und Boden eingeklemmt, vgl. dazu Abbildung 9, wobei sich der Endpunkt  $C$  auf dem Boden (der Grundebene) befindet.

Verschieben wir nun  $s$  in die Grundebene, so erhalten wir die Strecke  $s' = \overline{A'B'}$ . Dabei sind die bei dem Verschieben auf Boden und Decke entstehenden „Schleifspuren“  $AA'$  und  $BB'$  horizontale Geraden, die zueinander parallel sind; die Richtung dieser Schleifspuren kann durch Anpassen der Verschieberichtung frei gewählt werden. Wir beachten nun:

- 1) Wie für alle Punkte der Bildebene erhält man  $A'^* = A'$  und  $B'^* = B'$ .
- 2) Den Fluchtpunkt  $F = F(AA') = F(BB')$  kann man auf dem Horizont frei wählen.
- 3)  $A'$  befindet sich sowohl auf der Grundebene als auch der Bildebene und damit auf der Grundgeraden. Es ist daher  $A' = g \cap FA^*$  der Schnittpunkt der Geraden  $FA^*$  mit der Grundgeraden.
- 4)  $B'$  befindet sich auf der Geraden  $FB^*$ .
- 5)  $AB$  und  $A'B'$  sind parallel zur Bildebene. Daher sind auch  $A^*B^*$  und  $A'B' = A'^*B'^*$  parallel. Insbesondere befindet sich  $B'$  auf der Geraden  $\|(A', A^*B^*)$ .
- 6) Wir erhalten daher  $B' = FB^* \cap \|(A', A^*B^*)$ .

Dies ergibt die folgende

**Konstruktion (Messen von Strecken parallel zur Bildebene):**

Vorgelegt: Bild  $A^*B^*$  der zur Bildebene parallelen Strecke  $AB$ ; der Fußpunkt  $C^* = (AB \cap \beta)^*$  muss bekannt sein.

Gesucht: Länge  $\lambda$  der Strecke  $AB$ .

Verfahren: Wähle  $F$  auf dem Horizont. Konstruiere  $C' = FC^* \cap g$

$$A' = FA^* \cap \|(C', A^*B^*)$$

$$B' = FB^* \cap A'C'$$

Dann ist  $\lambda = |A'B'|$ .

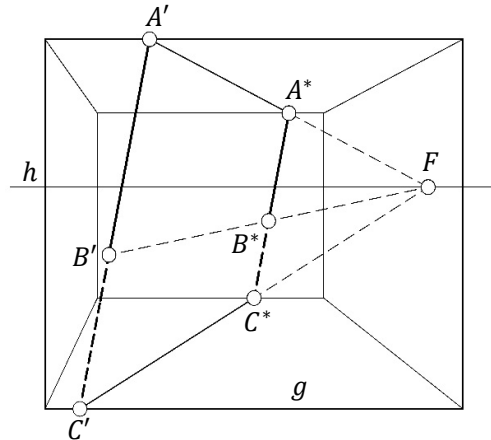


Abbildung 9: Messen von  $AB \parallel \beta$

Das Messen anderer Strecken gestaltet sich dahingegen nicht so einfach. Wir beschränken uns auf den Fall von horizontalen Strecken; die – recht ähnliche – Vorgehensweise im allgemeinen Fall entnehme man der Literatur. Neben der vorgelegten Strecke  $AB$  benötigen wir noch den Schnittpunkt<sup>5</sup>  $C = AB \cap \beta$  von  $AB$  mit der Bildebene sowie den für  $AB$  zuständigen Fluchtpunkt  $F = AB \cap h$ . Durch eine horizontale Drehung um  $C$  können wir  $AB$  streckentreu auf die in der Bildebene liegende Strecke  $A'B'$  abbilden (vgl. Abbildung 10). Da die Drehsehnen  $AA'$  und  $BB'$  parallel sind (und wieder  $A^{**} = A$  sowie  $B^{**} = B$  gilt), schneiden sich  $A^*A'$  und  $B^*B'$  im Fluchtpunkt  $M_F$ . Dieser so genannte *Messpunkt*  $M_F$  liegt auf dem Horizont, da die Drehsehnen  $A^*A'$  und  $B^*B'$  horizontal verlaufen.

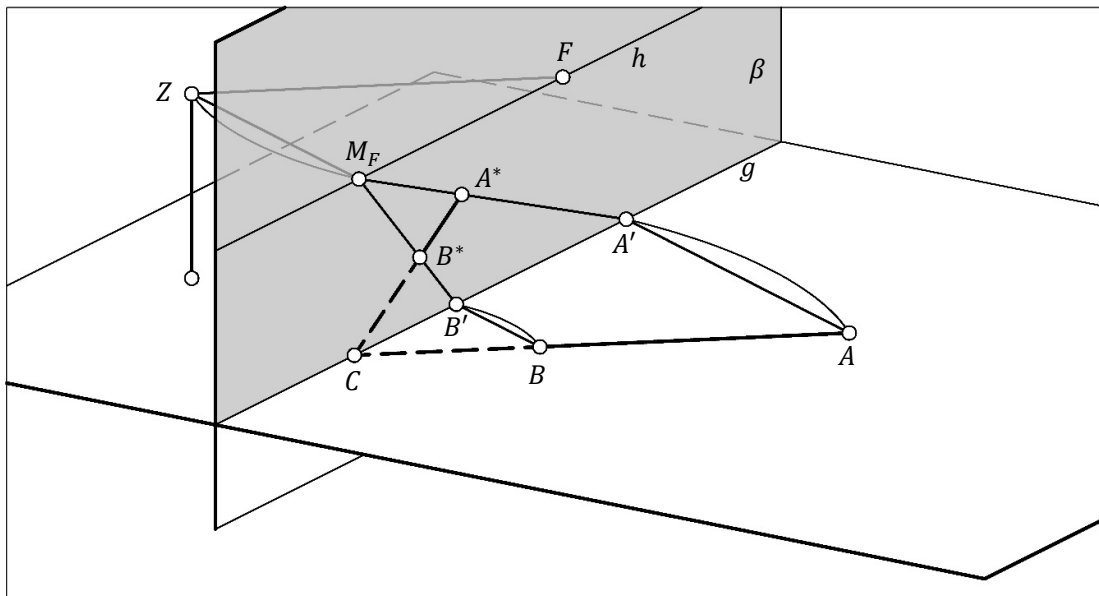


Abbildung 10: Messpunkte für horizontale Strecken

Die Konstruktion von  $M_F$  verläuft in der Horizontebene  $\|(Z, \gamma)$ . Hierzu beachten wir  $F = h \cap \|(Z, AC)$  und  $M_F = h \cap \|(Z, AA')$ ; denn sowohl  $F$  als auch  $M_F$  sind Fluchtpunkte. Die Dreiecke

<sup>5</sup> Zur Bildebene parallele Strecken  $AB$  wurden bereits in der oben erläuterten Konstruktion behandelt.

$ACA'$  und  $ZFM_F$  besitzen paarweise parallele Seiten und sind daher ähnlich. Wegen  $|CA| = |CA'|$  gilt demnach auch  $|FZ| = |FM_F|$ . Um diese Situation in der Bildebene  $\beta$  zu sehen – denn sonst können wir die Konstruktion im Bild nicht durchführen – drehen wir die Horizontebene um den Horizont in  $\beta$ . Während sich hierbei  $F$  und  $M_F$  nicht ändern, wird der Augpunkt  $Z$  auf den Punkt  $Z^\circ$  in der Bildebene gedreht. Offenbar ist  $HZ^\circ$  senkrecht zum Horizont und die Länge  $|HZ^\circ|$  stimmt mit der Distanz  $d$  überein. Damit ergibt sich das folgende Verfahren:

**Konstruktion (Auffinden von Messpunkten zu horizontalen Strecken):**

Vorgelegt: Fluchtpunkt  $F$  auf dem Horizont.

Gesucht: Zugehöriger Messpunkt  $M_F$ .

Verfahren:  $M_F = \kappa(F, d) \cap h$  ist einer der beiden Schnitte des Kreises um  $F$  mit Radius  $d$  mit dem Horizont.

Das Verfahren ist zwar einfach, aber nicht einfach nachzuvollziehen, da die Konstruktion von  $M_F$  in der Bildebene durchgeführt wird, jedoch eigentlich nur in der Horizontebene zu verstehen ist. Hierauf sollte man die Schülerinnen und Schüler deutlich hinweisen. Das gesuchte Messverfahren horizontaler Strecken ergibt sich jetzt wie folgt:

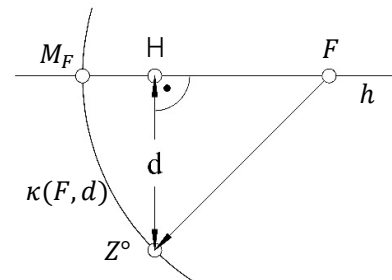


Abbildung 11: Auffinden von Messpunkten

**Konstruktion (Längenmessung horizontaler Strecken):**

Vorgelegt: Horizontale Strecke  $AB \parallel \beta$  mit Fluchtpunkt  $F$  und Durchstoßpunkt  $C = AB \cap \beta = C^*$ . Für Strecken  $AB \subseteq \gamma$  ist  $C$  der Schnittpunkt von  $AB$  mit der Grundgeraden.

Gesucht: Länge  $\lambda = |AB|$  der Strecke.

Verfahren: Ist  $M_F$  der Messpunkt zu  $F$ , so konstruiere

$$A' = M_F A^* \cap \parallel(C^*, h)$$

$$B' = M_F B^* \cap \parallel(C^*, h)$$

Dann gilt  $\lambda = |A'B'|$ .

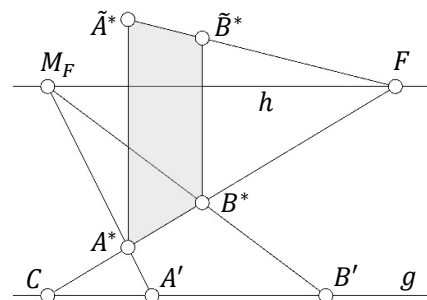


Abbildung 12: Messen horizontaler Strecken

In Abbildung 12 wird die Konstruktion beispielhaft an der in der Grundebene liegenden Strecke  $AB$  durchgeführt, ergibt aber auch die Länge der über  $AB$  liegenden Strecke  $\tilde{A}\tilde{B}$ .

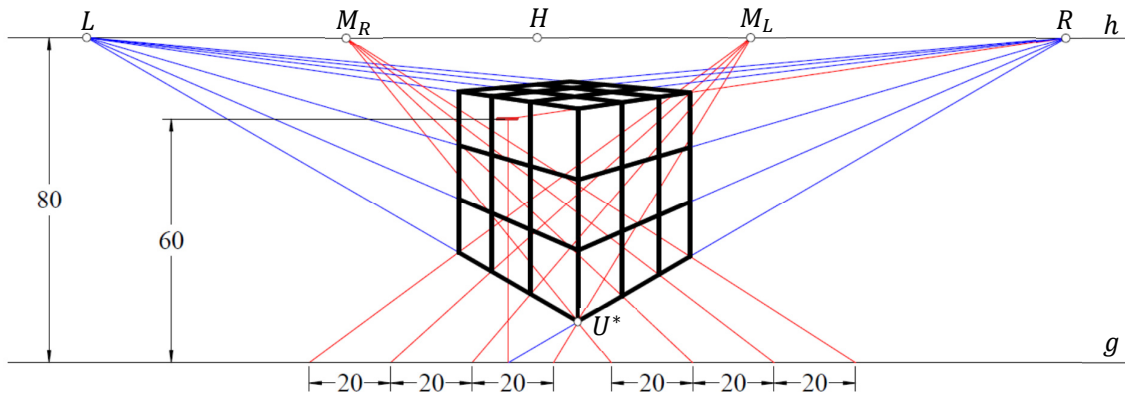


Abbildung 13: Zeichnung eines Zauberwürfels (Distanz 120 mm, alle Maßangaben in mm)

Mit den bisher erarbeiteten Methoden konnten die Schülerinnen und Schüler den in Abbildung 13 gezeigten Zauberwürfel zeichnen. Dabei waren lediglich Horizont  $h$  und Grundlinie  $g$ , die Fluchtpunkte  $L$  und  $R$  der linken und rechten Seite, der Hauptpunkt  $H$ , die Distanz  $d$  sowie die vordere untere Ecke  $U^*$  vorgegeben. Die Länge einer Würfelseite sollte 6 cm betragen.

Natürlich kann die Drehung mit Hilfe des Messpunkts auch dazu verwendet werden, eine senkrecht auf der Grundebene  $\gamma$  stehende Ebene  $\varepsilon$  um ihre Spurgerade  $s = \beta \cap \varepsilon$  in die Bildebene  $\beta$  zu drehen. Damit lassen sich – wie in Abbildung 14 gezeigt – vertikale Winkel messen: An der in der Ebene  $\varepsilon \perp \gamma$  liegenden Strecke  $AB$  ist der Winkel  $\sigma$  abzutragen. Dazu tragen wir an der in die Bildebene gedrehten Strecke  $A'B'$  den Winkel  $\sigma$  ab und erhalten das passende Dreieck  $A'B'C' \subseteq \beta$ . Zurückdrehen liefert den Punkt  $C^*$  mit  $\angle(BAC) = \sigma$ .

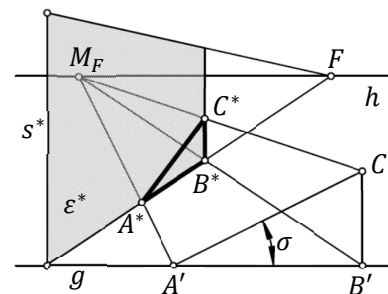


Abbildung 14: Vertikale Winkel

Auf diese Weise können also nicht nur Dreiecke, sondern auch ganze Figuren zunächst in der Bildebene gezeichnet und anschließend in die Ebene  $\varepsilon$  zurückgedreht werden – wie wäre es mit einem Graffiti auf einer Häuserwand als perspektivisches Bild?

Aber auch die Idee der Konstruktion in der Horizontebene und anschließendem Drehen in die Bildebene lässt sich an anderer Stelle gewinnbringend einsetzen: Sucht man nämlich einen in der Grundebene befindlichen Winkel  $U^*S^*V$ , so verschiebe man die Geraden  $u = SU$  und  $v = BV$  in den Augpunkt. Die Schnitte  $F_u = \|(Z, u) \cap h$  sowie  $F_v = \|(Z, v) \cap h$  sind die Fluchtpunkte der Geraden  $u$  bzw.  $v$ . Das anschließende Drehen der Horizontebene in die Bildebene liefert die in Abbildung 15 verdeutlichte Konstruktion.

**Konstruktion (Messen von Winkeln in der Grundebene):**

Vorgelegt: Winkel  $U^*S^*V^*$ , wobei  $USV$  in der Grundebene enthalten ist.

Gesucht: Größe des Winkels  $\sigma = \angle(USV)$ .

Verfahren:

Bestimme die Fluchpunkte

$F_u = S^*U^* \cap h$  und  $F_v = S^*V^* \cap h$ .

Messe  $\sigma = \angle(F_u Z^\circ F_v)$ .

Sonderfall:

Ist etwa  $S^*U^*$  zu  $h$  parallel, so ist

$\sigma = \angle(\parallel(Z^\circ, h); Z^\circ F_v)$ .

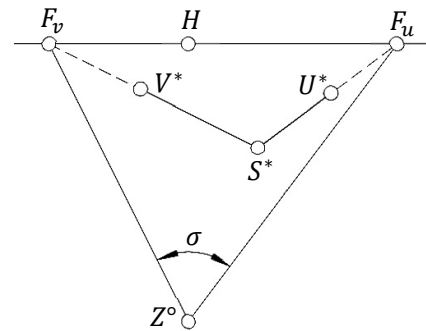


Abbildung 15: Winkel in der Grundebene

Sämtliche bisher vorgestellten Messverfahren kommen bei der Lösung der folgenden Aufgabe zum Tragen: Es soll eine Pyramide gezeichnet werden, deren Grundfläche ein regelmäßiges Sechseck der Seitenlänge 6 cm ist. Vorgegeben sind neben Horizont, Grundlinie und Hauptpunkt die Distanz, eine auf der Grundlinie liegende Seite des Sechsecks, sowie die Höhe der Pyramide, die das 1,5-fache der Seitenlänge des Sechsecks betragen soll.

Bei der Lösung der Aufgabe stellt sich wieder heraus, dass etwas Nachdenken über die geometrischen Gegebenheiten viel Zeichenarbeit sparen kann. Zunächst kann man die Fluchpunkte  $L$  und  $R$  derjenigen Geraden der Grundebene, die die Bildebene im Winkel von  $120^\circ$  bzw  $60^\circ$  schneiden, nach dem eben beschriebenen Verfahren konstruieren, vgl. Abbildung 16. Offenbar ist das hierbei entstehende Dreieck  $Z^\circ RL$  gleichseitig, woraus wir  $L = M_R$  und  $R = M_L$  schließen können.

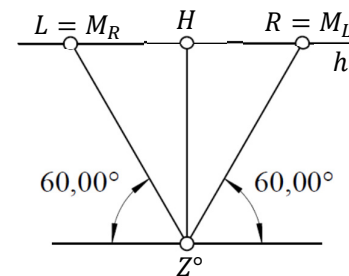


Abbildung 16: Flucht- und Messpunkte

Im Anschluss an diese Überlegung betrachten wir die in Abbildung 17 gezeigte Grundfläche der zu zeichnenden Pyramide. Dabei sehen wir, dass die Seiten sich in den angegebenen Punkten fluchten. Weiterhin fällt der um  $a$  in die Grundlinie  $g = AB$  gedrehte Punkt  $F'$  mit dem Schnittpunkt von  $EF$  und  $AB$  zusammen. Der Plan zum Zeichnen der Pyramide sieht damit wie folgt aus:

1. Zeichne auf  $g$  links von  $A^*$  den Punkt  $F'$  im Abstand von 6 cm ein.
2. Zeichne  $F^* = F'R \cap A^*L$  sowie  $E^* = F'R \cap A^*H$ .
3. Zeichne  $D^* = A^*R \cap B^*H$  und  $C^* = B^*R \cap D^*L$ .
4. Trage  $G^* = A^*R \cap B^*L$  ein und konstruiere die Spitze der Pyramide in geeigneter Höhe über  $G^*$ .

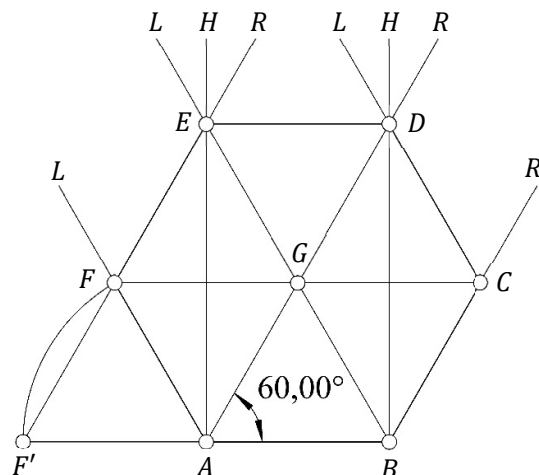


Abbildung 17: Vereinfachungen

Die fertige Zeichnung (inklusive aller Hilfslinien) sieht jetzt wie in Abbildung 18 gezeigt aus:

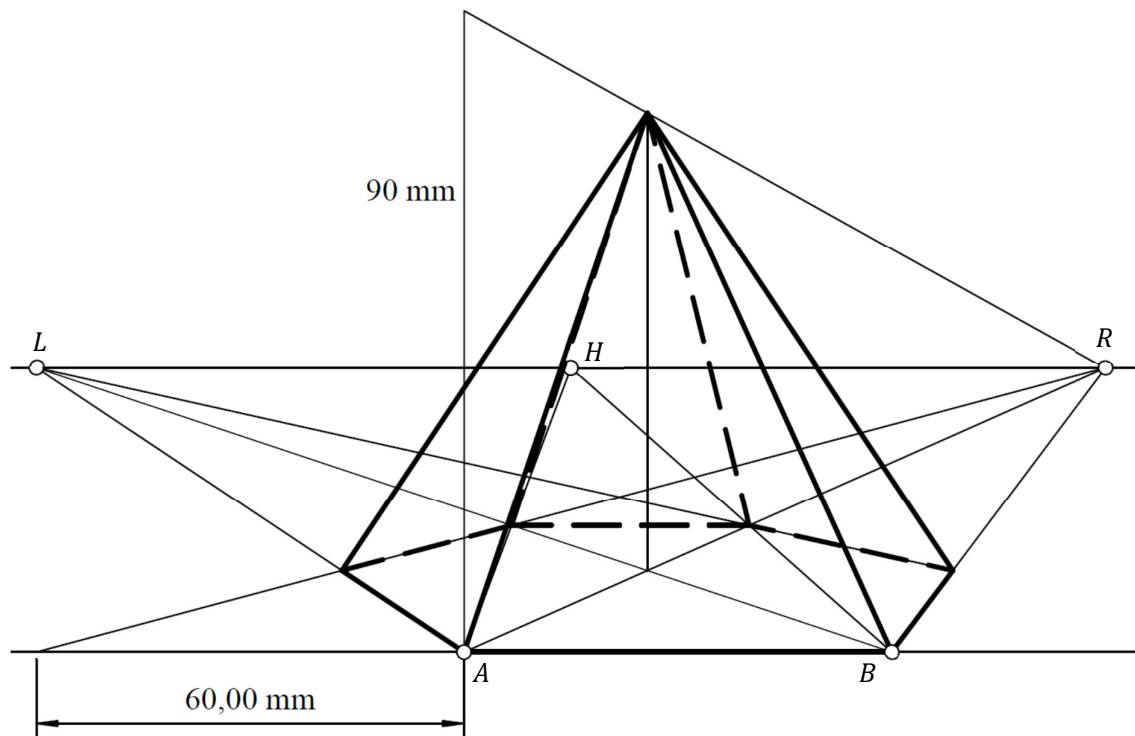


Abbildung 18: Zeichnung einer Pyramide

Damit haben wir unseren Streifzug durch die Messverfahren in perspektivischen Bildern beendet. Etliches wäre noch nachzutragen (so etwa das Messen von Strecken in allgemeiner Lage); einige Konstruktionen wird man sich jetzt jedoch selbst überlegen können. Ansonsten sei auf die ausgezeichneten Lehrbücher über Darstellende Geometrie im Literaturverzeichnis verwiesen.

## Ausklang: Kreisbilder

In der Axonometrie<sup>6</sup> sind Bilder von Kreisen stets Ellipsen; dies wird, wie die folgende Abbildung demonstriert, in der Perspektive falsch:

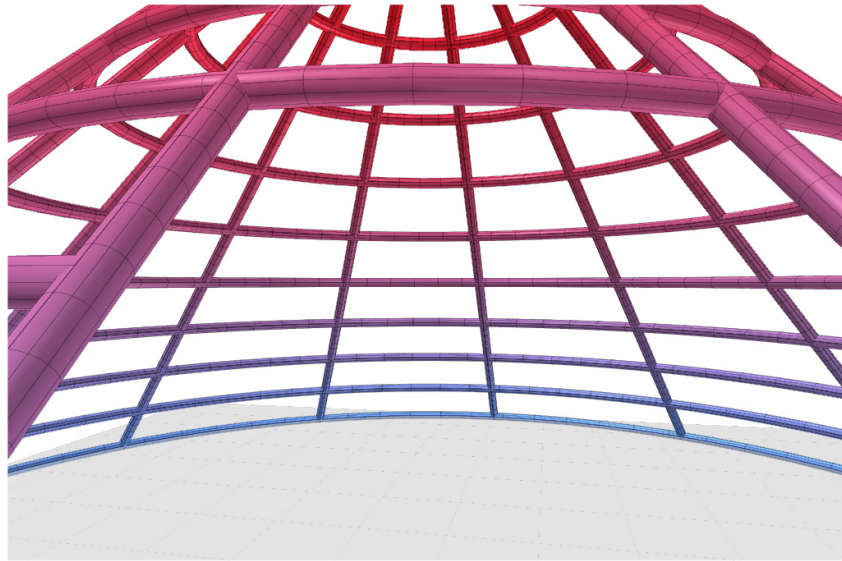


Abbildung 19: Perspektivische Kreisbilder

Der Grund hierfür ist recht einfach: Die Gesamtheit aller Sehstrahlen zu einem Kreis bilden – wenn dieser nicht gerade in einer den Augpunkt enthaltenden Ebene liegt und daher nur als Strecke sichtbar ist (5. Kreis von unten in Abbildung 19) – im Regelfall einen Kegel. Das Kreisbild entsteht aus dem Schnitt dieses Kegels mit der Bildebene und ist damit ein Kegelschnitt. Da der Augpunkt als Kegelspitze nicht in der Bildebene liegt, kommen als Kreisbilder nur Ellipse, Parabel und Hyperbel in Frage. Welcher Fall auftritt, liest man an der Anzahl der Punkte des Kreises auf der Verschwindungsebene ab: Der Kreis trifft diese in zwei, einem oder keinem Punkt; das Kreisbild ist dann eine Hyperbel (die beiden untersten Kreise in Abbildung 19), eine Parabel (der dritte Kreis von unten) oder eine Ellipse. Damit kommen die Kegelschnitte zwar nicht mehr im Mathematikunterricht, wohl aber in der Kunst der Perspektive zu ihrem Recht.

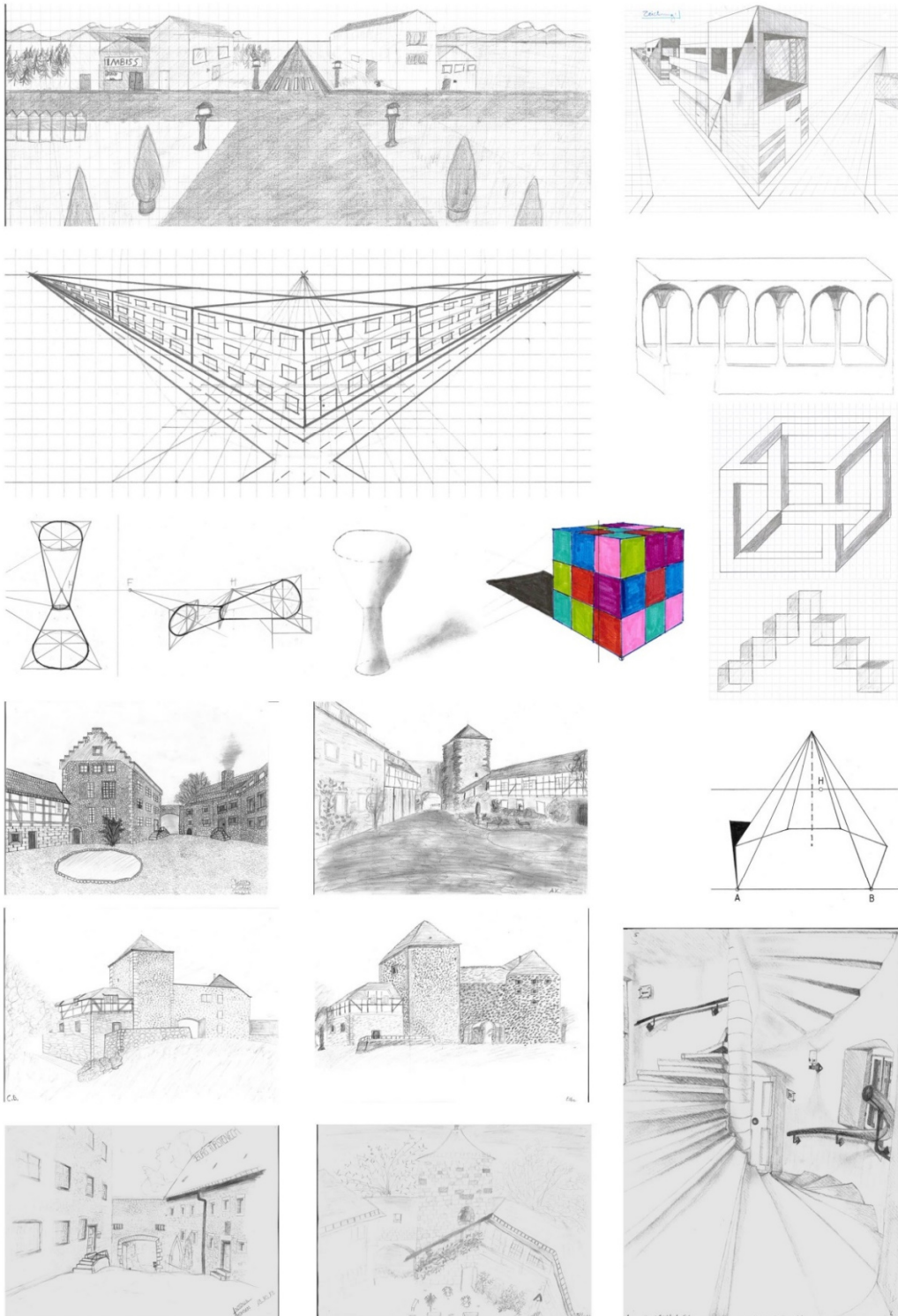
---

<sup>6</sup> Axonometrische Bilder verwenden Parallelprojektionen anstelle von Zentralprojektionen.



# Ergebnisse der Kursarbeit

Zum Abschluss findet sich hier eine Auswahl der Werke, die im Rahmen unserer zehntägigen Kursarbeit entstanden sind.



## Literaturverzeichnis

- [1] H. Winter: Mathematikunterricht und Allgemeinbildung, Beitrag in GDM-Mitteilungen (1996) Nr. 61, S. 37-46.
- [2] F. Rehbock: Geometrische Perspektive, 2. Auflage, Springer-Verlag 1980.
- [3] R. Fucke, K. Kirch, H. Nickel: Darstellende Geometrie für Ingenieure, 16. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig 2004.
- [4] W.D. Klix: Konstruktive Geometrie, Fachbuchverlag Leipzig 2001.
- [5] U. Viehahn: Technisches Freihandzeichnen, 8. Auflage, Springer-Verlag 2013.
- [6] S. Eggers: Perspektivisch Zeichnen; 5.-10. Klasse, Persen-Verlag 2012.

## Autoren



Kursleitung:  
apl. Prof. Dr. Harald Löwe  
Institut Computational Mathematics,  
AG Partielle Differentialgleichungen  
Technische Universität Braunschweig



Co-Leitung:  
Benedikt Weygandt  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Didaktik der  
Mathematik und der Informatik der J. W. Goethe-Universität  
Frankfurt am Main

# Physik:

## Planung, Bau und Optimierung von Energiesparhäusern

Dr. Wolf Aßmus und Dipl.-Ing. Natalija van Well

*Das Einsparen von Energie ist für die Menschheit wichtig, denn die Reserven – zumindest fossiler Energieträger wie Kohle, Gas, Erdöl – sind nicht beliebig groß. Da ein großer Anteil des privaten Energieverbrauchs durch das Heizen der Häuser entsteht, bauen wir ein Energiesparhaus: Wir untersuchen, wie Wärmeenergie transportiert wird, betrachten Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung und welche Mechanismen bei den Häusern zum Wärmeverlust führen. In der Bauphase entstehen dann die Modellhäuser aus Werkstoffen, wie Holz, Styropor, Metall und anderen Materialien. Wir untersuchen, welche Art der Wandisolation die Wärme am besten hält. Zum Abschluss wollen wir die Burg Fürsteneck genauer betrachten und feststellen, ob auch hier ohne große Kosten Energie eingespart werden kann.*

[Auszug aus der Kursankündigung]

# Einleitung

Das Thema Energiesparhäuser wurde ausgewählt, weil derzeit rund 75% des Energieverbrauchs der privaten Haushalte in Deutschland [1] auf Raumwärme entfallen; lediglich 1,6% werden für Beleuchtung benötigt. Die Forderung nach mehr Energieeffizienz beim Bauen wird insbesondere seit der Energiekrise im Jahre 1973 wieder mit Nachdruck gestellt. Beim gegenwärtigen Stand der Technik beträgt das Primärenergieeinsparpotential von Wärmepumpen gegenüber herkömmlichen Ölkesseln bis zu 60% und bei gebräuchlichen Gasbrennkesseln bis zu 40% [2]. Aber nicht nur die im Haus verwendete Technik trägt zur Energieeffizienz bei: Die beim Hausbau verwendeten Konstruktionsmaterialien und die Wärmedämmung beeinflussen den Energieverbrauch. Ziel des energieeffizienten Bauens ist es, eine optimale thermische Behaglichkeit mit möglichst geringem Energieeinsatz herzustellen. Schon vor über 3000 Jahren bauten unsere Vorfahren ihre Behausungen aus den in der Natur verfügbaren Materialien (Holz, pflanzliche Fasern, ...) und erzielten einen recht guten Wärmeschutzwert [3]. Holz war für die damaligen Menschen aufgrund seiner inneren Struktur ein von der Natur gegebener guter Dämmstoff. Als es Anfang des 12. Jahrhunderts in Folge der wachsenden Bevölkerung und des gestiegenen Bedarfs an Holz für Behausungen und Feuerstellen in manchen Gegenden zu einer Holznot kam, wurden die bis dahin vorherrschenden massiven Holzwände durch hölzerne Fachwerkwände mit Füllungen aus Lehm und Stroh ersetzt, die allerdings nicht mehr die Wärmedämmwerte der traditionellen massiven Holzwände aufwiesen. Im Mittelalter setzten sich in den Städten Steinbauten gegenüber den Holzbauten durch, da Holzhäuser oftmals für verheerende Feuersbrünste verantwortlich waren. Dadurch verringerten sich erneut die Wärmeschutzwerte der Außenwände; dies führte zu einem erhöhten Verbrauch an (aus damaliger Sicht unbegrenzt vorhandenen) Brennstoffen. Das Interesse an Wärmedämmung erwachte erst im beginnenden Industriezeitalter, nicht jedoch, um Häuser „wohnlicher“ zu machen, sondern um durch geeignete Dämmstoffe die hohen Wärmeverluste und damit die Kosten für das Heizen zu reduzieren. Erst die Energiekrise 1973 führte mit ihrem „Ölschock“ zu einem Umdenken, das beispielsweise 1976 in das Energieeinsparungsgesetz [4] mündete.

Ziel des Kurses war es, den Schülerinnen und Schülern zunächst die Grundlagen der Wärmeausbreitung zu vermitteln und durch verschiedene Experimente zu veranschaulichen. Zudem war es uns wichtig, dieses Themenfeld nicht losgelöst vom Lebensalltag zu behandeln, da das Thema Energie und Energieeinsparung fast täglich in den Medien diskutiert wird. Indem wir in unserem Kurs auf ausgewählte Beispiele Bezug genommen haben, verknüpften wir Theorie und Anwendung. Die durch praktische Umsetzung gewonnenen Erfahrungen sind meist viel einprägsamer als die theoretischen und bereiten mehr Spaß. Zum Abschluss des Kurses wurde zudem für jedes unserer Modellhäuser eine entsprechende Abkühlkurve gemessen, welche die gewünschten vergleichenden Schlussfolgerungen ermöglichte.

# Vorbereitende Schüleraufgabe

Im Vorfeld der Akademie wurden den Schülerinnen und Schülern Aufgaben gestellt, die an das Themengebiet heranführen sollten und vor Beginn der Akademie zu bearbeiten waren. In Abbildung 1 ist das den Schülerinnen und Schülern als Beispiel übermittelte Flachdachhaus zu sehen.

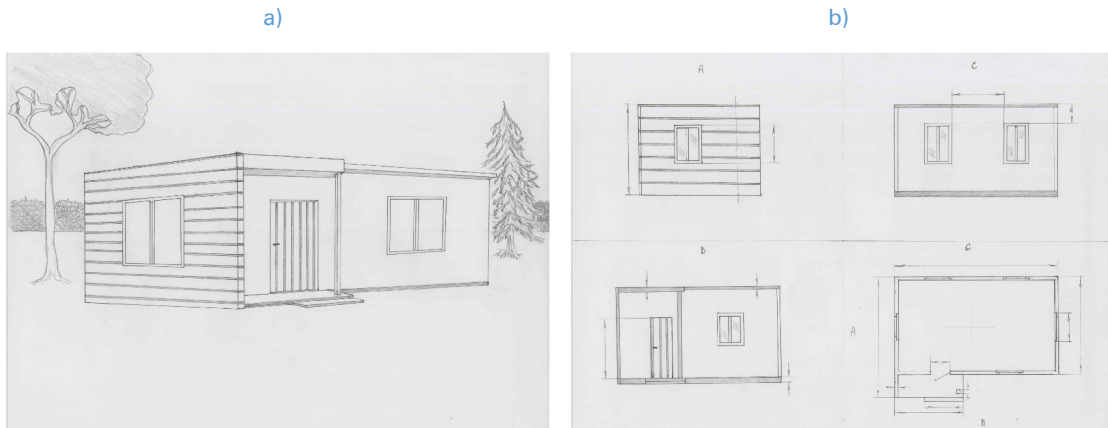


Abbildung 1: Beispiel eines Flachdachhauses:  
 (a) dreidimensionale Abbildung und  
 (b) Seitenansichten und Grundriss mit Maßstab

Die Aufgabe bestand in der Konstruktion eines Flachdach- oder Satteldachhauses. Das Volumen des umbauten Raums und den Maßstab haben wir vorgegeben, ebenso die Dachform (Satteldach mit 45° Neigung oder Flachdach). Die Schülerinnen und Schüler sollten den Grundriss ihres Hauses nebst den Seitenansichten zeichnen und die entsprechenden Größen eintragen. Zudem hatten sie die Aufgabe, sich über geeignete Dämmmaterialien Gedanken zu machen.

## Ablauf des Physikkurses

Am ersten Tag des Kurses wurde den Schülerinnen und Schülern zunächst der Ablauf des Hauptkurses Physik vorgestellt.

Datum	Themen	Versuche
14.10.13	<b>Energieformen:</b> Mechanische-Energie (potentielle und kinetische Energie), Wärmeenergie, elektrische Energie  <b>Energieumwandlung</b>  <b>Energieerhaltung</b>	   <u>Versuch:</u> Thermoelement  <u>Versuch:</u> Bimetallthermometer

	<b>Temperaturmessung</b> (Thermometer, Thermoelement) Thermische Ausdehnung	
15.10.13	<b>Wärmeleitung</b>  <b>Wärmeleitfähigkeit von Metallen</b>  <b>Wiedemann-Franz Gesetz</b>	<u>Versuch zur Wärmeleitung:</u> Vier gleich große Metallstäbe (Kupfer, Messing, Eisen, Aluminium) werden in heißes Wasser gestellt. Es wird untersucht, wie schnell sich das nicht im Wasser befindliche Ende erwärmt. Zum Vergleich werden auch Nichtmetalle wie Holz und Kunststoffe einem gleichartigen Test unterworfen.
	<b>Konvektion</b> Fensterbau und Fensterkonstruktion, Ein-Scheibenverglasung, Mehr-Scheibenverglasung, Scheibenabstand, Gasfüllung  <b>Wärmestrahlung</b> Prinzip eines Gewächshauses  <b>Thermische Isoliermethoden</b>	<u>Versuche zur Konvektion:</u> Tusche in heißem Wasser, Weihnachtspyramide wird durch Heißluft (Kerze) angetrieben  <u>Versuche zur Wärmestrahlung:</u> Glühen von Draht, Leslie-Würfel, Heizkörperlack  Temperaturmessung mit einer Infrarot-Wärmebildkamera und Undurchlässigkeit von Glas für Infrarot-Strahlung  Innen- oder Außenisolation? → Feuchte Kondensation
16.10.13	<b>Kompaktheit</b> Verhältnis von Oberfläche zu Volumen Wie kann man Wärmeverlust und somit Energiebedarf abschätzen?	<u>Versuch:</u> Bestimmung der Oberfläche und des Volumens (pro Gruppe ein aus Knete geformtes Haus)
17.10.13	Übertragung der Entwürfe auf das Baumaterial	
18.10.13	Hausbau	
19.10.13	Hausbau	
20.10.13	Hausbau	
21.10.13	Messung des Temperaturverlaufs im Haus Vorbereitung der Präsentation	<u>Auswertung:</u> Betrachtung und Diskussion der Abkühlkurven
22.10.13	Vorbereitung der Präsentation Abschlusspräsentation	

# Grundlagen und Experimente

In der folgenden einführenden Diskussion mit den Schülerinnen und Schülern haben wir zunächst die unterschiedlichen Energieformen (z.B. potentielle Energie, kinetische Energie, Wärmeenergie, chemische Energie, elektrische Energie) und deren Umwandlung besprochen und dazu verschiedene Beispiele angeführt. Des Weiteren haben wir uns nochmals vergegenwärtigt, dass Energie niemals verloren geht, sondern lediglich in eine andere Form umgewandelt wird.

Um den Begriff der Temperatur später im Kurs beschreiben zu können, sprachen wir über den atomaren Aufbau der Materie. Schon im griechischen Altertum war bekannt, dass die Stoffe aus Atomen bestehen. Man kann gemäß der damaligen Auffassung ein Material so lange teilen, bis es nicht mehr teilbar ist. Ein solcher, kleinster Teil wurde „atomos“ genannt, was unteilbar heißt. Wir wissen heute, dass alle Stoffe aus Atomen, Ionen (elektrisch geladene Atome) oder Molekülen (mehrere gebundene Atome) bestehen und diese in permanenter, zufälliger Bewegung sind. Diese Erkenntnis stammt maßgeblich von Robert Brown.

## Die Beobachtungen des Robert Brown

Der englische Arzt und Botaniker Robert Brown machte im Jahr 1827 eine überraschende Entdeckung. Sein Interesse galt der Untersuchung des Blütenstaubs und des Inhaltes der Pollenkörner. Er zerkleinerte einige Körner und beobachtete diese in einem Tropfen Wasser unter dem Mikroskop. Er stellte fest, dass sich diese „Partikel“ immer bewegten. Die Bewegungsrichtung der Teilchen war vollkommen statistisch. In Abbildung 2 ist der Weg eines solchen Partikels gezeigt.



Abbildung 2: Statistische Bewegung eines Teilchens [5]

Zunächst glaubte Brown, dass es sich bei den Pollenkörnern um Lebewesen handele. Dass dieses nicht stimmen konnte, zeigten ihm weitere Beobachtungen mit Ruß- und Staubkörnern. Die Erklärung für dieses Phänomen erfolgte erst 60 Jahre nach Browns Beobachtung. Die sichtbaren Partikel werden ständig von viel kleineren und unsichtbaren Wassermolekülen angestoßen. Die unregelmäßigen Zickzackbewegungen der Pollenkörner waren die Folge der Bewegung der Wassermoleküle [5].

Die Bewegung der Teilchen hängt eng mit einer physikalischen Grundgröße zusammen, der so genannten *Temperatur*. Ein unter konstantem Druck gehaltenes Gas dehnt sich beim Erwärmen aus. Das Volumen eines solchen Gases ist dabei ein Maß für seine Temperatur. Erhöht man die Temperatur, so verstärkt sich auch die Bewegung der Teilchen.

## Möglichkeiten der Temperaturmessung

Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Temperaturmessung; die Instrumente hierfür heißen Thermometer. Gebräuchliche Thermometer bestehen meist aus einem dünnen Glasrohr, einer Kapillare mit gefärbtem Alkohol, welcher sich in einem kleinen Vorratsgefäß am unteren Ende befindet und mit steigender Temperatur ausdehnt. Zur Eichung des Thermometers verwendet man beispielsweise siedendes Wasser ( $100^{\circ}\text{C}$ ) oder ein Eis-Wasser-Gemisch ( $0^{\circ}\text{C}$ ).

Da sich auch Metalle bei ansteigender Temperatur ausdehnen, kann man auch ein brauchbares Thermometer mit zwei verschiedenen Metallstreifen aufbauen. Solche Bimetall-Thermometer bestehen aus zwei zusammengewalzten Blechstreifen mit unterschiedlichem Ausdehnungsverhalten. Die Schülerinnen und Schüler konnten im Experiment die Funktion eines Bimetall-Thermometers beobachten. Erhöht sich die Temperatur des Bimetallstreifens, so vergrößert sich die Länge der Komponenten unterschiedlich stark. Daher biegt sich der gesamte Streifen in die Richtung desjenigen Metalls, dessen Länge sich bei Erwärmung weniger stark verändert (siehe Abbildung 3).

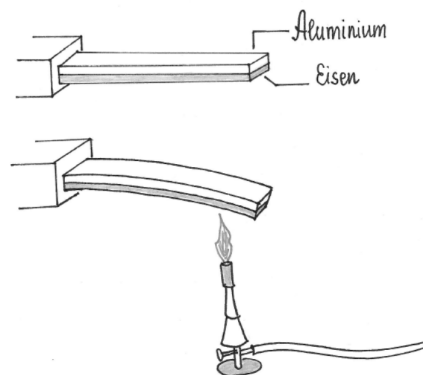


Abbildung 3: Aufbau und Funktion eines Bimetallstreifens

Bei Verringerung der Temperatur biegt sich der Blechstreifen in die Richtung des Metalls, dessen Länge sich bei einer Temperaturänderung stärker verändert.



# Thermische Ausdehnung

Beide Temperatur-Messmethoden beruhen auf der thermischen Ausdehnung. Da die Atome eines Festkörpers immer in Bewegung sind und um ihre Gleichgewichtslage schwingen, nimmt bei einem Temperaturanstieg auch der durchschnittliche Abstand zwischen den Atomen zu. In unserem Experiment mit dem Bimetall-Thermometer konnte man sehen, dass sich die Länge einer der Komponenten des Bimetallstreifens stärker änderte, wenn die Temperatur erhöht wurde. Daraus folgern wir, dass der durchschnittliche Atomabstand zwischen den Atomen zugenommen hat.

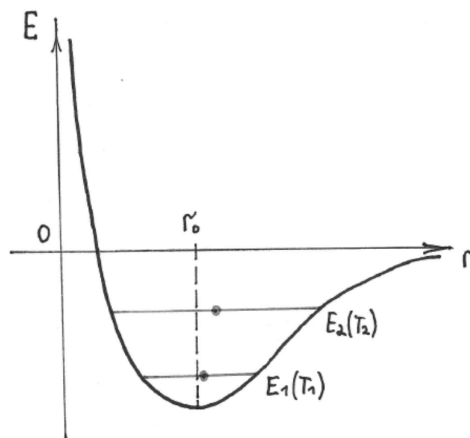


Abbildung 4: Vereinfachte Darstellung der potentiellen Energie zweier Atome in Abhängigkeit von ihrem Abstand  $r$

Wenn der dargestellte Abstand  $r$  abnimmt, nimmt auch die potentielle Energie ab, was durch eine Anziehungskraft verursacht wird. Wird der Abstand  $r$  nämlich kleiner als  $r_0$ , so steigt die potentielle Energie an. Das weist auf eine abstoßende Kraft zwischen einander sich annähernden Atomen hin. Die  $E_1$ - und  $E_2$ -Linien zeigen die gesamte Energie bei zwei unterschiedlichen Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  ( $T_2 > T_1$ ). Kreise auf den Energie-Linien zeigen den mittleren Abstand der Atome bei diesen zwei Temperaturen. Da die Kurve der potentiellen Energie nicht symmetrisch verläuft, ist der durchschnittliche Abstand der Atome bei höherer Temperatur größer. Damit lässt sich die thermische Expansion erklären. Wenn der Potentialverlauf symmetrisch wäre, gäbe es keine Wärmeausdehnung.

## Temperaturmessung mit dem Thermoelement

Um genaue Temperaturmessungen durchführen zu können, benutzt man beispielsweise Thermoelemente.

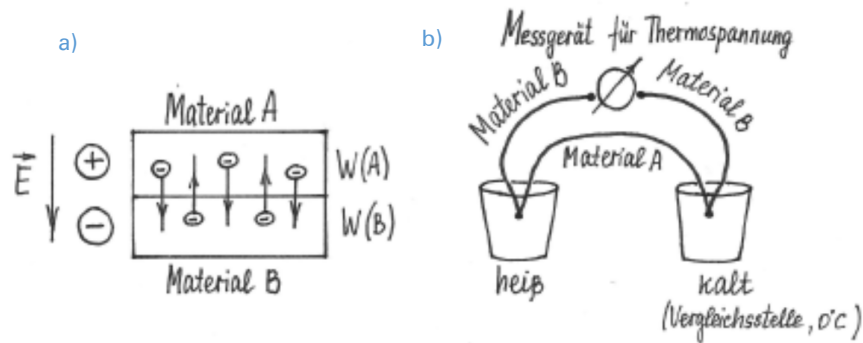


Abbildung 5: a) Berührungsstelle zweier Metalldrähte und b) ein Thermoelement

Wie in Abbildung 5a) zu sehen ist, berühren sich zwei Metalldrähte, die aus unterschiedlichen Materialien bestehen. An der Berührungsstelle wandern Elektronen von einem Material zum anderen. Um das ursprüngliche Material verlassen zu können, müssen die Elektronen die materialspezifischen Austrittsarbeiten  $W(A)$  bzw.  $W(B)$  überwinden. Mehr Elektronen gibt das Material mit der niedrigeren Austrittsarbeit ab, wodurch dieses elektrisch positiv geladen wird. Das Material mit der höheren Austrittsarbeit wird dabei negativ geladen. Es bildet sich aufgrund der Ladungsträgerverschiebung eine Spannung zwischen den beiden Materialien aus, die auch thermoelektrische Spannung genannt wird und deren Größe von der Temperatur der Kontaktstelle der Materialien abhängt. Je höher die Temperatur ist, desto höher ist die thermoelektrische Spannung.

## Wärmeübertragung

Wenn zwei Systeme mit unterschiedlichen Temperaturen in Kontakt miteinander gebracht werden, dann fließt Wärme vom heißeren zum kälteren System. Dies geschieht, bis die Temperaturunterschiede ausgeglichen sind. Man unterscheidet drei Wärmetransport-Mechanismen: Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung. Im Folgenden geht es zunächst um den Wärmeaustausch durch Wärmeleitung.

### Wärmeleitung

Im gemeinsamen Gespräch wurde diskutiert, was beispielsweise passiert, wenn man zwei Körper mit unterschiedlichen Temperaturen in direkten Kontakt bringt. Als Ergebnis wurde festgehalten, dass durch das Aneinanderstoßen der Atome bzw. Moleküle an ihren Berührungsflächen die dabei übertragene Energie auch innerhalb der jeweiligen Körper durch Stöße der Atome bzw. Moleküle weitergegeben wird. Im Laufe der Zeit wird diese Energie auf den gesamten Körper verteilt. Bei den Stößen wird so lange Energie ausgetauscht, bis die Körper die gleiche Temperatur besitzen. Durch das gegenseitige Anstoßen von Atomen bzw. Molekülen kommt eine Wärmeleitung zustande. Die Temperatur des Körpers mit der höheren An-

fangstemperatur nimmt immer mehr ab, die des Körpers mit der geringeren Anfangstemperatur immer mehr zu. Nach einer gewissen, von den spezifischen Bedingungen abhängigen Zeit haben sich ihre Temperaturen angeglichen. In dem darauf folgenden Experiment haben wir Wärmeleitung an verschiedenen Metallen untersucht.

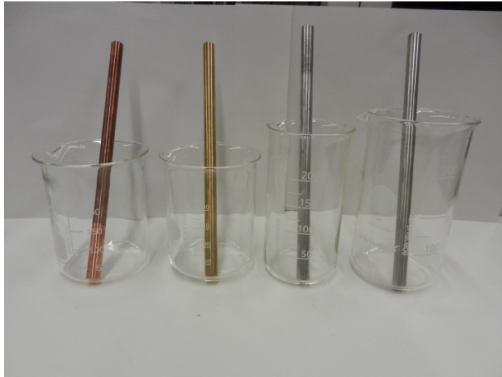


Abb. 6: Messung der Wärmeleitung verschiedener Metalle

Substanz	Wärmeleitfähigkeit W/(m · K)
Kupfer-Cu	380
Messing-CuZn <sub>x</sub>	120
Aluminium-Al	200
Stahl-Fe	40

Tabelle 2: Wärmeleitfähigkeit unterschiedlicher Stoffe bei Zimmertemperatur

In einem weiteren Experiment stellten wir vier verschiedene Metallstäbe (aus Kupfer, Messing, Aluminium und Stahl) mit gleicher Länge und gleichem Durchmesser in vier Glasgefäße und füllten diese gleich hoch mit heißem Wasser. In regelmäßigen Abständen haben wir die Temperatur der Stäbe am herausstehenden Ende gemessen, um zu sehen, wie die Metalle die Wärme leiten und welches Metall dies am besten kann. Dabei haben wir festgestellt, dass Kupfer die Wärme am besten und Stahl diese am schlechtesten leitet. Die Literaturwerte in Tabelle 2 verdeutlichen nochmals unsere durch das Experiment gewonnenen Ergebnisse. Ergänzend zu diesem Experiment haben wir die Wärmeleitfähigkeit von Holz und Plastik getestet, indem wir unter den gleichen Bedingungen einen Holz- und einen Plastikstab qualitativ untersuchten. Als Ergebnis stellten wir fest, dass beide Materialien an den Stabenden nur geringfügig wärmer wurden. Deshalb verwendet man bei einem Topf- oder Pfannengriff gerne Holz oder Kunststoff, da bei diesen Werkstoffen der Wärmeabfluss durch die greifende Hand bereits ausreicht, um die Temperatur der Griffe an ihre Oberfläche auf eine „schmerzfreie Temperatur“ abzukühlen. Als ein Fazit konnten wir festhalten, dass die Wärmeleitung vom Material abhängig ist und es gute und schlechte Wärmeleiter gibt. Gute Wärmeleiter sind Metalle, während schlechte Wärmeleiter beispielsweise Holz, Plastik, Beton, Glas und Luft sind. Nachdem wir über die Wärmeleitung gesprochen haben, sind wir zum nächsten Transportmechanismus des Wärmeaustausches, der Konvektion, übergegangen.

## Konvektion

Um diese Thematik zu veranschaulichen, haben wir ebenfalls ein Experiment durchgeführt. Wir stellten ein Glas Wasser, in das schwarze Tusche gegeben wurde, so auf eine Heizplatte, dass es nur auf einer Seite erwärmt wurde. Die Tusche färbt das Wasser nur am Boden schwarz. Dadurch war es möglich, zu untersuchen, welche Strömungen im Wasser auftraten.

Als wir die Heizplatte einschalteten, trat eine Temperaturerhöhung zunächst beim Wasser auf, welches sich am Boden des Glases auf der Heizungsseite befand. Da das erwärmte Wasser eine geringere Dichte (thermische Ausdehnung) als das kältere Wasser der Umgebung hatte, stieg das erwärmte Wasser nach oben. Wir konnten das Aufsteigen des Wassers anhand der von der schwarzen Tusche ausgehenden, langsam nach oben ziehenden Schlieren sehen. Zum Ausgleich strömte kälteres Wasser höherer Dichte von oben her nach unten. Der Transport von Wärme ist hier mit einem „Massentransport“ verbunden. Man nennt dieses Phänomen Konvektion. Diese ist nur in Flüssigkeiten und Gasen möglich. Die Konvektion von Gasen haben wir mit einer Weihnachtspyramide überprüft, die durch die aufsteigende heiße Luft in Rotation versetzt wurde.

In der an das Experiment anschließenden Diskussion haben wir uns überlegt, wie in dem Zimmer, in dem wir waren, Konvektion abläuft. Ist beispielsweise ein Heizkörper in Betrieb, so wird die Luft in der Umgebung dieses Heizkörpers erwärmt. Die Dichte der erwärmten Luft ist geringer als die der kalten Luft in der Umgebung. Daher steigt die erwärmte Luft nach oben, verdrängt dort die kühlere Luft, welche aufgrund ihrer größeren Dichte nach unten fällt und dann vom Heizkörper wieder erwärmt wird. Die Luft zirkuliert somit im Raum.

Da Konvektion stets mit Wärmetransport verbunden ist, der zur optimalen Wärmedämmung auf ein Minimum reduziert werden soll, wird diese bei Doppel- oder Dreifachglasfenstern weitgehend unterbunden, indem man üblicherweise die Glasscheiben sehr nah zueinander einbaut und gegebenenfalls noch Edelgas (Argon oder Krypton) in den Zwischenraum füllt (s. Abb. 7).

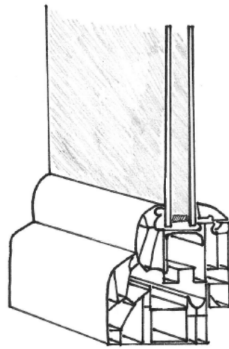


Abb. 7: Schematischer Querschnitt eines Doppelglasfensters

Wir stellten uns sodann die Frage, ob immer ein Medium benötigt wird, um Wärme von einer heißen zu einer kalten Region zu übertragen.

## Wärmestrahlung

Als anschauliches Beispiel haben wir Sonne und Erde betrachtet. Von der Sonnenenergie hängt das Leben auf der Erde ab. Diese Energie wird über den (fast) leeren Weltraum in Form von Wärmestrahlung übertragen, da die Temperatur der Sonne an der Oberfläche (etwa

5.700°C) viel grösser ist als die der Erde. Wärmestrahlung ist also nicht an Materie gebunden. Die von der Sonne abgestrahlte Energie besteht aus elektromagnetischen Wellen verschiedener Wellenlänge: Das kurzwellige ultraviolette Licht (Sonnenbrand) ist nicht sichtbar (Wellenlänge <400nm), der sichtbare Spektralbereich liegt zwischen 400nm und 750nm, während die Wärmestrahlung den langwelligen Teil über 750nm umfasst. In der Diskussion kam die Frage auf, ob man die Sonnenenergie zum Heizen nutzen kann und was unter einem Treibhauseffekt verstanden wird.

Da das Sonnenlicht bei einem Gebäude die Glasscheiben durchdringt, erwärmt es bei der Absorption den Fußboden. Dieser gibt seinerseits Energie in Form von Strahlung ab. Da die Temperatur des Bodens allerdings gegenüber der der Sonne sehr gering ist, ist seine Strahlung (Infrarotstrahlung) nicht sichtbar. Die Strahlung des Fußbodens wird zum größten Teil vom Glas absorbiert und wieder zurückgestrahlt. In das Haus fällt deshalb mehr Sonnenstrahlung ein als wieder hinausgeht. Die Folge ist, dass die Temperatur im Gebäude ansteigt.

Der Treibhauseffekt (Erwärmung der Erde) hat eine ähnliche Ursache. Die Wärmestrahlung des Bodens wird von den Spurengasen in der oberen Erdatmosphäre reflektiert und kann von der Erdoberfläche nicht mehr in den Weltraum abgestrahlt werden.

Am Beispiel des Leslie-Würfels konnten die Schülerinnen und Schüler den Einfluss der Beschaffenheit der Oberfläche auf die Wärmestrahlung nachvollziehen. Die abgestrahlte Leistung ist proportional zur Fläche des emittierenden Objekts und zudem proportional zu einer Materialkonstante (Emissionsvermögen) des Materials, aus dem die Oberfläche besteht.

## Leslie-Würfel

Ein Leslie-Würfel ist ein hohler Metallwürfel mit einer Kantenlänge von etwa 10 cm. Der Würfel hat verschieden behandelte Oberflächen: glänzend, matt, weiß und schwarz. Er wird mit heißem Wasser gefüllt. Wir schauen jetzt seine verschiedenen Oberflächen mit einer Wärmekamera an, welche die abgestrahlte Energie anzeigt. Die schwarze Fläche zeigt dabei die höchste Temperatur, die glänzende Fläche die niedrigste. Daraus folgt, dass helle glänzende Oberflächen wenig Strahlung emittieren und zudem wenig Strahlung absorbieren, da ein Großteil reflektiert wird. Die schwarze Oberfläche dagegen absorbiert nahezu die ganze auf sie einfallende Strahlung. Je besser ein Körper absorbiert, desto besser strahlt er auch ab.

Das diese Erkenntnis beschreibende Stefan-Boltzmann-Gesetz besagt, dass die Strahlungsleistung eines Körpers proportional zur vierten Potenz der Temperatur  $T$  und außerdem proportional zur Fläche  $A$  des emittierenden Objekts ist.

$$\text{Strahlungsrate} = e\sigma AT^4$$

$\sigma$  – ist die Stefan-Boltzmann Konstante,

$e$  – ist der Emissionsgrad (eine materialspezifische Zahl zwischen 0 und 1)

Nachdem wir uns mit allen Wärmetransportmethoden beschäftigt haben, konnten wir danach auch die Funktion von Isoliergefäßen erklären.

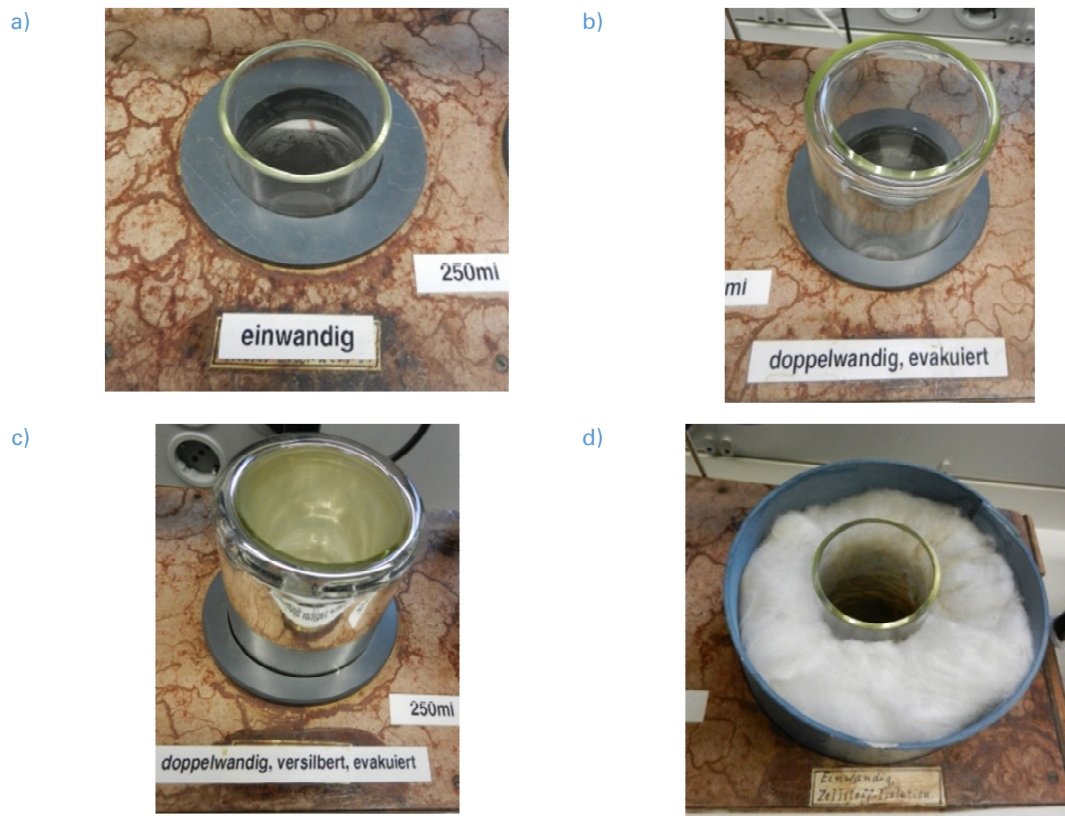


Abb. 8: Verschiedene Isoliergefäße: a) einwandig, b) doppelwandig, evakuiert, c) doppelwandig, versilbert, evakuiert, d) einwandig, Zellstoffisolation.

Wir haben in vier verschiedene Isoliergefäße, wie in Abb. 8 dargestellt, heißes Wasser eingefüllt und in regelmäßigen Abständen die jeweiligen Temperaturen gemessen. Anhand der für jedes Gefäß erstellten Abkühlkurve konnten wir das am besten isolierende Gefäß, nämlich das doppelwandige, versilberte und evakuierte Isolierglas, bestimmen. Dieses Gefäß ist deshalb am besten zur Isolierung geeignet, weil es vom Aufbau her geringe Wärmeverluste aufweist. Glas ist ein schlechter Wärmeleiter, der evakuierte Zwischenraum schließt Wärmeverlust durch Konvektion aus. Die Beschichtung durch Silber sorgt für eine Reflexion der Wärmestrahlung. Somit bleibt die Wärme (bzw. die „Kälte“) in dem Gefäß.

Bei der Diskussion kam dann auch die Frage auf, welche Form der Oberfläche die günstigste ist, damit so wenig Wärme wie möglich verloren geht.

## Verhältnis von Oberfläche und Volumen

Angeleitet von der praktischen Frage, welche Gestalt ein energiegünstiges Gebäude haben sollte, kamen wir zur Bildung des Verhältnisses zwischen Oberfläche ( $A$ ) und Volumen ( $V$ ) eines Hauses. Dieses Verhältnis ist eine Kenngröße für die Kompaktheit eines Gebäudes. Die

Kompaktheit ist ein Kriterium für die Abschätzung des Wärmeverlustes und somit auch des Energiebedarfs. Bekanntlich geht die Wärme eines Gebäudes über die Außenfläche (Oberfläche) verloren. Die Oberfläche eines Gebäudes ist der kritische Bereich, der den beheizten Raum gegen die unbeheizte Außenluft abtrennt und so gering wie möglich gehalten werden sollte. Das bedeutet, dass der Körper mit dem besten  $A$  zu  $V$  - Verhältnis (kleinsten Wert) am wenigsten Wärme verlieren sollte.

Die Schülerinnen und Schüler hatten die Möglichkeit, an verschiedenen geformten Hausmodellen aus Knete (s. Abb. 9) die Oberfläche und das Volumen auszurechnen und das  $A$  zu  $V$  - Verhältnis zu berechnen, wobei die Oberflächen bei Bedarf in einzelne Flächen aufgeteilt, ausgemessen und schließlich addiert wurden. Im Weiteren versuchten die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer durch gezielte Verformung die Oberfläche des Gebäudes zu verringern, um auch für diese das  $A$  zu  $V$  - Verhältnis zu berechnen. Die Verformung der Oberfläche wurde solange durchgeführt, bis einfache geometrische Figuren (z.B. Quader, Würfel oder Kugel) geformt waren. Die Schülerinnen und Schüler stellten fest, dass in dieser Liste das kleinste  $A$  zu  $V$  - Verhältnis eine Kugel und das zweitkleinste  $A$  zu  $V$  - Verhältnis ein Würfel hat. Somit war allen ersichtlich, dass die Kugelform die günstigste für ein Energiesparhaus ist. Ein Haus in Kugelform zu bauen ist allerdings schwierig und unpraktisch. Deshalb haben wir beim danach folgenden Hausbau mit der Würfelform bzw. der Quaderform weiter gearbeitet.

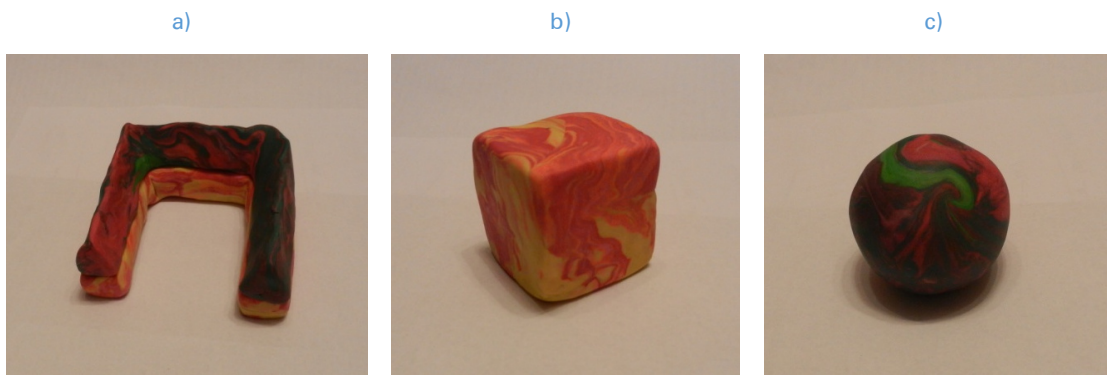


Abb. 9: a) gegliedertes Haus aus Quadern und Prismen, b) Würfel und c) Kugel

Nachdem wir uns Klarheit über die (fast) optimale Form für ein Energiesparhaus verschafft haben, haben wir uns Gedanken gemacht, wie wir den Wärmeverlust bestimmen können. Die Wärme, die durch die Gebäudeoberfläche an die Umwelt abgegeben wird, bezeichnet man als Transmissionswärmeverlust. Diese Kenngröße ist abhängig von der Wärmeleitfähigkeit verwendeter Stoffe, dem Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile und den Temperatur-Korrekturfaktoren, die die Wärmedämmunterschiede zwischen verschiedenen Stoffen berücksichtigen.

Verhältnis $A/V$	$\leq 0.2$	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	$\geq 1.05$
Transmissionswärmeverlust $W/(m^2 \cdot K)$	1.05	0.8	0.68	0.6	0.55	0.51	0.49	0.47	0.45	0.44

Tabelle 3: Höchstwerte des auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts in Abhängigkeit vom Verhältnis  $A$  zu  $V$  gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV 2004) [6].

Anhand des Verhältnisses  $A$  zu  $V$  und dem zugehörigen Transmissionswärmeverlust kann man den Energiebedarf grob abschätzen. Der Energiebedarf berücksichtigt dabei lediglich den energetischen Standard eines Gebäudes und die Effizienz der Anlagentechnik im Gebäude. Er ist unabhängig von standortspezifischen klimatischen Einflüssen und dem individuellen Nutzerverhalten der Bewohner, da durch das individuelle Nutzerverhalten der Energiebedarf vom Energieverbrauch abweichen kann.

Um allerdings Gebäude hinsichtlich ihrer Energieeffizienz vergleichbar zu machen, wurde durch die Energieeinsparverordnung ein Energieausweis für jedes Gebäude vorgeschrieben [7].

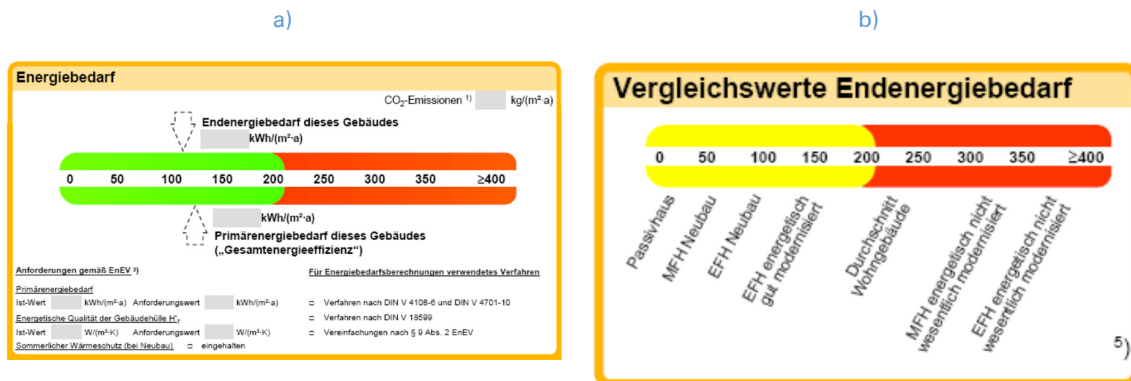


Abb. 10: a) und b) Ausschnitte aus dem Energieausweis [7]

In Abb. 10 a) sieht man einen Ausschnitt des Energieausweises für Wohngebäude, welches den Energiebedarf des Gebäudes wiedergibt. Abb. 10 b) zeigt die Vergleichswerte für den Endenergiebedarf verschiedener Haustypen.



## Praktischer Teil

Nun haben sich vier Gruppen mit dem Bau eines Satteldach-Hauses beschäftigt, während sich zwei weitere Gruppen dem Bau eines Flachdach-Haus widmeten. Die erste Aufgabe für jede Gruppe war, sich auf einen gemeinsamen Entwurf (aus den mitgebrachten Entwürfen der Gruppenmitglieder) zu einigen. Sodann war es den Schülerinnen und Schülern überlassen, sich die ihrer Meinung nach besten Materialien für den Bau ihrer Häuser auszusuchen. Es standen Holz, Styropor und Gipskarton zur Auswahl, wobei sich alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer für zwei Materialien entschieden haben: Holz bzw. Gipskarton mit Styropor-Außenisolierung. Diese zweischalige Bauweise der Häuser verbessert die Wärmedämmung signifikant.

Vor dem eigentlichen Bau der Häuser mussten die Gruppen-Mitglieder die Entwürfe der Bauteile auf die ausgewählten Materialien übertragen. Eine Herausforderung bestand darin, die Entwürfe auf eine begrenzte zur Verfügung stehende Materialfläche so zu übertragen, dass möglichst wenig Verschnitt entstand.

In der daran anschließenden Bauphase wurden die Bauteile auf verschiedenste Weise bearbeitet: Es wurde geschnitten, gesägt, geschraubt, genagelt und geklebt. Gesägt wurde mit Hilfe von Stichsägen. Styropor und Plexiglas wurden mit einem heißen Draht geschnitten.



Abb. 11: a) und b) Einblicke in die Physikwerkstatt beim Bau der Häuser

Eine weitere Herausforderung war die Konstruktion der Fenster. Auf Basis der erarbeiteten Grundlagen entschieden sich alle Teilnehmer für Doppelglasfenster (zwei Plexiglasscheiben).

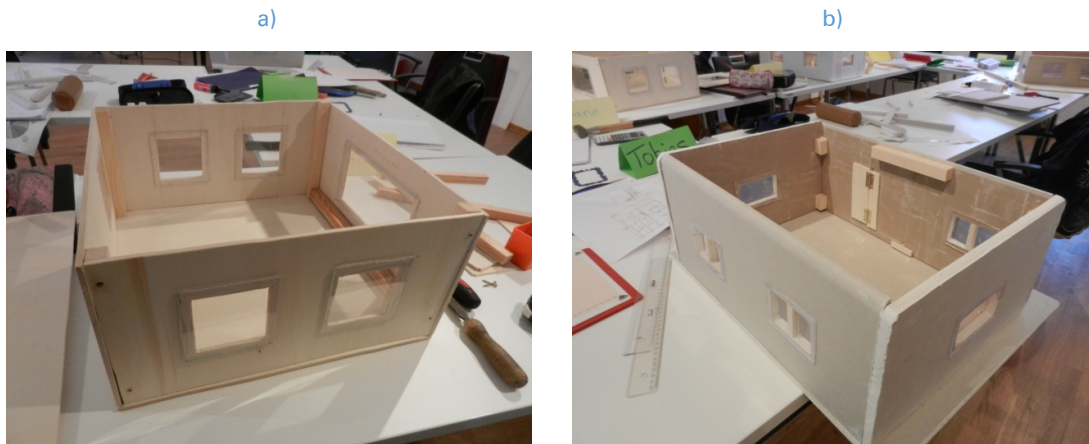


Abb. 12: a) und b) Einblicke in die Physikwerkstatt beim Bau der Häuser

Nachdem der Rohbau fertiggestellt war, haben die Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmer die Häuser mit Styropor gedämmt. Das Styropor wurde mit speziellem Styroporkleber auf dem Rohbau befestigt. Wir besprachen, dass die Styroporisolation auf der Außenseite angebracht werden muss, da sonst kalte Wände zur Kondensation von Luftfeuchte führen können. Abschließend wurden die Häuser noch individuell gestaltet.

Nachdem die Häuser fertiggestellt waren, untersuchten wir diese im Hinblick auf ihr Wärmespeichervermögen. Dazu haben wir jeweils ein Gefäß mit heißem Wasser in die Häuser hineingestellt und mit Hilfe eines Thermoelementes in vorgegebenen Zeitabständen die Wassertemperatur abgelesen (s. Abb. 13 a). Daraus ergab sich eine Abkühlkurve für jedes Haus (s. Abb. 13 b). Die Häuser mit den geringsten Wärmeverlusten waren das Haus von Juliane und Lena (Flachdach, Holz mit Styroporverkleidung) und Uwe und William (Satteldach, Holz mit Styroporverkleidung).

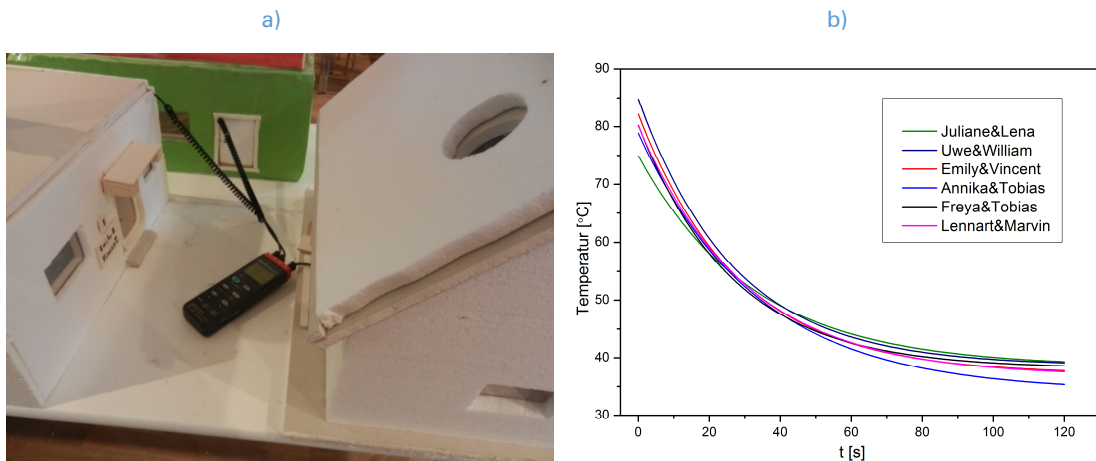


Abb. 13: a) Temperaturmessung, b) Abkühlkurve

Beim Gästenachmittag hatten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, ihre Energiesparhäuser Eltern und Verwandten zu präsentieren.



Abb. 14: a) und b) Die von den Gruppen erstellten Energiesparhäuser.

## Literatur

- [1] Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW); Berechnungen des Statistischen Bundesamtes (14.6.2009)
- [2] Bürger, Franz-Josef G.; Neschen, Till (2012): Energieeffizientes Bauen. Geometrie, 1 Aufl., Aachen: Shaker Verlag GmbH.
- [3] Eicke-Hennig, Werner (2011): Kleine Geschichte der Dämmstoffe, Teil1 und 2; Zeitschrift für Wärmeschutz, Kälteschutz, Schallschutz, Brandschutz (65).
- [4] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz–EnEG 1976), Bundesgesetzblatt N 87
- [5] Schulbuch: Physik für Gymnasien (1991), Berlin, Cornelsen Verlag.
- [6] Neufassung der Energieeinsparverordnung (EnEV, 02.12.2004):BMVBW (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), 11030 Berlin
- [7] Energieausweis für Gebäude-nach Energieeinsparverordnung (EnEV 2009):BMVBW (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), 11030 Berlin

## Autoren



Leitung: Prof. Dr. Wolf Aßmus, Senior Professor, ehemaliger Leiter des Kristall- und Materiallabors am Physikalischen Institut der Goethe-Universität Frankfurt am Main



Co-Leitung: Dipl.-Ing. Natalija van Well, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Physikalischen Institut der Goethe-Universität Frankfurt am Main

# Kunst und Kultur: Shakespeares Welt!

Ferenc Kréti und Bärbel Kandziora

*Willkommen zur Entdeckungsreise in Shakespeares Welt der Themen und Charaktere!*

*Hamlet: „Ihr wollt auf mir spielen; Ihr wollt tun, als kenntet ihr meine Griffe; Ihr wollt in das Herz meines Geheimnisses eindringen ...“*

*Nein, lieber Hamlet, wir werden nicht „so tun“!*

*Aber wir widmen uns Dir und anderen ausgewählten Figuren oder Motiven in Shakespeares spannenden, aber auch komischen Stücken, um deren Geheimnis zunächst nur für uns selbst zu ergründen. Wir machen dies mit Frechheit und Respekt, experimentieren, improvisieren und (schau-) spielen. Wir folgen dabei den Spuren von Romeo, Julia oder Hamlet, suchen und finden zeitgenössische Motive, wählen kurze Szenen aus und bringen sie mit unseren eigenen Ideen auf die Bühne.*

[Auszug aus der Kursankündigung]

# Einleitung

*Evoking (and forgetting!) Shakespeare* – Shakespeare herbeiholen und ihn vergessen: Diese freche Aussage und Buchtitel von PETER BROOK (1997), einem der bedeutendsten zeitgenössischen Shakespeare Regisseure, war zugleich Motto und Methode des Hauptkurses Theater. Shakespeare als einen der herausragenden Klassiker der Weltliteratur zu „vergessen“ ist im Sinne BROOKS eine Ermunterung an die Schauspieler, sich vorzustellen, die Figuren, die sie darstellen, hätten tatsächlich gelebt (ebd., S. 40). Den Schülerinnen und Schülern sollte hier ein lebendiger Zugang zu einem alten Stoff eröffnet werden, der sich in seiner Entwicklung und als Ergebnis der Theaterarbeit im Rahmen einer Aufführung zeitgenössisch und frisch präsentieren kann.

## Didaktik und Methodik: Theater mit 12- bis 16-jährigen

Der Theaterkurs umfasste die Altersgruppe der 12- bis 16-jährigen. Nach PARIS/BUNSE treffen hier in der Theaterarbeit „die konfliktfrohen Allespieler“ (10-13 Jahre) mit den „sensiblen Stimmungswechslern“ (14-17 Jahre) aufeinander (1994, S. 231 bzw. S. 274). Während die Spielsituation für die „Allespieler“ geprägt ist von Lust auf Bewährung und vom Nachweis mentaler und körperlicher Fähigkeiten, kann sich für die „Stimmungswechsler“ in ihrer sensiblen Ichbezogenheit und notwendigen Auseinandersetzung mit der Innen- und Außenwelt der Anforderungscharakter einer Szene völlig verschieden darstellen (ebd.). Diese spielerische Bandbreite erzeugt ein potenzielles Spannungsfeld, welches eine ebensolche Breite und Flexibilität der pädagogischen Handlungsstrategien erfordert.

Insbesondere die Verbindung der potenziell divergierenden Realitäten einer Innen- und Außenperspektive in der Auseinandersetzung mit sich und ihrer Umwelt stellt für Jugendliche eine Herausforderung dar. Das theaterpädagogische Konzept muss daher eine adäquate Balance zwischen Nähe und Distanz im Verhältnis Leitung/Spieler und Akteur/Rolle herstellen, welche individuelles selbstständiges Handeln sowie einen altersgerechten Zugang zur Rolle ohne ungewollter Selbst-Darstellung fördert. HOFFMANN führt dazu aus: „Distanz und Nähe haben mit der Kategorie der Naivität zu tun. Naivität ist eine Kategorie, die immer wieder bei Null anfängt, keine Muster, keine Schablonen, Ideologien im Spiel reproduziert, die anfängt beim Ich – hin zu allem anderen.“ (zit. n. RUPING/SCHNEIDER, 1991, S. 64). Nach HENTSCHEL besteht dabei die ästhetisch bildende Absicht nicht im Abbilden von Wirklichkeit mit theatralen Mitteln, sondern in der Erzeugung einer eigenen theatralen Wirklichkeit und der gleichzeitigen Transparenz der spezifischen Modalität von Theater (HOFFMANN, 2008, S. 28). Die Theaterarbeit im Kurs betonte dabei das eigenständige forschende Lernen der Schülerinnen und Schüler und verstand sich explizit als Forschung. Sie behandelte ästhetische Fragestellungen und bediente sich in der künstlerischen Gestaltung in Theorie und Praxis gängigen wissenschaftlichen Methoden und Vorgehensweisen:

In Einzel- und Gruppenarbeit entwickelten die Teilnehmenden eigene Szenen, um ihre Entwürfe anschließend auf der Bühne auszuprobieren und auszuwerten. So wurde der Probenraum zum Theaterlabor. Das Kurskonzept verband Theaterwissenschaft und Schauspiel, eröffnete Grundlagen des Schauspiels und in Auszügen einen Einblick in Shakespeares Werk

und Person. Das inhaltliche Ziel des Kurses war eine zeitgenössische Bearbeitung ausgewählter Figuren und Szenen aus *Ein Sommernachtstraum*, *Romeo und Julia* und *Hamlet*. Das theatrale Ziel war, einen künstlerischen Zugang zum Thema zu schaffen, der über die subjektive Erfahrung des Selbst eine Abstraktion hin zu den Themen des Menschseins herstellt, um somit archetypische Fragestellungen zu behandeln.

Als Forschungsgegenstände standen dabei die Welt (die Bühne), das Instrument (der Schauspieler/die Schauspielerin) sowie der Autor (Shakespeare) im Fokus der Betrachtung.

## Forschungsgegenstände

### Die Bühne

Die Bühne hat eine faszinierende Anziehung für Menschen aller Altersgruppen. Insbesondere für Jugendliche besitzt sie eine besondere Attraktivität als intensiver Erlebnisraum und Projektionsfläche im Rahmen ihrer Identitätsfindung. Die pädagogisch begleitete Bühnenerfahrung in der Konfrontation mit einem Publikum ermöglicht, den Forschungsgegenstand „Welt“ als Betrachtungsperspektive im Mikro- sowie im Makrokosmos für die Teilnehmenden altersgerecht, plausibel und konkret zu behandeln. Das Theaterspiel bietet eine Experimentier Ebene, die Selbsterfahrung und Entwicklung der Ausdrucksfähigkeit intensiv und wirkungsvoll verbindet. Narrative Formen des Theaters, die Auseinandersetzung mit ästhetischen und formalen Aspekten der Bühnen-Darstellung (Wechsel der Blickrichtung, Wiederholung, Verfremdung usw.) unterstützen diesen Prozess der Erzeugung einer theatralen Wirklichkeit auf Basis der „spezifischen Erfahrungen der produzierenden Subjekte in diesem Prozess“ (HENTSCHEL, 1996, S. 28).

### Der Schauspielende

In Analogie zur Musik kommt dem „Instrument“ als Verbindung zwischen Individuum und Außenwelt auch innerhalb der Darstellenden Kunst eine Schlüsselrolle zu. Das Instrument des Schauspielenden ist der eigene Körper als Ausdrucksmedium. Dessen Beherrschung und bewusster Einsatz mit seinen individuellen Ausdrucksmöglichkeiten ist so ebenfalls permanenter Forschungsgegenstand.

### Der Autor

Die weltweite Literaturwissenschaft beschäftigt sich mit einer großen Anzahl jährlich erscheinender Fachpublikationen mit Shakespeare als Autor und Person. Die Hintergründe zu Shakespeare als Dramatiker sowie die Entwicklung seiner Dramen zu Klassikern der Weltliteratur (TAYLOR, 1992 und MCGREGOR, 2013) allein hätten hinreichend Stoff für einen Hauptkurs geboten. So musste in Hinblick auf den beschränkten Zeitrahmen für die Vorbereitung des Kurses ein Basiswissen von den Teilnehmenden selbstständig erarbeitet werden. Das Konzept des Hauptkurses Theater richtete dabei den Blick u.a. auf folgende Fragestellungen:

- Wer war Shakespeare und wie entstanden seine Dramen?
- Wieso werden seine Stücke bis heute erfolgreich gespielt?
- Welche schauspielerischen Darstellungsformen stehen zur Verfügung?



Abbildung 1: Sommernachtstraum - Der tanzende Wald

## Vorbereitende Schüleraufgabe

Die vorbereitende Schüleraufgabe verfolgte als Ziel einerseits die Herstellung eines Erstkontakts vor Beginn der Schülerakademie mit der Kursleitung, andererseits die Realisierung einer gemeinsamen inhaltlichen Grundlage:

1. Informiere dich über Wikipedia oder anderen Quellen über den Inhalt aus *Ein Sommernachtstraum*, *Romeo und Julia* und *Hamlet*. Das ist besonders wichtig für die Szenen, die du auswendig lernst! Lies, wenn du mehr erfahren willst, das gesamte Stück.
2. Suche dir *zwei* Dialoge aus der angegebenen Auswahl und lerne *zwei* Rollen daraus auswendig. Manche der Dialoge wurden von uns gekürzt.
3. Schaue dir die Dokumentation über Shakespeare auf YouTube an!



# Ablauf des Kurses

## Teilnehmende

Drei Jungen und neun Mädchen im Alter zwischen 12 und 15 Jahren waren für den Hauptkurs Theater angemeldet. Alle Teilnehmenden besaßen Vorerfahrungen im Darstellenden Spiel, aber nur wenige hatten zuvor schon mit klassischen Texten gearbeitet. Ein Teilnehmer teilte in der Gruppe mit, sein Berufswunsch sei Regisseur.

## Curriculum und Struktur

In Phase I begann die Einführung in Grundlagen des Theaterspiels sowie die „Formung der Gruppe“, um in Phase II u.a. über die „Interpretation eines dramatischen Texts“ (SCHECHNER, 1985 in: PFAFF, 1997, S. 140) die angestrebte Theateraufführung vorzubereiten.

### PHASE I - Unterrichtsziele und Themen:

1. Nachbereitung der vorbereitenden Schüleraufgabe
2. Einführung in die Schauspielarbeit
  - Körperarbeit: Raumerfahrung, Bewegungsentwicklung und -gestaltung
  - Improvisationstechniken und Assoziationsübungen
  - Stimmtraining: Sound, Atem und Stimme
  - Szenische Übungen: Solo-, Duo- und Gruppenkonstellationen
3. Gruppendynamik und Gruppenatmosphäre

### (1) Nachbereitung der vorbereitenden Schüleraufgabe: Shakespeare ist „cool“!

Die Gruppe hatte die Schüleraufgaben sehr gut vorbereitet und umfangreich recherchiert. Alle offenbarten großes Interesse an Shakespeares Lebensumständen sowie den geschichtlichen Zusammenhängen. Insgesamt brachten sie ein sehr gutes Textverständnis mit, hatten die Dialoge gut auswendig gelernt und teilweise bereits Szenenentwürfe gestaltet. Viele Teilnehmende waren nicht nur wegen der schauspielerischen Arbeit, sondern auch aus Interesse an Shakespeare und seinen Dramen in den Kurs gekommen. Sie fanden die für sie antiquiert klingende Sprache spannend und berichteten von positiven Erfahrungen im Umgang mit den Dialogen.

Die rege Diskussion über die Film-Dokumentation (SCHMITZ, 2013) klärte viele Fragen und gab Raum zum Meinungs austausch. Geschichtliche und politische Hintergründe sowie verschiedene Stationen aus Shakespeares Biografie wurden beleuchtet. Abschließend stellte eine Schülerin unter Zustimmung der anderen fest: „Shakespeare ist cool“!

## (2) Einführung in die Schauspielerarbeit

- a) **Theatertraining** - die Jugendlichen erhielten Einblick in die Arbeit des Schauspielers und somit die konkrete Möglichkeit, an ihrer Ausdrucksfähigkeit zu arbeiten. Sie lernten ihren Körper, Sprache und Emotionen variantenreicher darzustellen und sich dabei auf Raum, Partner und Gruppe einzulassen.
- b) **Theaterästhetische Mittel** - mit theaterästhetischen Mitteln wie Zeitlupe, Zeitraffer, Chorischem Sprechen, Catwalk usw. wurden Techniken geübt, um Bühnenaktionen wirkungsvoll und variabel gestalten zu können. U.a. erhielten die Jugendlichen die Aufgabe, in Kleingruppen fünf verschiedene theaterästhetische Mittel in Kombination mit drei unterschiedlichen Emotionen zu einer Szene zu gestalten.
- c) **Improvisation** - der Einsatz von anregenden und lustigen Improvisationsspielen (vgl. JOHNSTONE, 1993) führte zu engagiertem Spiel und ließ die Teilnehmenden Erfolgserlebnisse sowie Scheitern in adäquater Weise erleben. Diese Erfahrungen öffneten nicht nur die Tür zu einem freieren Spiel, sondern verhalfen ihnen auch zu mehr Kreativität und Offenheit in der Gestaltung der ausgewählten Stückszenen.

Thema	Übung	Struktur	Ziel
Aufwärmung	Gegenseitiges Abklopfen	Duo	Kontakt/Körperbewusstsein
	Imaginationsübungen zu verschiedenen Zuständen: TN tauen im Eisblock auf)	Solo	Körperbewusstsein, Umsetzung einer Imagination in Aktion
	Raumlauf: Raum als Gruppe füllen; stoppen auf Kommando, Augen schließen und auf die Person zeigen, die der Dozent ausruft	Gruppe	Exploration des Bühnenraums, Entwicklung von Achtsamkeit für die Gruppe und Mitspieler
Körperausdruck	Bewegung mit einem Stock, der zwischen beiden Partnern durch Druck mit der Handfläche gehalten wird	Duo	Einlassen auf Partner, Impulse in Bewegung umsetzen und entwickeln, Führen und Folgen
	Spiegelbildlich zum Partner bewegen	Duo	Bewegungsrepertoire erweitern
	Monsterübung: Die Gruppe steht in einem Pulk und wird von „Monster“ gequält	Gruppe	Achtsamkeit in der Gruppe und Expressivität unterstützen
Textarbeit	Text beim Gehen auf unterschiedliche Arten sprechen (böse, verliebt, etc.)	Solo	Variables Textlernen, Loslösung von Form und Inhalt im Text
	Text dem Partner vortragen und auf Zuruf die Emotion wechseln	Duo	Vor Zuschauer sprechen für Klarheit der Darstellung und Präsenz
	Eine Person redet langsam und deutlich, die andere spricht simultan	Duo	Achtsamkeit für die Mitspielenden und deutliche Aussprache
Chor	6er-Gruppenvariante: Antworten auf Fragen	Gruppe	
Improvisation	Assoziationskette mit Wörtern bilden, in einem vorgegebenen Rhythmus	Gruppe	Bilder assoziativ im Kopf entstehen lassen und in Wörter umsetzen
	Im Wechsel eine Statue mit einer weiteren Statue ergänzen	Trio	Assoziationen hervorrufen, Situationen umdeuten

Tabelle 1: Beispielhafte Stundeninhalte des Theatertrainings

### (3) Gruppendynamik und Gruppenatmosphäre

#### a) Gruppenbildung

Die in diesem Alter typische Separation von Jungen und Mädchen zu Anfang des Kurses ließ sich durch die konkrete Erfahrung des gemeinsamen Spiels und das offene Thematisieren nach kurzer Zeit aufheben und die Zusammenarbeit heterogener gestalten.

#### b) Vertrauen / Kennenlernen / Kontakt

Die Arbeit mit Jugendlichen erfordert ein hohes Maß an Vertrauen innerhalb einer Theatergruppe. Hilfreich war, dass alle Teilnehmenden den Hauptkurs als Erstwahl angegeben hatten und bereits Theatervorerfahrung mitbrachten. Improvisationsübungen, Bewegungs- und Vertrauensübungen mit wechselnden Partnern, rückten den Spaß am Spiel in den Vordergrund und halfen Hemmungen abzubauen.

#### c) Lampenfieber

Beim Thema Lampenfieber konnten die Jugendlichen in einer speziellen Übung ihre persönliche Stresskurve vor und während eines Auftritts erleben und durch den gemeinsamen Austausch erkennen, dass Lampenfieber ein bühnenimmanentes Phänomen ist. Die Erfahrung im Feedback, dass es den Mitspielern ähnlich ergangen war, half einen konstruktiven Umgang mit Lampenfieber zu finden.

Thema	Übung	Struktur	Ziel
Vertrauen	Ein blinder Roboter wird von einer Person durch Antippen an verschiedenen Stellen sicher durch den Raum geführt	Duo	Einstellen auf die Bewegung eines Partners, Vertrauen in den Partner, Führen und Folgen erleben
	Blind auf die Gruppe zurennen und von ihr gestoppt werden	Gruppe	Angst überwinden, alleine vor der Gruppe stehen, Vertrauen
Lampenfieber	Soloauftritt mit festen Ablaufvorgaben (Text, Raumwege) und anschließender Thematisierung der persönlichen Stresskurve. Beim wiederholten Auftritt mit der Vorgabe: Mach es anders!	Solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erfahrung Soloauftritt,</li> <li>▪ Reflexion persönlicher Empfindung</li> <li>▪ konstruktiven Umgang mit Angst und Stress lernen</li> </ul>

Tabelle 2: Beispielhafte Stundeninhalte des Theatertrainings

## Der Inszenierungsprozess

**PHASE 2** - Der Nachmittag des dritten Kurstags begann mit einer Einführung in die szenische Arbeit. Die Inszenierung eines Dramas für die Bühne ist ein aufwendiger bis langwieriger Prozess für alle Beteiligten. Nach METZLER (1990, S. 221) gehören dazu:

1. die Bearbeitung des Stückes;
2. die Besetzung der Rollen;
3. die Herstellung des Bühnenbildes und die Bereitstellung von Requisiten;
4. das Anfertigen bzw. die Auswahl der Kostüme;
5. die Regie (Wortregie, Bewegungsregie, Szenenregie).

## (1) Die Bearbeitung des Stückes

Für die Konzeption des Theaterkurses war es notwendig, Teile des Inszenierungsprozesses im Vorfeld anzubahnen, damit in dem für ein solches Vorhaben kurzen Zeitraum die formulierten Ziele erreicht werden konnten. *Die Bearbeitung des Stückes (1)* leistete die Kursleitung vor Akademiebeginn durch Auswahl der Stücke sowie altersadäquater Szenen und deren Kürzung. *Die Besetzung der Rollen (2)* war den Schülerinnen und Schülern überlassen. Beiden Entscheidungen lagen inszenatorische bzw. ästhetische Vorüberlegungen zugrunde und hatten entsprechende Konsequenzen:

- Das genaue Material für die Inszenierung entstand erst nach der Schülerwahl.
- Aufgrund der Einzelszenen war als Form eine Szenencollage wahrscheinlich.
- Wegen der Mehrfachbesetzungen waren chorische Elemente zu erwarten.

## (2) Die Besetzung der Rollen

Durch die selbstbestimmte Wahl der Rollen konnte die Besetzung erst zu einem relativ späten Zeitpunkt entschieden werden. Zunächst sollten auf Basis der Rollenwünsche umsetzbare Szenen gefunden werden. Dazu erstellte die Kursleitung tabellarisch eine potenzielle Besetzungsliste und berücksichtigte dabei folgende Aspekte:

- Jede Schülerin/jeder Schüler sollte mindestens *eine* Erstwahl einer Rolle haben (mit \* hinter dem Namen gekennzeichnet).
- Textumfang und erwartete Spielzeit sollten gleichgewichtig verteilt sein.

Stück / Szene	Rollen	Schauspieler/innen
1. Sommernachtstraum Vierter Aufzug / 4.Szene	Zettel Pyramus Wand Thisbe	Smila/Hanna/Lissi/ Vivien Marie Leon* Smila/Hanna/Lissi* Vivien
2. Sommernachtstraum Dritter Aufzug /2.Szene	Lysander Helena Hermia	Silas* Mara* Magdalena*
Hamlet Erster Aufzug / 2.Szene	Hamlet Horatio	Solveig * Silas
3. Hamlet Fünfter Aufzug / 1.Szene	Hamlet Totengräber	Solveig * Nils*
Hamlet Vierter Aufzug	Ophelia Polonius	Marie* Magdalena
4. Romeo und Julia Zweiter Aufzug / 5. Szene	Amme Julia	Judith* Vivien*
Shakespeare (als Erzähler)	Verschiedene Besetzungen	Mara, Vivien, Hanna, Leon, Nils, Solveig, Magdalena, etc.

Tabelle 3: Besetzungsliste

Die gemeinsame Besprechung und Auswertung der Tabelle machten plausibel, dass die Rollenvergabe sich nicht nur nach Vorlieben oder Kompetenzen der Spielenden, sondern auch nach dem Inszenierungskonzept richten musste. Ein weiterer Aspekt war u.a. die zeitliche Rahmenbedingung für die Aufführung. Diese war mit 20-25 Minuten strikt reglementiert, da die Präsentation des Theaterkurses in das Zeitmanagement der Akademiepräsentation am Gästenachmittag eingebunden war. Unter Berücksichtigung dieser Bedingungen wählte der Kurs als (pragmatisch) naheliegende Option vier der sechs Szenen für die weitere Bearbeitung und Umsetzung (s. Tabelle *Szenen 1-4*) mit einer noch zu klärenden Besetzung von Shakespeare als der Erzählerfigur.

### (3 + 4) Bühnenbild, Requisiten und Kostüme

Gerade bei den Punkten *Die Herstellung des Bühnenbildes und die Bereitstellung von Requisiten (3)* sowie *Das Anfertigen bzw. die Auswahl der Kostüme (4)* zeigte sich die von den Jugendlichen im Laufe der Arbeit entwickelte Fähigkeit zur Abstraktion und zum Umgang mit Symbolik im Theater. Die Jugendlichen erlebten mit zunehmender Spielerfahrung sowie durch die oft alternierend eingenommene Zuschauerperspektive, dass ihr Spiel nicht zwangsläufig auf Hilfsmittel in Form von Kulissen, Requisiten oder Kostümen angewiesen war. Aufgrund dieser Erfahrung entschieden sie sich im Laufe der Kursarbeit z. B. Bühnenbildelemente selbst zu verkörpern, Requisiten sparsam einzusetzen und neutrale schwarze Kleidung zu tragen. Als Kostüm erhielt lediglich die Figur der Thisbe einen Rock, in dem zwei Schülerinnen die Rolle simultan spielten. Zudem amüsierte die Jugendlichen die Idee, dass Puck mit einem großen Blumentopf agierte, um den Blütenstaub zu verteilen, sodass sie dieses Requisit einbauten.

### (5) Regie - Wortregie, Bewegungsregie, Szenenregie

Wie wird mit Sprache umgegangen (Wortregie), wie mit Bewegung (Bewegungsregie), wie eine Szene kreiert (Szenenregie)? Die Jugendlichen setzten sich kreativ und engagiert mit der Interpretation der Dialoge sowie der Gestaltung der Übergänge auseinander. Sie entwickelten im gemeinsamen Austausch ein gutes Gespür für gelungene bzw. nicht gelungene Momente und lernten im Feedback, konstruktive Rückmeldungen für die Entwicklung der Szenen zu formulieren. Nach Verteilung der Rollen erhielten die Teilnehmenden 40 Minuten Zeit, um die Dialoge mit ihren Partnern zu besprechen und eine erste eigene Inszenierungsidee zu entwickeln. Die Kleingruppen präsentierten die ausdrücklich unfertigen Ergebnisse anschließend vor der Gruppe.

Im Feedback wurde die Darstellung präzisiert:

*Wo findet die Szene genau statt? Was verändert sich durch eine bestimmte Wahl des Ortes? Was steht hinter den Worten der Figur? Welche Emotion ist wann vorherrschend? Was ändert sich, wenn sich die Emotion ändert? Welche Aktion passt zu der Szene? Welche Motivation hat die Figur für ihre Aktion? Was macht eine wirksame und interessante Darstellung aus?* (vgl. auch LECOQ, 1997, S. 45).

Die Entscheidung mit vier Szenen aus drei Stücken zu arbeiten, machte den Jugendlichen schnell deutlich, dass die gewählten Dialoge aus *Ein Sommernachtstraum*, *Hamlet* und *Romeo und Julia* in einen neuen Sinnzusammenhang gestellt werden mussten. Sie entwickelten dazu in Kleingruppen unter Einbeziehung erlernter theaterästhetischer Mittel gespielte Übergänge. Dabei trugen sie zunächst zentral handelnde Personen, deren Beziehungen und Motive zusammen und konzipierten anschließend einen Szenenentwurf.

## Das Theaterlabor als Experimentierwerkstatt



Abbildung 2: „Shakespeare“ bei der Regie zu *Ein Sommernachtstraum*

### Das Theaterlabor

„Viele Wege führen nach Rom“, aber welcher Weg der Inszenierung sollte beschrrieben werden? Diese Frage war Anlass für eine anregende Diskussion, wie Inszenierungen entstehen. Dabei wurden u.a. folgende Fragestellungen entwickelt:

- Analyse des Aufführungsortes: Wo steht die Bühne? Gibt es weitere Spielorte?
- Form der Inszenierung: werkgetreu?
- Erzählform: stringente oder alternative Struktur?

- Theaterstil: naturalistisch, narrativ oder episch oder ...?

In dieser Phase der kreativen Arbeit war es besonders wichtig den experimentellen Charakter des Kurses hervorzuheben, mit dem Ziel, dem Anspruch der Schülerinnen und Schüler nach Perfektion entgegenzuwirken. Der Begriff des Theaterlabors wurde eingeführt und erläutert, um Experimente mit ausdrücklich offenem Ausgang zu erlauben.

Der Hinweis, dass gerade der Mut zum Scheitern neue Ideen hervorrufen und kreative Lösungsprozesse in Gang setzen kann, half den Jugendlichen auch ungewöhnliche Ideen auszuprobieren.

## Die Qual der Wahl: der Entscheidungsprozess

Es war kein leichter Erkenntnisgewinn, dass jede notwendige und auch spannende experimentell-kreative Phase zu einem bestimmten Zeitpunkt konkrete Ergebnisse und Entscheidungen braucht, um eine theatrale Form für eine Aufführung zu realisieren!

Fazit: Es wurde festgelegt, im Publikumsraum sowie auf der vorhandenen Galerie zu spielen. Die gewählten Szenen aus *Ein Sommernachtstraum*, *Romeo und Julia* sowie *Hamlet* sollten als Collage gestaltet werden. Aus pragmatischen Gründen erwies es sich als günstig, Shakespeare von einer Person spielen zu lassen. Shakespeare sollte von einem Stück zum nächsten führen und dabei geschichtliche bzw. autobiografische Aspekte transportieren, um den Autor für die Zuschauer auf einer Metaebene im Kontext der Szenenfragmente zu zeigen.

Im Laufe der Probenarbeit ergaben sich darüber hinaus abstrakte bewegungsbetonte Übergänge mit Musik, mit denen beim Zuschauer Bilder hervorgerufen, Atmosphäre erzeugt und dem Spiel verfremdende Aspekte hinzugefügt werden sollten.

## Die Inszenierung – zwei szenische Beispiele:

### 1. Ein Sommernachtstraum

Für *Ein Sommernachtstraum* entwickelte die Gruppe eine Einleitung, an der alle Spielenden mitwirken konnten. Shakespeare trat auf und begann laut denkend, sein neues Stück zu verfassen: den Sommernachtstraum.

Seine Überlegungen ließen die Figuren lebendig werden, sich vorstellen und am Ende als Statuen einfrieren. Es entstand ein Schwellbild, bei dem das Beziehungsgeflecht der Hauptpersonen sowie ihre Hauptmotive symbolisiert wurden. Alternierend traten die Figuren aus ihren statischen Positionen heraus, kamen in Interaktion miteinander und erzählten den groben Handlungsstrang des Stückes bis zum Anfang des Dialogs aus *Ein Sommernachtstraum* (Dritter Aufzug/2. Szene).

## Liebe ohne Kichern

Die große Herausforderung bei der Einleitung und dem Dialog zwischen Hermia, Helena und Lysander lag in der ernsthaften Darstellung von Liebe und Abscheu. Die Analyse des Textes und Überlegungen zum inneren Dialog halfen den Akteuren auf der Verständnisebene. Die Fähigkeit präsent zu sein und die Spannung zu halten, auch wenn sie keinen Text hatten, ist aber letztlich das Ergebnis kontinuierlicher Probenarbeit, in der sie sich der Situation immer wieder stellten.

Bei den Aufführungen gelang es ihnen souverän in ihren Rollen zu bleiben, wodurch selbst das jugendliche Publikum nicht zum Kichern verleitet wurde.



Abbildung 3 Thisbe mit zwei Gesichtern

## Eine Rolle in der Rolle – die Handwerker

Die Überleitung zum stark gekürzten Dialog (Vierter Aufzug/4.Szene/S. 209-211) gestaltete die Figur des Shakespeare mit der Ankündigung, dass sein Stück ein lustiges Ende bräuchte, bei der er selber als Handwerker mitspielen wolle.

Bei ihrer ersten Probe hatten die Jugendlichen die Idee, die Figur der Thisbe von zwei Darstellerinnen spielen zu lassen. Eine Spielerin sprach die freudige, die Andere die genervte Seite der Rolle. Doch erwies sich der erste Szenenentwurf als zu ernsthaft und hinterließ



einen langatmigen Eindruck. Die anschließende Analyse brachte die Erkenntnis, dass sie vielmehr eine Rolle *in* der Rolle spielen müssten: die Handwerker, die wiederum verschiedene Figuren eines Theaterstücks darstellten.

Die Erkenntnis, dass die Handwerker voller Elan, aber ohne jedes Talent Theater spielen, führte zum Durchbruch: Wie entfesselt improvisierten die Jugendlichen in ihren Rollen und entwickelten wachsenden Spaß bei der humorvollen Darstellung der Szene.

## 2. Hamlet

### Tragik und Komik

Der Einsatz von komischen Elementen und Figuren auch in dramatischen Szenen ist ein typisches Merkmal in Shakespeares Stücken. Beispielhaft erlebten die Akteure und das Publikum dieses Spannungsfeld von Komik und Tragik in der Totengräberszene. In der Rolle des Totengräbers (Fünfter Aufzug/1. Szene/S. 494-495) stellte es für den Jugendlichen eine große Herausforderung dar, eine komische Rolle in Konfrontation mit einem von Mordgedanken durchdrungenen Hamlet zu spielen.

Im Ergebnis kam die Gruppe zur Erkenntnis, dass gerade diese dramaturgische Entscheidung eine besondere Spannung erzeugte. Auch die Darstellung des offenen Grabes erforderte eine breitere Diskussion. Die Teilnehmenden stellten schließlich die Grabsteine nach einem musikalisch begleiteten Raumlauf mit den Rücken zum Publikum auf dem Boden sitzend dar. Ein Gespräch über realistische Darstellung und abstrakte Symbolkraft folgte. Sollten die Grabsteine für mehr Deutlichkeit beschriftet werden?

Die Gruppe entschied sich gegen die Verwendung von Schrift und stattdessen für ein *lautes* Flüstern, um so eine gruselige Stimmung zu erzeugen, die gleichzeitig Stichpunkte der Handlung vermittelte, indem gesprochene Worte eines „Grabsteins“ flüsternd als Echo wiederholt wurden: „Der König ist tot / Ermordet / Hamlet ist zurück / Hamlet / Rache ...“

### Hamlet - eine Frau

Als Einzige des Kurses hatte eine Jugendliche die Rolle des Hamlet vorbereitet. Mit großer Ernsthaftigkeit und Spannung gelang es ihr in der Totengräberszene, ein vielschichtiges Bild der Emotionslage des Königssohns zu zeichnen. Nach der Theorie Vinings (1881) geht Shakespeares Drama auf eine Sage aus dem 12. Jahrhundert zurück, in der Hamlet eine Frau sei. Die weibliche Besetzung Hamlets in der Film- und Theatergeschichte weist mit u.a. Asta Nielsen (1921, Literaturverfilmung) oder Angela Winkler in ZADECKS (1999) berühmter Hamlet Adaption herausragende Beispiele auf.

Überlegungen zu den unterschiedlichen Interpretationen dieser Rolle in Abhängigkeit, ob sie von einem Mann oder einer Frau gespielt wird, veranlasste die Jugendlichen darüber hinaus zu einer Auseinandersetzung über gendertypische Verhaltensmuster.

# Schlussbemerkungen

Der Hauptkurs Theater als Theaterlabor eröffnete den Jugendlichen einen Einblick in Shakespeares Welt und ermöglichte, sich selbst im Training sowie auf der Bühne auszuprobieren und die Ergebnisse in einer Gemeinschaftsarbeit zu präsentieren. Die Stückauswahl und die Mischung aus Tragödie und Komödie schaffte offenbar einen leichten Zugang und ließ die ungewohnte Sprache weniger als erschwerende Hürde, sondern vielmehr als interessante Herausforderung erleben. Gleichzeitig beantwortete sich hier zumindest zum Teil auch die eingangs formulierte Frage, warum Shakespeare heute noch gespielt wird: Die Themen seiner Dramen (z. B. Liebe, Hass, Magie, ...) konnten sich den Schülerinnen und Schülern aufgrund ihrer Zeitlosigkeit leicht erschließen.

Die Arbeit mit den Dialogen übte einen offensichtlich besonderen Reiz auf die Jugendlichen aus, welcher von ihnen mit der *Besonderheit der Sprache* beschrieben wurde. Sie erlebten, dass Theater im künstlerischen Zugang Verfremdung benötigt und dadurch eine eigene Realität erschaffen kann. Unterstützt wurde dies auch durch die Verwendung neutraler Kleidung und den Einsatz von Alter sowie Neuer Musik, mit dem Nebeneffekt, dass sich die Frage nach klassischer *oder* moderner Spielweise nicht stellte.

Der Fokus des theaterpädagogischen Konzepts von *Shakespeares Welt* beruhte auf der Förderung der Kreativität der Akteure sowie der Unterstützung eines glaubwürdigen Spiels, das frech und spannend eine eigene theatrale Wirklichkeit abbilden sollte. Für das gelungene Theaterexperiment erhielten die jugendlichen Spieler überschwänglichen Applaus und zahlreiche Komplimente des Publikums.

## Quellen

### Literatur

- Brook, Peter: *Vergessen Sie Shakespeare*, 2. Ausgabe, Berlin: Alexander Verlag, 1997.
- Hoffmann, C./Annett Israel. (Hrsg.): *Theater spielen mit Kindern u. Jugendlichen: Konzepte, Methoden und Übungen*, Weinheim: Juventa Verlag, 2008.
- Johnstone, Keith: *Improvisation und Theater*. Berlin: Alexander Verlag, 1993.
- Lecoq, Jacques: *Der poetische Körper*. Berlin: Alexander Verlag, 1997.
- McGregor, Neil: *Shakespeares ruhelose Welt*. München: Verlag C. H. Beck, 2013.
- Pfaff, Walter u.a. (Hrsg.): *Der sprechende Körper. Texte zur Theateranthropologie*. Berlin: Alexander Verlag, 1997.
- Paris, V./ Bunse, M.: *Improvisationstheater mit Kindern und Jugendlichen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 1994.
- Ruping, B. /W. Schneider (Hrsg.): *Theater mit Kindern. Erfahrungen, Methoden, Konzepte*. 2. Auflage. Weinheim/München: Juventa Verlag, 1991.
- Schweikle, Günther und Irmgard Schweikle [Hrsg.]. *Metzler Literatur Lexikon. Begriffe und Definitionen*, 2. Aufl. Stuttgart: Verlag Metzler, 1990.

Shakespeares Werke *Band 2*: Augsburg: Weltbildverlag, 1998.

Taylor, Gary: *Shakespeare - wie er auch gefällt: die Geschichte einer Plünderung durch vier Jahrhunderte*. Hamburg: Kellner, 1992.

Vining, Edward P. : *The Mystery of Hamlet*: J. B. Lippincott & Company 1881.

## Musik

CD pina – *tanzt, tanzt, sonst sind wir verloren*. Soundtrack – Wim Wenders Film 2011:

Jun Miyake (Lillies of the Valley/All Names); Hazmat Modine ( Bahamut).

Schmelzer, Johann Heinrich: *Balletto for Strings & Continuo in G* ("Die Fechtschule").

## Internet

Schmitz, Eike: *Das Shakespeare Rätsel*, ZDF Dokumentation 2013,

[www.youtube.com/watch?v=2ihiXsPrjpE](http://www.youtube.com/watch?v=2ihiXsPrjpE).

Zadek, Peter: *Hamlet* Inszenierung, [www.zeit.de/1999/22/Hamlet\\_kleiner\\_Prinz](http://www.zeit.de/1999/22/Hamlet_kleiner_Prinz).

Dokumentationen

Bredenbrock Claus: *Der nackte Shakespeare - London und die Geschichte eines Mythos*.

*Wer war William Shakespeare?* Dokumentarfilm ARTE/WDR 2013.

## Autoren



Ferenc Kréti, Theaterdozent, Regisseur und Schauspieler



Bärbel Kandziora, Theaterdozentin und Schauspielerin



2.

# Wahlkurse

# Digitale Fotografie: Ich und meine Doppelgänger

Sylvia Schmuck

*Sich selbst an einer „Location“ in unterschiedlichen Posen fotografieren und anschließend in einem Bild zusammenfügen, das hat der „Erfinder“ dieser fotografischen Idee Martin Lieb-  
scher in großen öffentlichen Räumen (z.B. im Schwimmbad, im Konzertsaal, etc.) in fantasti-  
scher Perfektion umgesetzt. Wir wollen in einem kleineren Umfeld eigene Ideen entwickeln  
und mit dieser Technik fantasievolle Geschichten erzählen. In einer grundlegenden Einfüh-  
rung in die technischen und fotografischen Gesetze von digitalen Kameras erlernt ihr das not-  
wendige „know how“. Wie kann ich mit der passenden Brennweite (Zoom), gezielter Blen-  
den- oder Zeitwahl und dem sorgfältig gewählten Aufnahmestandpunkt ein bewusst  
gestaltetes Bild aufnehmen? Anschließend werdet ihr mit dem Bildbearbeitungsprogramm  
Photoshop vertraut gemacht. Besonders beschäftigen wir uns mit den verschiedenen Schnei-  
dewerkzeugen und der Ebenenarbeit, aber auch einfache Retuschen sowie Helligkeits- und  
Kontrastveränderung kommen nicht zu kurz.*

[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 nur ein Schüler mit Photoshop gearbeitet. Ihre Motivation war sehr hoch, vor allem in Bezug auf die Bildbearbeitung.

## Projektanspruch und Projektziele

Der Kurs hatte fachtechnische und pädagogische Ziele, die die fotografischen und sozialen Kompetenzen fördern sollten.

a) Fotografische (technisch, ästhetisch, handlungsbetont) Kompetenzen:

- eigenständiger und selbstbewusster Umgang mit neuen Medien,
- Verstehen technischer Grundlagen der digitalen Fotografie und Bildbearbeitung,
- praktische Anwendung angeeigneter Kenntnisse und Fähigkeiten in selbstgesteuerten Fotoprojekten,
- 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,
- kontinuierliche Zwischenanalysen der Fotoprojekte und ggf. Korrekturen,
- spielerisch-experimentelle Einübung von Kreativität.

b) Soziale Kompetenzen:

- effektiv in einer Gruppe zusammenarbeiten, Teamregeln beachten und erfahrungsbunden (auch durch Misserfolge) wertschätzen lernen,
- eigene Ideen und Ziele in und mit der Gruppe abstimmen lernen, Kompromisse erarbeiten und akzeptieren, Frustrationstoleranz erweitern,
- Einüben von respektvollen Kommunikationsformen besonders in Stresssituationen.

# Projektaufbau und Arbeitsschritte

## Grundeinführung Digitalkamera

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

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

Tabelle 1: „Grundlegende Gesetze“ der Fotografie





Abbildung 2: Bewegungsmontage mit Bällen

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 Bewegungsabläufen, der Arbeit mit unterschiedlichen Zeitvorwahlen und dem gezielten Erzeugen von Bewegungsunschärfe. Bei der Sichtung der Ergebnisse am Computer konnten sie die tatsächlich erzielten Wirkungen mit den zuvor vermittelten Inhalten abgleichen.

Um eine Vorstellung zu gewinnen, welche Bildbearbeitungsmöglichkeiten ihnen für ihre thematischen Projekte im weiteren Verlauf zur Verfügung stünden, zeigte ich ihnen am Beamer zum Schluss der ersten Einheit mehrere Beispielbilder zum Thema *Aufbau einer komplexeren Montage*.

## 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 unterschiedlichsten Posen und Bewegungsabläufen. Da der Hintergrund jeweiliger Bildkompositionen (wegen der Montage) nicht verändert werden durfte, arbeiteten sie ausschließlich mit Stativen. Die historische Burg mit ihren hohen Gemäuern inspirierte zu „waghalsigen“ Montageideen, z.B. sich im Handstand auf den Giebelstufen des Herrenhauses darzustellen. Dabei war eine wesentliche Erkenntnis, dass Montagen nur dann realistisch wirken, wenn die Einzelaufnahmen aus einem möglichst identischen Kamerastandpunkt (in diesem Beispiel aus der Froschperspektive) erfolgen. Im Zuge der Bildbearbeitung an den Montagen erkannten die Gruppenmitglieder, dass gewählte Aufnahmestandpunkte sowie die Lichtverhältnisse für bestimmte Posen z.T. nicht hinreichend stimmig waren. Aus diesem Grund unternahmen sie gezielt erneute Versuche, um sich selbst perspektivisch „korrekt“ aufzunehmen. Aus den ersten Ideen und Übungen entstanden neue fotografische Projekte, die in technisch-gestalterischer Ausführung deutlich ausgefeilter waren und auch zunehmend selbstständig ausgeführt wurden, sodass erforderliche kameratechnische oder bildgestalterische Hilfen durch die Leitung im weiteren Prozessverlauf zusehends unnötiger wurden.



Abbildung 3: Montage Giebel Herrenhaus

## Grundeinführung Photoshop CS 5: 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 (Polygon- und magnetisches Lasso), das Schnellauswahlwerkzeug und der Zauberstab,
- Freistellen eines Objektes für die partielle Veränderung eines Bildes sowie die Auswahl als Basis für das Ausschneiden und Montieren von Bildbereichen,
- Nutzen der weichen Auswahlkante,
- Prinzipien der Ebenentechnik; das Verständnis dieser komplexen Technik ist Grundvoraussetzung für die Arbeit mit Montagen: Neue Ebenen erstellen, Objekte kopieren und in neue Ebenen einfügen, Bildteile ausschneiden und in andere Bilder einfügen, Ebenen verdoppeln, Ebenen verschieben, das Prinzip der Überlagerung von Ebenen, die selektive Bearbeitung ausschließlich in der jeweils aktiven Ebene und die Veränderung einer Ebene in ihrer Darstellung durch Veränderung des Ebenenmodus 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, verzerrern, 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.



Abbildung 4: Montage mit Transformationswerkzeug

Für die Bildbearbeitung verteilten die Gruppen die Fotos an alle Teammitglieder. Sie arbeiteten und berieten sich phasenweise zu zweit oder dritt an einem gemeinsamen Computerarbeitsplatz. Individuelle neue Projekte wurden später dann auch in Einzelarbeit durchgeführt. Um Photoshop gezielt anwenden zu lernen, ist es unbedingt notwendig, die Bearbeitungsschritte wiederholt allein an einem eigenen Computer machen zu können. Anhand der konkreten Projekte ergaben sich im Kursverlauf zusätzliche spezielle Fragen zur Realisierung bestimmter Effekte. Diese Themen wurden in der Gesamtgruppe behandelt, sodass alle Schülerinnen und Schüler prozessorientiert weitere Möglichkeiten des Programms kennenlernten und sich Schritt für Schritt ergänzende Befehle und Arbeitsschritte des umfangreichen Programms aneigneten.

Da einige für die jeweiligen Kompositionen notwendigen Objekte (z.B. ein Lichtschwert) in der Burg nicht verfügbar waren, nutzten die Kinder 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.

## Arbeitsergebnisse und Präsentation

Mehrfach zeigten sich die Teams gegenseitig ihre Präsentationen und erhielten Anregungen für Verbesserungen. Gemeinsam entschieden sie, welche Bilderauswahl den Eltern gezeigt werden sollte. Sie bekamen die Aufgabe, am Gästernachmittag die Bildbearbeitungsschritte zu einem ihrer Bilder inhaltlich und technisch zu erklären, damit Eltern und Gäste nachvollziehen und wertschätzen konnten, welche aufwändige Arbeit hinter den Fotos steckte. Gleichzeitig sicherte 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 Montageideen zu entwickeln, umzusetzen und das komplexe Programm Photoshop selbstständig anzuwenden.



Abbildung 5: Gruppenfoto mit Doppelgänger-Montage

## Literaturverzeichnis

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

Jarsetz, Maika (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](https://www.google.de/advanced_image_search)

## Autorin



Kursleitung: 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 Jonglagentricks 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 einem Grab eines unbekanntem Prinzen in Beni Hasan wurde eine Zeichnung aus einer Zeit um etwa 1794 – 1781 v. Chr. von vier jonglierenden Frauen 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 wurde zur Entspannung oder Unterhaltung jongliert. Im Mittelalter entwickelte sich die Jonglage zu einer Unterhaltungsform, die von Gauklern und Hofnarren praktiziert 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 Schülerinnen und Schülern, 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 Kinder 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 Schülerinnen und Schülern die einzelnen Schritte bis zur 3-Ball-Kaskade zu erläutern und diese Kaskade zu erlernen. Es steht dabei kein erfolgsorientiertes Lernen mit einer Zeitvorgabe im Mittelpunkt, sondern die Möglichkeit, ihre Ziele im eigenen Tempo selbstständig zu erarbeiten. Über diese Grundtechnik hinaus sollen ggf. die ersten Tricks gelernt und den Schülerinnen und Schülern ein vertiefender Einblick in weitere Jonglage-Techniken gegeben werden.

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. Dieses Konzept ermöglicht eine einfache und bildliche Vorstellung aller mit Bällen durchführbaren Jonglage-Tricks.

Im weiteren Verlauf des Kurses wird individuell auf die einzelnen Schüler eingegangen, und es werden ihnen Bewegungen auf dem jeweiligen technischen Niveau erklärt.

## Die Kaskade am Konzept des Fensters

Bei der Kaskade werden die Bälle von der rechten in die linke Hand und von der linken in die rechte Hand 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.

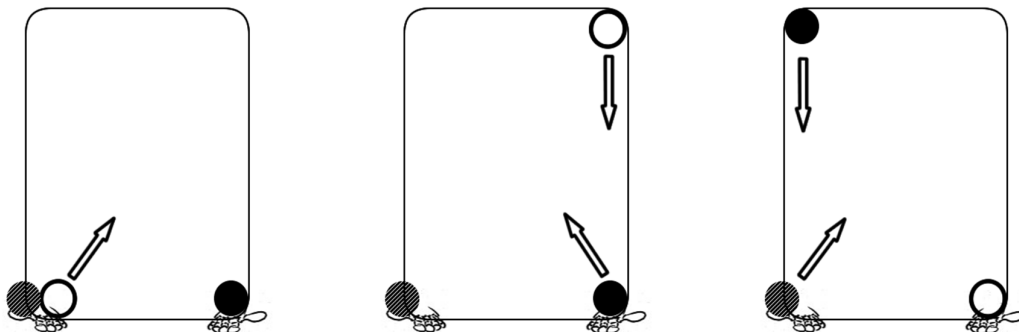


Abbildung 1: Schaubild der 3-Ball-Kaskade im Fenster

## Ablauf einer 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 der Übungen werden die Arme abwechselnd beansprucht, um Überbelastung einzelner Gelenke und ihrer möglicherweise entstehenden physischen Probleme vorzubeugen. An dieser Stelle werden die Schüler darauf hingewiesen, wie wichtig dieses Vorgehen ist, um bei intensiverem Training chronische Schädigungen zu vermeiden. Die Schüler beginnen selbstständig mit der Wiederholung der Übungen des Vortages. Dadurch können sie ihren Schwerpunkt in den Übungen je nach Stand ihres persönlichen Könnens selbst festlegen. Eigene Schwächen werden erkannt und gezielt trainiert. Der Kursleiter geht dabei von Schüler zu Schüler, unterstützt diese und weist auf mögliche Fehler und Verbesserungen in der Bewegung hin.

Im zweiten Teil der Unterrichtseinheit werden allen Schülerinnen und Schülern am Schaubild ein oder zwei neue Bewegungen gezeigt, welche anschließend praktisch vorgeführt werden. Bis zum Abschluss der Unterrichtseinheit werden diese neuen Bewegungen in der Gruppe



geübt und vertieft. So ist gewährleistet, dass die Gruppe auf demselben Wissensstand ist. Der Kursleiter steht dabei weiterhin unterstützend zur Seite. Treten Schwierigkeiten bei der Umsetzung wiederholt auf, werden diese in der Gruppe thematisiert und im Grundsatz behoben. Dabei wird auf jeden Einzelnen und dessen individuell entwickelten Wurf-Stil eingegangen. In den Zeiten des freien Jonglierens können die Schülerinnen und Schüler je nach persönlichem Bedarf Pausen machen. Dadurch werden durch Überforderung entstandene Phasen der Frustration verhindert.

Am Ende jeder Unterrichtseinheit setzen sich alle Schüler zu einer Feedbackrunde zusammen. Jeder Schüler schildert seinen aktuellen Trainingsstand. In dieser Gesprächsrunde werden auch gegenseitige Verbesserungsvorschläge und Tipps gegeben.

## Ablauf

Tag	Inhalt	Zeit
Tag 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschichte der Jonglage</li> <li>▪ „Ich heiße Hermann und kann das“</li> <li>▪ Einführung in das Konzept des „Fensters“</li> <li>▪ Aufwärmen, Übung 1-6 sowie freies Training</li> <li>▪ Feedbackrunde</li> </ul>	15 Min. 15 Min. 5 Min. 30+30 Min. 15 Min.
Tag 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufwärmspiel „Hermann, ein Ball!“</li> <li>▪ selbstständiges Wiederholen der Übungen vom Vortag</li> <li>▪ Gruppenjonglage mit Passen im Kreis</li> <li>▪ Bälle basteln in der Gruppe</li> <li>▪ Feedbackrunde</li> </ul>	10 Min. 30 Min. 30 Min. 60 Min. 15 Min.
Tag 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufwärmspiel „Hermann, ein Ball!“</li> <li>▪ Gruppenjonglage, Passen im Kreis und Partner-Kaskade</li> <li>▪ Freies Jonglieren</li> <li>▪ Ideensammlung und Gruppeneinteilung für Werkstattbesuch</li> <li>▪ Training für die jeweilige Station der Präsentation</li> <li>▪ Feedbackrunde</li> </ul>	10 Min. 30 Min. 30 Min. 5 Min. 30 Min. 15 Min.
Tag 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufwärmspiel „Achtung ein Ball“</li> <li>▪ Freies Jonglieren</li> <li>▪ Gestaltung der Plakate für Präsentationen</li> <li>▪ Freies Jonglieren und Üben der Tricks für Präsentationen</li> <li>▪ Probe der Präsentation, Feedback der anderen Kursteilnehmer</li> </ul>	10 Min. 30 Min. 30 Min. 30 Min. 30 Min.
Präsentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Letzte Vorbereitungen der Präsentation</li> <li>▪ Durchführung der Präsentation</li> </ul>	30 Min. 15 Min.

Tabelle 1: Kursablauf

# Jonglierspiele

Jede Kurseinheit wird, um Verletzungen vorzubeugen, mit einem kleinen Jonglierspiel begonnen. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Teilnehmer aufgewärmt sind. 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. Schüler 1 macht einen Trick und stellt sich vor. Schüler 2 wiederholt den Trick des ersten Schülers und nennt dabei dessen Namen. Danach stellt er sich selbst vor und zeigt seinen Trick. Dies setzt sich bei allen Schülerinnen und Schülern fort. Die Übung ist ein spielerischer Zugang, um sich eigene Jonglage-Tricks auszudenken.

## Hermann ein Ball

Alle Schüler stehen im Kreis. Man nennt den Namen eines Schülers und wirft diesem den Ball zu. Der Ball wird anschließend zum nächsten Schüler geworfen. Die Schwierigkeit des Spiels erhöht sich durch eine steigende Anzahl an Bällen.

## Achtung ein Ball

Jeder Schüler hat einen Jonglierball und geht schnellen Schrittes durch die Halle. Im Hintergrund läuft Musik. Sobald die Musik stoppt, bleiben alle stehen. Jeder sucht sich durch Augenkontakt einen Partner und wirft diesem den Ball zu. Die Musik startet wieder, und es geht weiter. Eine Herausforderung stellen die vom Kursleiter angekündigten Trickwürfe dar, z.B. werden die Bälle unterhalb des eigenen Beines dem Partner zugeworfen.

# Entwicklung der Präsentation

Am letzten Kurstag entwickelten die Schülerinnen und Schüler eine Präsentation. Im Vordergrund stand, ihre eigenen Vorstellungen zu realisieren, um den anderen Teilnehmern und Eltern den Lernablauf zu zeigen. Die Kursleitung übernahm bei diesem Konzept lediglich eine unterstützende Rolle. Dadurch werden die selbstständige Arbeit an einem Projekt und eine Selbstverwirklichung nach eigenen Vorstellungen ermöglicht.

Die Schüler entschieden sich dafür, den Verlauf der einzelnen Lernschritte gezielt zu präsentieren, und gegen eine direkte Show-Vorführung mit Bühnensituation. Sie teilten sich in Kleingruppen ein, die für je eine Station verantwortlich waren, und entwarfen Plakate, welche die einzelnen Bewegungsabschnitte veranschaulichten. Die Tricks sowie deren Präsentation übten die Schüler anschließend ein. Im Rahmen der Generalprobe der einzelnen Stationen und Übungen gaben sie sich ein gegenseitiges Feedback, um den Vortrag zu verbessern.

## Quellen

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



Kursleitung: Kai Becker, Jongleur und Feuerkünstler.

# Darstellende Kunst: Improvisation and Masks

Fabio Ambrosini

*Möchtest du entdecken, wie es sich anfühlt Julius Cäsar, der Herrscher über das alte Rom zu sein, ein berühmter Superheld oder etwa „Dr. House“? Oder du bist gar überzeugt, dass die „Commedia dell’Arte“ ein leckerer italienischer Weihnachtskuchen und „Shakespeare“ eine neue englische Handy-Marke...? In beiden Fällen bist du in diesem Kurs goldrichtig!*

*Wir entdecken Masken: ihre Herkunft, warum sie der Ursprung des heutigen Theaters sind und wir erforschen ihre Macht, wie sie uns komplett verwandeln können und Dinge tun lassen, die wir nie von uns vermutet hätten. Durch fantasievolle Spiele werden wir zu Experten im Erfinden und Darstellen spannender Geschichten, kreieren faszinierende Charaktere und bringen sie wie auf die Bühne.*

[Auszug aus der Kursankündigung]



## Preface

During brain storming sessions on 'What is theatre?', children and adults always tend to focus on two concepts: becoming another person and the state of anxiety of being on stage in front of an audience.

The definition of the self and the need to succeed in a task (recognized by the group we belong to) are two things that come to life whenever two persons start to interact. This is a fundamental part of human living within a society.

Furthermore, following the ideas delineated by Luigi Pirandello in his famous novel "One, No one and One Hundred Thousand", we might consider the fact that we improvise in everyday situations using the social script, and that different situations require a different type of a social mask.

In this sense, the ultimate aim of this course is to investigate those mechanisms through games and procedures (meaning a manner of proceeding; a way of performing or effecting something), to give the children a basic knowledge and instruments to perform on stage as in the real life.

## Main Objectives

### The stage as a safe place:

We aimed to create the possibility of being on stage without being overwhelmed with anxiety, in order to enjoy what and whom we are performing with, giving full attention to our fellow actors.

## Positive attitude to learning.

Keith Johnstone, one of the few internationally recognized authorities in the field of improvisation used to say that 'talent is a matter of procedures'; meaning that talent should be not considered only as a natural aptitude or skill, but also as a way of performing or doing something. With this perspective we can see failing as an opportunity to understand the mechanism behind succeeding in our goals, instead of just perceiving it as a 'loss'.

## Emotions, what are they made of and their correlation to 'character'

Using the definition of emotions as a state of body and mind, we will enable the students to experiment with emotion. Then the students will try to correlate these emotions with the basic forces in our actions and reactions in life. Finally the children should understand how emotions are the material which characters are made of.

# Contents

The course contains two main subjects: Improvisational Theatre and Masks.

## Improvisation

The use of funny games in improvisational theatre has the goal of lowering the self-expectation in performing the games 'well'. This allows the children to be free to enjoy themselves when acting and playing with the full concentration that is required. As a consequence the learning process is naturally maximized. Also funny games are strong facilitators in group forming: when the children are able to laugh together, and not of each other, they are ready to collaborate without fear. Then the stage starts to become a safe place where students can play: fear and laughter are opposite emotions, meaning they cannot exist at the same time. When being free to fail and actually enjoying it, children are able to learn not what is right or what is wrong, but what is possible and hence they learn to choose what they like.

A basic rule of improvisation theatre is 'always say YES!' to all proposal you receive on stage. This is a simple rule that give the magic impression, that the actors are not improvising or they have telepathic powers. This positive attitude towards our partners is something that powerfully changes our way to act on stage, even when we play a script or how we just react in the "real" life.

Using these techniques will enable the students to act on stage alone or in pairs in a very short time: using their natural skills to perform the social script they build short sketches and stories completely invented at the moment, just using their fantasy, their creativity and assembling them with the proposals they receive from their partners.

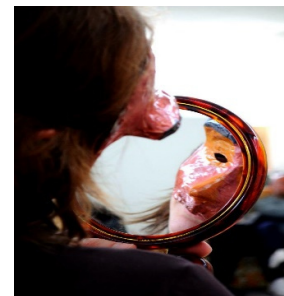
## Masks

When trust is well established in the group, it is possible to work on the masks as a possibility to loose for a while our social mask and to allow ourselves to feel and act as a completely different character from our normal self. The masks are introduced in the first lesson by only showing and proposing few games to the students in order to get them accustomed to their shapes and to wear them. At the same time emotions are introduced by a brainstorming. Then the students experiment on stage trying to feel the change emotions produce in the body, mind and hence action.



A basic but very powerful technique developed by Keith Johnstone at the Royal Court Theatre in London and later perfected at Loose Moose Theatre in Calgary is proposed to the students: start by producing the sound that we associate with a particular emotion, then let the face change following the feeling generated by the sound we are producing, hence try to speak and finally freely interact with the others or performing a sketch on stage. Those simple steps help the students to experience a well-recognized emotion in both body and mind, and to see how it changes our interaction with the world. This is a very impressive exercise that shows experientially to the mind of the student the incredible spectrum of possibility of different characters we can express on stage. Also, this exercise starts to create a connection in the student's consciousness between emotions, facial expression, and characters.

Since these three elements (emotions, facial expression and characters) are the basis of the technique known as 'Trance Masks', also developed by Keith Johnstone, now the students are ready: the students wear the mask then suddenly look at themselves in the mirror. At this point, the rational part of the mind try to figure out who the image belongs to, meanwhile the irrational part, helped and driven by the teacher, will play freely. Normally, at first, this will result in a very primitive character based on the masks: a character made of basic instincts, sounds and emotions. But at the same time this technique will bring the student to perceive and to understand the meaning of *being* another person on stage, not only playing.



## Lesson structure

Each lesson consisted of three main parts:

- a) Warming up of the group, through body and mind.  
We played several games based on the pedagogical aims of working together as a group, knowing each other, trust, body perception and mind alert to increase attention on stage.

- b) Developing the main topic of the day  
We spent some time brainstorming to introduce the main topic of the day in order to let the students understand and know where we are heading. Then the specific exercises follow.
- c) Conclusions  
At the end of the session we held a round of feed-back from the students on what they have been feeling during the exercises, questions, doubts etc. Finally we played a group game to release all tensions and to let the students go to the next lesson with a higher energy level.

## Presentation

Both groups made a presentation of 30 minutes each.

The first group presented in front of audience of students and teachers. The second group's audience consisted of their parents, relatives and authorities. Every step of the presentation was introduced by me in English and then translated into German from one of the students.

The main structure was the same for both groups:

- **Improvisation game "Toast"**: Five students kneel in a row: when the teacher claps somebody springs up and starts to improvise a story. The teacher claps again, everybody goes down. And so on. Each time the same combination of people springs up, the same story is going on. All the stories will be developed around a topic given by the audience before the start.
- **Improvisation game "Boss"**: Three students sit on chairs one next to each other. The one in the middle is the boss of a trade chosen by the audience. The other two are employees. The boss speaks to them and every time he turns, the one at the back must make fun of him trying not to be caught and hence turn away. The boss has a big balloon to punish them by hitting them whenever they deserve it. This game is normally just for preparation, but the students really wanted it to be in the presentation.
- **Improvisation game "Swedish Painting"**: Four students stand on the corners of a square, two in front, two at the back. The two in front improvise a story, at the command of the teacher the square rotates changing the students at the front. This way we have four stories, every time the same two students are in front their story goes on. All the stories will be developed around a topic given by the audience before the start.
- **Face Masks**: Three students are given a sketch (e.g. mother and father waiting for the adolescent daughter to be back home late at night) that they will play just as they feel. Then the teacher proposes a breathing sound to be produced by the students, from



the sound they progress to a facial expression, then the students start to speak, maintaining the breathing and the facial expression. Finally, always keeping the breathing and the facial expression, they perform the same sketch again in order to show what changes are produced in the acting. The last step contains a request to the audience to suggest three different emotions and which student will perform each of them. At this point the audience is asked to follow the procedure of the breathing sound, face, speech and try to relate it with the person sitting next to them. Finally the students perform the sketch.

- **The End:** The students come in a row in front of the stage and introduce themselves to the audience one by one.

## Conclusions and remarks

Both groups worked very well on the improvisation part, reaching the goal to feel the stage to be a safe place to play upon. They were excited about the presentation in front of the audience, but not anxious about it, some were eager and enthusiastic, but all of them relaxed and were ready to have fun.

This is a very big success considering that at their age it is already a lot of work to present themselves on a stage where everybody can see them: how they move, the shape of their body, the sound of their voice. It must also be considered that they were unknowing of what kind of story they would perform, not even the topic.

Often people describe this condition as a jump into the unknown. Normally this is a very scary feeling for most of us. If children are able to do it with the expectation of enjoying it, they must really feel that they can manage the situation. That means they completely trust their imagination, and more, they trust their partners.

The work with the masks was a different matter. The first group required much more time to reach the needed level of trust in the group. Therefore the mask production was delayed and not fully explored. In contrast, the second group was ready almost from the very beginning and it was quite easy to bring them to experience the feeling of being another person.

For both groups it was too delicate to bring the character created with the mask performance in front of the audience. That is why, together with the students, we decided to show only the sound, face and speech part of the process. This was very impressive for the audience, but safe to play for the students.

The eagerness of the students to learn made it easy to work with them. The language barrier was never a problem for several reasons: the high standard of most of the students' English; the help they were always ready to give to those who did not fully understand; and, last but not the least, their ability to understand Italian body language.

## Author



Dott. Ambosini Fabio, Ancona (Italy).

Graduated in Physic (University of Bologna). Post Graduate Course in Education (University of Malta). Actor, Director and Actor Trainer - *Improteatro*. Clown-care Therapist and Trainer - *Il Baule dei Sogni*.



# Literatur und Philosophie

## „Puzzle me!“ - Wer bin ich?

Sandra Miriam Schneider

*Stell dir vor, du bist ein Puzzle ... aus wie vielen Teilen bestehst du?*

*In diesem Workshop machst du dich auf die Suche nach dir selbst und sammelst alles, was dir wichtig ist: Familie, Freundinnen und Freunde, deine Träume, Wünsche und Ziele, Lieblingsfilme, Musik oder auch dein Lieblingsessen.*

*Das Motiv deines Puzzles bist du selbst! Jedes Einzelteil erzählt etwas Anderes über dich. Und wer alle Teile zusammensetzt, kann erkennen, wer du bist und was dich einzigartig macht. Die Herausforderung dabei: Dein Puzzle hat kein Bildmotiv, sondern besteht aus Sprache: Geschichten, Songtexte, SMS-Nachrichten, Gedichte, besondere Wörter etc.*

*Aus diesen Einzelteilen entwickelst du etwas, das es bisher noch nie gab. Vielleicht eine Art Puzzle-Facebook, ein akustisches Puzzle-Album zum Anhören oder sogar ein ganzes Puzzle-Book – etwas, das so ist wie du: Puzzle over you!*

[Auszug aus der Kursankündigung]

# Kurskonzept

Ziel dieses Kurses war die individuelle Auseinandersetzung mit der eigenen Identität, im Besonderen mit folgender These: Unsere Identität ist mit einer Art Puzzle vergleichbar, ein Puzzle, das aus vielen Teilen besteht. Stell dir vor, du bist ein Puzzle – aus wie vielen Teilen bestehst du?

Im Laufe des Wahlkurses machten sich die Jugendlichen auf eine ebenso facettenreiche wie herausfordernde Reise, um mehr über sich selbst zu erfahren; sichtbar zu machen, was ihnen wichtig ist und dieses schließlich zu präsentieren. Dabei sollte kein klassisches Bild-Puzzle entstehen, sondern ein wie auch immer geartetes „Objekt“, das den Puzzle-Gedanken aufgreift und individuell weiterentwickelt. Etwas, das so ist wie du. Puzzle over you! Dieser Weg war bewusst als offener und vielschichtiger Prozess angelegt, ganz im Sinne der Bedeutungsvielfalt des Begriffs „to puzzle“ für verwirrt und verblüfft sein, aber auch enträtseln und austüfteln.

## Kursverlauf

Da von vornherein klar war, dass die Voraussetzungen in Bezug auf Reflexionsgrad und Dialogfähigkeit sehr unterschiedlich sein würden, war ein der individuellen Entwicklung entsprechender Entfaltungsraum, beispielsweise für individuelle Schwerpunktsetzungen, eingeplant. Die Grundstruktur bestand aus vier Phasen, deren Übergänge fließend gestaltet werden konnten und die sich an klassischen Erkenntnis- und Kreativitätsprozessen orientierten. Außerdem wurden gezielt unterschiedliche Methoden und Techniken eingesetzt, um den verschiedenen Lern- und Wahrnehmungstypen gerecht zu werden.

Roter Faden war dabei die Methode des Fragens, die in der Philosophie eine zentrale Rolle spielt. So ist für manche Philosophinnen und Philosophen erst derjenige Moment, in welchem bis dato fraglos Hingenommenes fragwürdig wird, der Beginn philosophischen Denkens.

### Phase 1: Irritation

*„Aber woher weiß ich überhaupt, dass ich ich bin? Das ist krass!“*

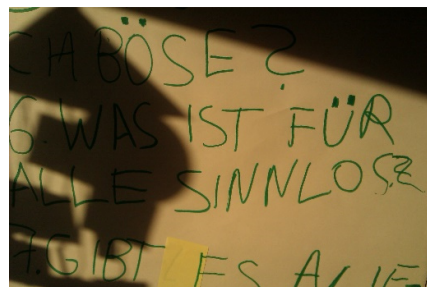


Abb. 1: Fragen ohne Antworten

Der Start war ein direkter und inhaltlich bewusst nicht vorbereiteter Einstieg ins Thema mit der an die Gruppe gestellten Frage „Wer bist du?“ und der Aufforderung, spontan Antworten darauf zu geben. Daran schloss sich ein Interview an, in welchem sich die Jugendlichen jeweils zu zweit gegenseitig interviewten, um sich anschließend – ebenfalls gegenseitig – der Gruppe vorzustellen. In dieser spezifischen Anfangssituation stellten beide Aufgaben für die Meisten eine hohe Herausforderung dar und hatten aufgrund des ungewohnten Settings die Qualität einer kreativen Provokation.

Besonders in der Interviewsituation wurde deutlich, wie hoch der Grad an Konformität war, was die Fragen an das Gegenüber anging. Sie beschränkten sich nahezu ausschließlich auf äußerliche Aspekte wie Alter, Klasse, Lieblingsfächer, Wohnort oder Anzahl der Geschwister. Dies geschah selbst dann, wenn sich ein Interviewpaar bereits kannte und miteinander vertraut war.

Anschließend setzten sich die Jugendlichen mit Max Frischs berühmten Fragebögen<sup>1</sup> auseinander. Aus den Themen Freundschaft, Heimat, Tod oder Glück wurden vorab Fragen ausgewählt, die möglichst viele Anknüpfungspunkte an jugendliche Erfahrungswelten ermöglichen. Beispiele: „Wie alt möchten Sie werden?“, „Was fehlt Ihnen zum Glück?“ oder „Wofür sind Sie dankbar?“

Anhand der Auseinandersetzung mit diesen Fragen konnten die Jugendlichen ein Gespür dafür entwickeln, was eine Frage als solche – emotional und kognitiv – auslösen kann. In lebhaften und häufig stark gefühlsbetonten Gesprächen wurden die unterschiedlichen Reflexionsgrade und Erfahrungshintergründe besonders deutlich, beispielsweise im Zusammenhang mit Frischs Frage „Möchten Sie das absolute Gedächtnis?“

Patrick: *„Ich fände das voll cool.“*

Lydia: *„Aber es wäre schwierig, sich zu verändern.“*

Patrick: *„Ich will mich gar nicht verändern.“*

Lydia: *„Aber wenn du... keine Ahnung... der Holocaust... wenn du den erlebt hast, dann willst du dich nicht an alles erinnern. Vergessen ist manchmal gut.“*

Marlene: *„Vergessen ist Selbstschutz vom Gehirn aus.“*

Lydia: *„Meine Oma hat Demenz. Das ist total süß. Die freut sich fünf Minuten später nochmal über das Eis. Ich finde, das Mittelding, so wie bei uns, das ist gut.“*

Patrick: *„Ich fänds trotzdem cool.“*

Im nächsten Schritt wurde aus diesen Fragen eine Art persönliche Fragenkette entwickelt. Die folgende Fragenkette einer 15Jährigen zeigt repräsentativ, wie es den meisten Jugendlichen gelungen ist, sich Frischs Fragen im wahrsten Sinn des Wortes „zu eigen“ zu machen, indem sie diese aus der distanzierten Sie-Perspektive herausschälten, um sie auf sich selbst zu beziehen. Auf diese Weise konnte auch das Gefühl der Irritation besser angenommen werden.

---

<sup>1</sup> Frisch, Max (1992): Fragebogen. Berlin: Suhrkamp.

„Was fehlt Ihnen zum Glück?“ (Frischs Ausgangsfrage) > „Sind Sie glücklich?“ > „Was ist Glück?“ > „Ist Glück das Gleiche wie Perfektion?“ > „Sind Menschen überhaupt dazu geschaffen, perfekt zu sein?“ > „Führe ich ein perfektes Leben?“ > „Hat das Leben für mich einen Sinn?“

Im Kontext des Kurses gab es naturgemäß keine richtige Antwort, keine einzig „wahre“ Lösung und kein bestimmtes zu erzielendes Ergebnis, das besonders schnell erreicht oder beurteilt werden sollte. Dies war gerade für diejenigen leistungsbereiten und naturwissenschaftlich geprägten Jugendlichen irritierend, die es gewohnt waren, schnell zu begreifen, Ergebnisse zu erzielen und ihre Leistung in einem Noten- oder anderen Bewertungssystem zu messen.

## Phase 2: Öffnung

*„Ich könnte morgen auch einfach ICH 2.0 sein.“*

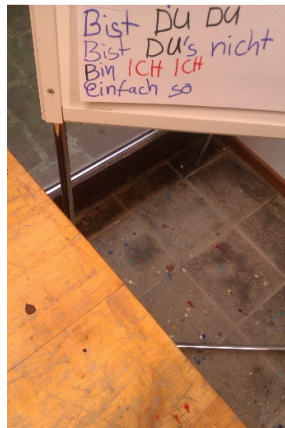


Abb. 2: Das Ich-Gedicht

Diese Phase verfolgte drei Ziele: Erstens eine Erweiterung des Denkhorizonts der Jugendlichen, indem sie sich für spezifisch philosophisch-geisteswissenschaftliche Denkweisen öffnen und dialogische Kommunikationsformen trainieren, zweitens ein Bewusstwerden individueller innerer Bilder und (möglicherweise befremdlicher) Gedanken sowie drittens die Entwicklung literarischer und spezifisch poetischer Möglichkeiten deren Verschriftlichung. Entsprechend waren die Herausforderungen dieser Phase, sich mit identitätsrelevanten Aspekten kognitiv und emotional auseinanderzusetzen, sowie Flexibilität in den eigenen Denkschemata und nicht zuletzt Empathie und Toleranz zu entwickeln.

Ein Beitrag dazu – auch in pädagogischer Hinsicht – war die Vermittlung philosophischer und kommunikativer Grundhaltungen wie: Du darfst deine Meinung äußern. // Du darfst deine Meinung ändern. // Du darfst dich selbst verändern. // Es gibt keine falschen Fragen // Eine Frage kann wertvoller sein als eine Antwort etc.. Diese Haltungen wirkten zunächst auf manche Jugendliche ebenso faszinierend wie irritierend und provozierend, im Laufe der Kurszeit aber immer befreiender.

Als Impulse fungierten unter anderem Zitate klassischer und moderner Philosophinnen und Philosophen wie beispielsweise Michel de Montaignes Überzeugung „*Wir bestehen alle nur aus buntscheckigen Fetzen*“, Judith Butlers „*Wir sind nicht, wir werden*“ oder auch „*Ich bin nicht, was ich bin*“ – ein Zitat aus Shakespeares Othello als gezielte Verbindung zum Theater-Hauptkurs „*Shakespeares Welt*“. Diese Auswahl war geprägt von der Überzeugung, dass es nicht notwendig ist, eine Art jugendkompatible „Zitate-light“-Version anzubieten, sondern im Gegenteil auf die Fähigkeit der Jugendlichen zu vertrauen, auch mit Zitaten, die auf den ersten Blick kryptisch oder schwer zugänglich scheinen, etwas anfangen zu können. Diese Haltung hat sich bewährt, weil erstens am Interesse der Jugendlichen deutlich wurde, sich von diesen Zitaten anregen zu lassen („*Die Zitate waren voll cool*“), und weil zweitens zu diesem Zeitpunkt ihre Fähigkeit bereits stärker ausgeprägt war, diese mit ihrem eigenen Leben gezielt in Verbindung zu setzen.

Im Gegensatz zu manchen Gesprächssituationen, in denen viele Jugendliche stark in ihrem eigenen Meinungs- und somit Selbstbild verhaftet waren, gelang ihnen die direkte Verbindung zu ihrem eigenen Leben vor allem durch die Konzentration auf das Schreiben, da dies offensichtlich eine größere geistige Durchlässigkeit ermöglichte. So entstanden sehr facettenreiche und faszinierende Mischformen, gerade auch im Sinne einer Kombination naturwissenschaftlicher und geisteswissenschaftlicher Ausdrucksweise.

Als Beispiel hier der Text eines 14jährigen Teilnehmers, der die Frage „*Wer bin ich?*“ folgendermaßen beantwortet hat:

*„Die so ziemlich schrägste Frage der Philosophie ist nicht leicht zu beantworten. Ich bins halt. Im Sein bin ich nichts oder nur eine Erbse auf dem Fußballfeld – klein und unscheinbar. (...) Ich bin kein Stein, kein Wassertropfen, bestehe aber aus ähnlichen Teilen. Ich bin Masse, aber doch zu 90% nichts.“*

### Phase 3: Fokussierung

*„Aber was macht mich denn wirklich aus?“*



Abb. 3: Literarische Textarbeit



Der Wahlkurs „Puzzle me!“ war als aktive Denkwerkstatt konzipiert, in der das Denken kein Selbstzweck war und nicht still und monologisch sein sollte, sondern geäußert und somit „veräußert“ werden durfte und sollte, um in einen fruchtbaren Dialog treten zu können. Damit war sowohl der gesprochene Dialog mit Anderen gemeint als auch Schreiben als Form des Dialogs mit sich selbst. Für die dabei entstandenen Texte, Textfragmente, Gedichte oder Stichwortsammlungen gab es bewusst keine Vorgaben zu Inhalten, Textgattungen, Stil oder Länge. Stattdessen wurde diese Offenheit explizit als experimenteller Freiraum vermittelt, der auf individuelle Weise gefüllt werden konnte.

Angeregt durch die Vielfalt der entstandenen Texte konkretisierten die Jugendlichen im Anschluss daran in der ihnen vertrauten Form der Top 10-Listen ihre wesentlichen Fragen „an mich selbst und an die Welt“ auf großen Flipcharts. Diese präzise äußere Form ermöglichte erstens, eine gewisse „Ordnung“ in ihre Gedanken zu bringen, zweitens für diese Gedanken eine kompakte sprachliche Form zu finden und drittens diese auf selbstbewusste Weise sichtbar zu machen.

Neben Fragen, die in sprachlichen Varianten überproportional häufig vorkamen („Wieso bin ich so, wie ich bin?“ // „Könnte ich auch jemand anderes sein?“ // „Was macht mich aus?“) waren besonders solche interessant, bei denen eine spezifisch autobiografische Komponente ebenso zu spüren war wie Originalität und Vielschichtigkeit, beispielsweise „Warum frage ich mich das überhaupt?“, „Bin ich verrückt?“ oder „Lebe ich überhaupt?“.

## Phase 4: Konkretisierung

*„Ich mach das jetzt einfach so, ist mir egal!“*



Abb. 4: Ausprobieren verschiedener  
Umsetzungsmöglichkeiten

Zu diesem Zeitpunkt hatten die Jugendlichen bereits viel Material gesammelt und produziert: Texte, Gedichte, Skizzen, Zeichnungen, alle Arten von Fragmenten. Aber was konnte aus all diesem Material entstehen? In dieser Phase stand das gesteigerte Problembewusstsein im

Hinblick auf das zu zeigende Produkt/Objekt im Vordergrund. Im Gespräch mit der gesamten Gruppe wurden mögliche

Bewertungs- und Qualitätskriterien definiert, um die unterschiedlichen Ideen zu überprüfen. Die Jugendlichen formulierten auf dieser Grundlage ihre eigenen Kriterien: Was ist mir wichtig? Was will ich zeigen? Dabei wurden bereits praktische Aspekte wie benötigtes Material, Zeitaufwand und die konkreten Präsentationsmöglichkeiten vor Ort mitbedacht.

Dieser Prozess der Entscheidungsfindung für die Idee, die weiter ausgeführt und schließlich präsentiert werden sollte, war bei allen Jugendlichen erstaunlich kurz. Wesentlich länger dauerte die Umsetzung der künstlerischen Ausdrucksform. Dabei war die Freude aller und insbesondere der männlichen Jugendlichen deutlich spürbar, nun im klassischen Sinn etwas „tun“ zu können – gerade auch als handwerkliche Ergänzung zu Denken und Schreiben. Entsprechend wurde zum Großteil mit sehr viel Eifer und zeitlichem Einsatz an den Objekten gearbeitet. Die Jugendlichen unterstützten sich in dieser Phase und motivierten sich gegenseitig.

Als positive Entwicklung war zu beobachten, dass sich der anfängliche Wunsch nach vermeintlich richtigen Antworten nun in das Sichtbarmachen von Antwortmöglichkeiten gewandelt hatte. Die Jugendlichen hatten zu diesem Zeitpunkt selbst erfahren, dass es dabei weder um „schönes“ Denken, Schreiben oder um ein besonders spektakuläres Produkt ging, sondern vielmehr um die besondere Authentizität.

## Die Präsentation



Abb. 5 bis 7: Verschiedene Präsentationsformen

Der geschützte Rahmen des Kurses musste nun gegen den offenen Präsentationsraum getauscht werden. Der Dialog innerhalb der Gruppe würde sich entsprechend in einen Dialog mit der Außenwelt erweitern und das entwickelte Objekt würde sich hier bewähren müssen. Die gerade erst entwickelte Authentizität war bei manchen Jugendlichen allerdings noch verletzlich. Was würde bei der Konfrontation mit der Außenwelt passieren? Hinzu kam, dass die beiden Präsentationsorte Galerie und Treppenhaus architektonisch offene Räume waren, was das Thema auf passende Weise spiegelte, den Jugendlichen allerdings noch mehr Mut abverlangte, sich dieser Situation im wahrsten Sinne des Wortes schutzlos auszusetzen.

Speziell im Zusammenhang mit den eigenen Eltern war diese Situation durchaus ambivalent. Vorfreude wechselte sich ab mit Gefühlen von Peinlichkeit oder einer Art mutigem Trotz. Tatsächlich waren manche Eltern sichtlich erstaunt und haben dies auch zum Ausdruck gebracht. Dies waren die Fragen und Gedanken ihres Kindes? Zum Teil wurde das sogar spontan bezweifelt, dann verblüfft zur Kenntnis genommen, um schließlich aber immer in Freude und Stolz zu münden. Durch diese Präsentation lernten einige Eltern ganz offensichtlich eine neue Facette der Identität ihres Kindes kennen.

Für die Jugendlichen war es ein besonderes „Aha-Erlebnis“, wenn nun ihre Eltern zum Teil auf eine Art und Weise reagierten, wie sie es selbst am ersten Tag getan hatten, beispielsweise, indem sie fragten, wo denn die Antworten seien? Auf diese Weise konnten der Kurs im Allgemeinen und die Präsentation im Besonderen dazu beitragen, die Kommunikation zwischen den Jugendlichen und ihren Eltern zu fördern.

## Präsentationsformen

**Passive Präsentationsformen waren:** Objekte, die für sich allein stehen, konnten betrachtet werden und sollten wirken. Dabei handelte es sich beispielsweise um Bilder auf Stoff, um riesige Plakate oder eine beschriebene Steinsammlung. Auffallend war, dass diese klassische „Museums-Variante“ nur selten gewählt wurde, was auch das Interesse der Jugendlichen am Dialog, an besonderen Ausdrucksformen sowie am Wunsch, Einfluss auf die Rezeption zu nehmen, verdeutlicht.

**Aktive Präsentationsformen:** Objekte, die dazu einluden, angefasst, gelesen oder bearbeitet zu werden – von sorgfältig fadengehefteten kleinen Büchern über Themen-Mobiles und Puzzleteilen, die eigenhändig zusammengesetzt werden durften, bis hin zu einem sehr differenziert konstruierten Pappkarton (Abb. 5), der aus aufgeklebten Fragen bestand, anhand derer man sich immer tiefer in die eigene Identität hineinarbeiten konnte.

**Interaktive Präsentationsformen:** Die Jugendlichen waren selbst Teil der Präsentation, beispielsweise, indem sie die Besucherinnen und Besucher dazu aufriefen, Gedanken auf einen Spiegel zu schreiben und somit ebenfalls Teil des Produkts zu werden, bis hin zu performativen Formen wie ein inszenierter Psychotest, bei welchem eine freiwillige Person befragt wird (Abb. 6).

## Ausblick

*„Ich glaube, dass wir uns unterbewusst damit weiter beschäftigen.“*

Bereits bei der konkreten Vorbereitung zur Präsentation wurde deutlich, dass die Jugendlichen sich mit der Frage beschäftigten, was sie – im doppelten Sinn des Wortes – aus diesem Kurs „mitnehmen“ würden.

Folgende Aussagen stehen repräsentativ für Haltungen, die sich im Laufe des Kurses entwickelt und gefestigt haben:

*„Aber die Gedanken bleiben. Die kann ich mitnehmen.“*

*„Ich fands toll, dass nichts falsch war. Dass man alles sagen konnte. Anders als in der Schule, da ist immer was falsch und falsch und falsch...“*

Ein Jugendlicher, der sich immer wieder mit der Frage beschäftigt hatte, ob das Schicksal vorherbestimmt oder aber im Gegenteil beeinflussbar sei, meinte abschließend: *„Wir haben unser Schicksal jetzt verändert. Das kann ich behaupten.“* Und eine Jugendliche ergänzte: *„...weil wir auch unser Unterbewusstsein erweitert haben.“*

So hat diese Werkstatt ihr Ziel erreicht, etwas in Denk- und Schreibfluss zu bringen, das im Idealfall auch über den konkreten Akademiezeitraum hinaus seine Wirkung entfalten wird – als gezielt gesetzte Impulse: kleine Teilstücke im großen Identitäts-Puzzle der Jugendlichen. Puzzle them!

## Autorinnen



Kursleitung: Sandra Miriam Schneider Dipl. Kultur- und Literaturwissenschaftlerin, Systemischer Coach, Dozentin für Literarisches und Kreatives Schreiben, Schreibcoach, Kreativitätstrainerin und Theaterautorin. Gründerin und Leiterin der Literaturschneiderei Berlin. [www.literaturschneiderei.de](http://www.literaturschneiderei.de)

Assistenz: Juschka Dirr, Lehramtsstudentin an der Goethe-Universität Frankfurt

3.

# Über die Akademie

# Vielfalt frei gestalten - die kursübergreifenden Angebote

Birthe Anne Wiegand und Niklas Wulff

Das diesjährige kursübergreifende Angebot der Mittelstufenakademie hatte das Ziel, sowohl einen unverbindlichen Austausch zwischen Schülern außerhalb der Kurse, als auch einen Ausgleich zu den (eher) zielorientierten Haupt- und Wahlkursen zu bieten. Die Angebote können grob in drei Kategorien eingeteilt werden: Jene, die eher körperorientiert waren (Jonglage, Ki-Aikido, Badminton, Yoga, Walken/Joggen), jene, die sich im weitesten Sinne mit musisch-kulturellen Inhalten beschäftigten (Kontratanz, Maskenbau, Schreib-Yoga, musikalische Improvisation, Kammermusik) und sonstige Unterhaltungsangebote (Gruppenspiele wie Werwolf, Power-Point-Karaoke, Maskenball). Da diese Dokumentation nur einen Ausschnitt der Angebote darstellen kann, soll das interdisziplinäre Projekt „Maskenball“, inklusive der vorbereitenden Angebote Maskenbau und Kontratanz skizziert werden.

Die Idee des diesjährigen Maskenballs war es, den Schülern ein Forum anzubieten, bei dem sie sich außerhalb des regulären Kursalltags in ausgelassener Atmosphäre treffen konnten. Der Maskenball wurde am letzten Abend vor dem Präsentationstag angeboten und sollte einen Bogen über die gesamte Akademie spannen. Spielerisch wurden die Ergebnisse der kursübergreifenden Angebote „Maskenbau“ und „Kontratanz“ (s.u.) in einem lockeren Rahmen, in dem die Schüler selbst Musik aussuchen und feiern konnten, zusammengeführt.

## Kontratanz

Kontratanz ist ein Gesellschaftstanz, der seine Ursprünge im England des 17. und 18. Jahrhunderts hat. Das bekannteste Grundwerk „English Dancing Master“ von John Playford stammt aus dem Jahre 1650 und enthält eine Vielzahl unterschiedlicher Tanzweisen und Tanzbeschreibungen. Kontratanz wird in Paaren getanzt, wobei mehrere Paare zusammen an einem Tanz teilnehmen. Die Tänze werden instrumental begleitet – diese Funktion übernahm auf der diesjährigen Akademie Birthe Anne Wiegand mit der Querflöte. Es existieren unterschiedliche Kontratanz-Grundaufstellungen: Bei Gassentänzen stellen sich die Paare zu einer langen Reihe hintereinander auf. Es werden Vierecke zu je zwei Paaren aus einem ersten und

einem zweiten Paar gebildet. Während des Tanzes gibt es einen Fortschritt, so dass die ersten Paare im Laufe des Tanzes nach unten wandern, während die zweiten Paare hinaufwandern. Bei Tänzen im Carré stehen vier Paare auf den vier Seiten eines gedachten Quadrats. Hierbei existieren eine erste und eine zweite Achse, die die Reihenfolge der durchgeführten Figuren bestimmen.

Auf der Mittelstufenakademie 2013 wurden an drei abendlichen Einheiten die Tänze „Blaue Bohnen“, „Sweet Rosie Red“ als einfache Einstiegstänze und „Newcastle“ als anspruchsvollerer Tanz für besonders Interessierte einstudiert und getanzt. Für die Abschlusspräsentation wurden Sweet Rosie Red und Newcastle vorbereitet.

Den Jugendlichen bereitet der Kontratanz großen Spaß. Er schult ihr räumliches Vorstellungsvermögen und fördert die Gruppenzusammengehörigkeit. Außerdem bietet er einen Rahmen ungezwungener Kommunikation und Nähe, die die Grenze persönlicher Intimität nicht überschreitet, aber eine Spannung erzeugt, die förderlich ist. Durch den ständigen Wechsel verschiedener Paarkombinationen lernen sich die Jugendlichen auf ungezwungene Weise kennen.

## Maskenbau

Im Rahmen der Abendgestaltung und auch – vor allem gegen Ende der Akademie – in den Mittagspausen haben wir an der zweiten unerlässlichen Komponente eines Maskenballs gearbeitet: den Masken selbst. Das Angebot war als offene Werkstatt gestaltet, sodass die Schüler jederzeit dazukommen oder auch gehen konnten. Das führte nicht nur dazu, dass nicht zehn Schüler gleichzeitig die besonders gut schneidende Schere benutzen wollten, sondern machte es auch möglich, den Maskenbau mit anderem Abendprogramm zu vereinbaren, und förderte langfristig den Erfahrungsaustausch unter den Teilnehmern. Schnell wurde klar, dass das Entwerfen einer Maske genauso viel Zeit brauchte wie das eigentliche Erstellen – vor allem, wenn man nicht immer wieder fehlgeschlagene Exemplare aus dem zwar reichlich, aber eben doch nur endlich vorhandenen Grundmaterial Tonkarton produzieren wollte. War dann der Grundriss zur Zufriedenheit gelungen, verzierten wir die Masken mit Federn, Perlenstiften, Acrylfarbe, Glitzer, weiterem Tonkarton und vielem mehr.

Besonders bemerkenswert war dabei, dass das Geschlechterverhältnis unter den aktiven Teilnehmern entgegen der anfänglichen Erwartung ausgeglichen war – auch wenn in den meisten Fällen die Mädchen den stärkeren Drang zum Perfektionismus hatten und mehr Begeisterung zeigten, für nicht ganz so Bastelfreudige eine weitere Maske zu erstellen. So herrschte bald ein reges Stellenangebot von „Ich will noch eine Maske machen! Wer hat noch keine?“.

Das Ergebnis am Abend des Balles war bunt gemischt, ein tolles Gemeinschaftswerk, und mehr als nur beeindruckend.

# Programm des Gästenachmittags 2013

## Präsentation Schwerpunkt Hauptkurse

- 14.00 Akademie-Chor
- 14.05 Grußworte: Prof. Dr. Wolf Aßmus, 1. Vorsitzender Trägerverein BURG FÜRSTENECK e.V. und 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
- 16.00 Kontratanz »Newcastle«
- 16.10 Kaffee und Kuchen
- 17.00 Kontratanz »Sweet Rosie Red«

## Präsentation Schwerpunkt Wahlkurse

- 17.15 Geführte Werkstattbesuche durch die Wahlkurse

## Akademieabschluss

- 18.00 Abschluss: Grußwort von Marion Luser (Geschäftsführende Direktorin BURG FÜRSTENECK), Übergabe der Zertifikate, Chor, Verabschiedung
- 18.45 Buffet



# Akademiestruktur

Anreisetag Sonntag, 13.10.	Uhrzeit	Montag, 14.10.	Dienstag, 15.10.	Mittwoch 16.10.	Donnerstag, 17.10.
<p>Bitte Anreisezeiten unbedingt einhalten!</p> <p><b>Anreise ab 15 Uhr</b></p> <p>Zimmerbelegung bis 16:45 Uhr</p> <p><b>ab 17 Uhr:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrüßung in der Burghalle</li> <li>• Organisation und weitere Infos</li> <li>• Burgrallye</li> </ul> <p>19 Uhr: Abendessen</p> <p>ab 19:30 Uhr:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernspiele</li> <li>• Vorstellung der Haupt- und Wahlkurse</li> <li>• Einstimmungschor</li> </ul>	<b>07:45</b>	Frühstück	Frühstück	Frühstück	Frühstück
	<b>08:30 – 08:55</b>	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle
	<b>09:00 – 12:00</b>	<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>
	<b>12:15</b>	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen
	<b>14:00 – 14:15</b>	ab 13 Uhr: <b>KüAs, Sport&amp;Bewegung</b> <b>Wahlkurs I</b>	ab 13 Uhr: <b>KüAs, Sport&amp;Bewegung</b> <b>Wahlkurs I</b>	ab 13 Uhr: <b>KüAs, Sport&amp;Bewegung</b> <b>Wahlkurs I</b>	ab 13 Uhr: <b>KüAs, Sport&amp;Bewegung</b> <b>Wahlkurs I</b>
	<b>17:15</b>	inkl. 30 Minuten Pause für Kaffee & Kuchen	inkl. 30 Minuten Pause für Kaffee & Kuchen	inkl. 30 Minuten Pause für Kaffee & Kuchen	inkl. 30 Minuten Pause für Kaffee & Kuchen
	<b>17:30 – 18:30</b>	<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>
	<b>18:30 – 19:55</b>	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung	Abendessen und Pause / Teamsitzung
	<b>20:00 – 21:00</b>	<b>Kursübergreifende Aktivitäten</b>	<b>Kursübergreifende Aktivitäten</b>	<b>Kursübergreifende Aktivitäten</b>	<b>Kursübergreifende Aktivitäten</b>
	<b>ab 21:00</b>	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall
<b>ab 22:00</b>	Nachtruhe	Nachtruhe	Nachtruhe	Nachtruhe	Nachtruhe

Freitag, 18.10.		Samstag, 19.10.		Sonntag, 20.10.		Montag, 21.10.		Uhrzeit		Präsentation Dienstag, 22.10.	
Frühstück			Frühstück	Frühstück	Frühstück			07:45			<ul style="list-style-type: none"> <li>Frühstück</li> <li>Zimmerräumung</li> <li>Schlüsselabgabe</li> <li>08:30 Plenum</li> </ul>
gemeinsames Morgenplenum in der Halle		<b>langes Frühstück</b> bis 08:55 Uhr	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle	gemeinsames Morgenplenum in der Halle			08:30 – 08:55			<ul style="list-style-type: none"> <li>09:00 – 10:00 <b>Wahlkurs II</b></li> <li>10:15 – 12:30 <b>Hauptkurs</b></li> <li>Getränkeabrechnung</li> <li>12:30 Mittagessen, danach Vorbereitung Werkstattbesuche</li> </ul>
<b>Hauptkurs</b>		<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>			09:00 – 12:00			<ul style="list-style-type: none"> <li>12:15 – 14:00 <b>Hauptkurs</b></li> <li>14:00 <b>gemeinsamer Chor</b></li> <li>14:15 – 17:15 <b>Wahlkurs II</b></li> </ul>
Mittagessen		Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen	Mittagessen			12:15 – 14:00			<ul style="list-style-type: none"> <li>14:00 – 14:30 Grußworte Halle</li> <li>14:45 – 16:00 Werkstattbesuche in den Hauptkursen</li> <li>16:00 – 16:45 Kaffee und Kuchen</li> <li>16:45 – 18:15 Werkstattbesuche in den Wahlkursen</li> <li>18:15 – 18:45 Verabschiedung in der Halle</li> </ul>
kein KüA-Angebot		12:45 – 15:15 <b>Sport-Turnier</b> incl. Kaffee & Kuchen	13 – 14 Uhr: <b>gemeinsamer Chor</b>	13 – 14 Uhr: <b>gemeinsamer Chor</b>	13 – 14 Uhr: <b>gemeinsamer Chor</b>			14:00			
<b>Wahlkurs II</b>		15:30 – 17:30 <b>Wahlkurs II</b>	<b>Wahlkurs II</b>	<b>Wahlkurs II</b>	<b>Wahlkurs II</b>			14:15 – 17:15			<b>Gästenachmittag</b>
inkl. 30 Minuten Pause für Kaffee & Kuchen		inkl. 30 Minuten Pause für Kaffee & Kuchen	inkl. 30 Minuten Pause für Kaffee & Kuchen	inkl. 30 Minuten Pause für Kaffee & Kuchen	inkl. 30 Minuten Pause für Kaffee & Kuchen			17:15			
<b>Hauptkurs</b>		<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>	<b>Hauptkurs</b>			17:30 – 18:30			
Abendschl. Vorbereitung WK I		Abendschl. Vorbereitung WK I und Pause / Teamsitzung	Abendschl. Vorbereitung WK I und Pause / Teamsitzung	Abendschl. Vorbereitung WK I und Pause / Teamsitzung	Abendschl. Vorbereitung WK I und Pause / Teamsitzung			18:30 – 19:25			
20 – 21 Uhr: <b>Werkstattbesuche WK I</b>		19:30 – 21:30 <b>Werkstattbesuche in den Hauptkursen</b>	<b>Kursübergreifende Aktivitäten, Solo-Chor</b>	<b>freier Abend</b>	<b>freier Abend</b>			19:30 – 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	geselliger Ausklang in Halle, Torbau, Marstall			ab 21:00			
Nachtruhe		Nachtruhe	Nachtruhe	Nachtruhe	Nachtruhe			ab 22:00			ab 19 Uhr Buffet und Abreise

# Schüler klären Verbrechen auf

Kurs der Schülerakademie befasst sich mit Kriminalbiologie

## FÜRSTENECK

Zum dritten Mal fand die Hessische Schülerakademie auf Burg Fürsteneck statt. 60 Mittelstufenschüler aus ganz Hessen waren für zehn Tage ins Hünfelder Land gekommen, um gemeinsam zu lernen.

Von unserem Redaktionsmitglied  
**CHRISTIANE HARTUNG**

Einzelne Zähne, ganze Gebisse und Schädelknochen liegen auf dem Tisch. Louisa Kate Paterson (13) aus Unterhau kennt keine Berührungssängste und erklärt, was sich daran ablesen lässt. Zusammen mit Sophia Katsiki (13) aus Frankfurt, Philipp Heering aus der Nähe von Wetzlar und anderen Teilnehmern des Biologiekurses der Hessischen Schülerakademie, die zum dritten Mal auf Burg Fürsteneck stattfand, begab sich die Unterhauerin auf Spurensuche.

Gemeinsam tauchten sie für zehn Tage in die Welt der Kriminalbiologie ein. Dabei lernten sie anhand fiktiver Mord- und Verbrechen szenarien die Analysetechniken der Wissenschaftler kennen. Sie erstellten Kieferabdrücke, analysierten menschliche DNA anhand der Gelelektrophorese, verglichen Haarproben und ordneten Fingerabdrücke zu. Am letzten Tag der Schülerakademie stellten die Nachwuchs-Kriminalbiologen ihren Eltern das Gelernte vor.

Insgesamt 60 Schüler im Alter zwischen 13 und 15 Jahren



Kursteilnehmerin Louisa Kate Paterson erklärt den Besuchern der Schülerakademie das menschliche Gebiss.  
Foto: Christiane Hartung

aus ganz Hessen hatten den Weg nach Fürsteneck gesucht, um dort in einer ganz anderen Umgebung zu lernen. Neben fünf Hauptkursen, standen den Jugendlichen auch eine Vielzahl an Wahlkursen zur Verfügung. Ziel der Akademie ist die vertiefende Auseinandersetzung mit fachwissenschaftlichen Aspekten, sowie die Förderung logischen Denkens, von Kreativität und Selbstverantwortung.

In Chemie gingen die Schüler der Frage nach, welche Nah-

rungsmittel welche Nährstoffe enthalten. Rund um Konstruktion und Perspektiven unserer Welt ging es in Mathematik. Wie Wärmeenergie transportiert wird war eine der zentralen Fragen im Physikurs, der sich mit Planung, Bau und Optimierung von Energiesparhäusern beschäftigte. Im fünften Hauptkurs, der Kunst und Kultur, ging es rund um Shakespeares Welt, aus der sie ausgewählte Szenen auf der Bühne präsentierten.

Die Spannweite bei den Wahlkursen reichte vom afrikanischen Trommeln über digitale Fotografie bis zur Jonglage und der Literaturwerkstatt. Weitere Freizeitaktivitäten, wie beispielsweise Kontretanz, wurden ebenfalls angeboten. „Dass ich Jonglieren lerne, daran hätte ich fast nicht geglaubt“, berichtet Sophia Katsiki. Neben Biologie hatte sie Jonglage und digitale Fotografie gewählt. „Als ich herkam kannte ich niemanden, nun habe viele neue Freunde gefunden“, sagt die Frankfurterin.

# Gruppenfoto



# Schirmherrin: Frau Kultusministerin Nicola Beer

Weitere Informationen:

BURG FÜRSTENECK, Telefon: 06672-92020, [www.hsaka.de](http://www.hsaka.de)

Die Akademie wird gefördert von

