

Hessische Schülerakademie 2019

OBERSTUFE



Dokumentation

28.7. – 9.8.2019

veranstaltet von:
Goethe-Universität Frankfurt am Main

Hessische Lehrkräfteakademie

Hessische Heimvolkshochschule
BURG FÜRSTENECK

Schirmherr: Kultusminister Prof. Dr. Alexander Lorz

15. Hessische Schülerakademie

Oberstufe

28. Juli – 9. August 2019

– Lehreraus- und Weiterbildung –

Dokumentation

Herausgegeben von

Cynthia Hog-Angeloni, Peter Gorzolla
und Gregor Angeloni

Eine Veröffentlichung der

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

Am Schlossgarten 3
36132 Eiterfeld

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



Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International (CC BY-SA 4.0)

Dies ist eine allgemeinverständliche Zusammenfassung der Lizenz (die diese nicht ersetzt).

Sie dürfen:

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

Bearbeiten — das Material remixen, verändern und darauf aufbauen und zwar für beliebige Zwecke, sogar kommerziell.

Unter folgenden Bedingungen:



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



Weitergabe unter gleichen Bedingungen — Wenn Sie das Material remixen, verändern oder anderweitig direkt darauf aufbauen, dürfen Sie Ihre Beiträge nur unter derselben Lizenz wie das Original verbreiten.

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

Hinweise:

Sie müssen sich nicht an diese Lizenz halten hinsichtlich solcher Teile des Materials, die gemeinfrei sind, oder soweit Ihre Nutzungshandlungen durch Ausnahmen und Schranken des Urheberrechts gedeckt sind.

Es werden keine Garantien gegeben und auch keine Gewähr geleistet. Die Lizenz verschafft Ihnen möglicherweise nicht alle Erlaubnisse, die Sie für die jeweilige Nutzung brauchen. Es können beispielsweise andere Rechte wie Persönlichkeits- und Datenschutzrechte zu beachten sein, die Ihre Nutzung des Materials entsprechend beschränken.

Die **ISBN-Nummer** dieser Publikation ist **978-3-910097-36-0**. Sie ist bei einer Verwendung anzugeben.

Der Abdruck einiger Grafiken erfolgt gemäß den von den Urhebern bestimmten Lizenzbedingungen. Die Rechte an diesen Grafiken werden durch die vorliegende Lizenz nicht berührt.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | Vorwort | 3 |
| 2 | Grußwort | 5 |
| 3 | Handreichung zum Lesen der Dokumentation | 7 |
| 4 | Mathematik: Ebene Algebraische Kurven | 8 |
| 4.1 | Antike algebraische Kurven | 8 |
| 4.2 | Kegelschnitte | 11 |
| 4.3 | Algebra versus Geometrie | 13 |
| 4.4 | Singularitäten und Schnittverhalten | 16 |
| 4.5 | Singularitäten | 17 |
| 4.6 | Nullstellensatz & Resultante | 18 |
| 4.7 | Satz von Bézout | 20 |
| 5 | Physik der Atmosphäre | 22 |
| 5.1 | Das Ideale und das Reale Gas | 22 |
| 5.2 | Wasserdampf und Feuchte in der Atmosphäre | 24 |
| 5.3 | Luftfeuchte, Wolken, Niederschlag | 26 |
| 5.4 | Sonnenspektrum und Strahlungsgesetze | 28 |
| 5.5 | Spurengase und Treibhauseffekt | 30 |
| 5.6 | Corioliskraft und geostrophische Winde | 32 |
| 5.7 | Globale Zirkulation | 33 |
| 5.8 | Aerosole | 35 |
| 5.9 | Das Ozonloch | 36 |
| 5.10 | Optik der Atmosphäre | 38 |
| 6 | Querfeldein durch die Philosophie | 40 |
| 6.1 | Martin Heidegger | 40 |
| 6.2 | Max Horkheimer | 41 |
| 6.3 | Die Denker der Stoa und Epikur | 42 |
| 6.4 | Aristoteles | 43 |
| 6.5 | Friedrich Nietzsche I | 44 |
| 6.6 | Friedrich Nietzsche II | 45 |
| 6.7 | René Descartes | 46 |
| 6.8 | David Hume | 48 |
| 6.9 | Ludwig Wittgenstein I | 49 |
| 6.10 | Ludwig Wittgenstein II | 50 |
| 6.11 | Theaterstück | 51 |
| 7 | Geschichte: Faked News und Alternative Facts | 56 |
| 7.1 | Zur Einführung | 56 |
| 7.2 | Geschichtsfälschung | 57 |
| 7.3 | Geschichtsklitterung | 60 |
| 7.4 | Invented Tradition | 62 |
| 7.5 | Nationalmythen | 65 |
| 7.6 | Lügenpresse | 68 |
| 8 | Musisch-kulturelles Angebot | 72 |
| 9 | Informationen zum Sozialfonds | 75 |
| 10 | Teilnehmende | 77 |

1 Vorwort

Kaum ein Name ist so eng mit dem „Projekt HSAKA“ verbunden wie der von Wolf Aßmus: Seit der ersten Hessischen Schülerakademie für die Oberstufe im Jahre 2004 ist er als Leiter des Physik-Kurses dabei; die Gründung der Mittelstufenakademie 2011 wurde von ihm tatkräftig unterstützt und gefördert; einen Sitz im Kuratorium hat er ebenso übernommen wie das Amt des Ersten Vorsitzenden des Trägervereins von Burg Fürsteneck – der inzwischen pensionierte Professor für Festkörperphysik verkörpert geradezu die Idee vom „Un-Ruhestand“. Wer mag es ihm da verübeln, wenn Wolf beschließt, im nächsten Sommer mal mehr Zeit mit seinen Enkeln zu verbringen, statt auf die Burg zu fahren? Weil es daher 2020 zum ersten Mal eine Oberstufenakademie ohne Wolf und ohne Physik-Kurs geben wird (stattdessen Philosophie *und* Informatik), haben wir auf der vergangenen Akademie die Gelegenheit genutzt, Wolf für 15 Jahre Schülerakademie zu danken. Genauer gesagt: für 15 Jahre, 16 Fachkurse in Physik (15 auf der Oberstufenakademie und einer bei der Mittelstufe), 15 kursübergreifende Naturkunde-Angebote, für die Betreuung Dutzender Studierender und weit über 200 Schüler*innen, für unzählige gemeinsame Aha-Erlebnisse und humorvolle Geschichten, für unermüdliches Engagement und geduldigen Beistand – und nicht zuletzt für viele, viele Liter Speiseeis. Unsere Dankbarkeit wollen wir hier mit allen Leser*innen dieser Dokumentation teilen.

Dass Wolf Aßmus die Liste der häufigsten Fachkursleitungen anführt und auch bei den kursübergreifenden Angeboten nur hinter Volker Kehl und Wolfgang Metzler auf Platz 3 liegt – das sind statistische Fun-Facts, die man auf der neuen Website der Hessischen Schülerakademie nachlesen kann. Neben den notwendigen und naheliegenden Informationen zu aktuellen Ausschreibungen, Teilnahmebedingungen, Bildungskonzepten und Kooperationspartnern, die man dort natürlich auch findet, haben wir zudem eine Menge bunter Inhalte eingestellt, die zum spielerischen Blick in die vergangenen 15 Jahre Schülerakademie einladen. Wir wollen damit nicht nur die vielen beteiligten Menschen für ihr Engagement ehren, sondern auch die kulturelle Vielfalt der Bildungsangebote deutlich machen, die neben der Intensität und Wissenschaftsorientierung in den Fachkursen schon immer die Schülerakademie ausgemacht haben: von A wie Akrobatik bis Z wie Zeitung, von Experimenteller Archäologie, Yoga und Papierfaltkunst über Polnisch oder Chinesisch bis zu Gender Awareness, Blogging und Elektronischer Musik.

In den kommenden Jahren soll auf *www.hsaka.de* aber noch ganz anderes zu finden sein: In Fortführung der konzeptionellen Entwicklungsarbeit auf den Vorbereitungsseminaren werden wir 2020 gemeinsam mit Kursleitungen und Studierenden die ersten Schritte zu einer Modernisierung des *Formats* jener Veröffentlichung planen, von der Sie hier ein Exemplar in Händen halten – oder vielleicht ohnehin schon als PDF lesen: Wir reden von der Dokumentation. Dass wir für die Dokumentation unserer Arbeit auf der Schülerakademie mehr Reichweite erlangen wollen und dass dafür ein digitales Konzept nötig ist, erscheint schon länger klar. Ebenso klar ist aber auch, dass sich eine Reihe von Bildungsinstitutionen seit geraumer Zeit erkennbar schwer tun mit der Frage, wie *genau* eine Dokumentation im Zeitalter des digitalen Übergangs aussehen könnte. Wir werden uns daher Zeit lassen und den Weg der Digitalisierung hier langsamer gehen, als wir es beispielsweise in der Kursarbeit tun.

Schließlich hat ein gelungenes Druckwerk – insbesondere dann, wenn es auf der visuellen Ebene punkten kann – einiges für sich. Hier empfehlen wir Ihnen die 2019 erschienene Dokumentation des Symposiums *Kulturelle Bildung auf dem Weg*, über das wir bereits im Vorwort der letztjährigen Dokumentation berichtet haben. Diese Publikation erachten wir als gelungen, da sie nicht nur über die behandelten Inhalte berichtet, sondern auch die Vielfalt der Workshops, Vorträge und Diskussionen durch heterogene Beitragsformate, großformatige Fotografien und Reproduktion der *Graphic Recordings* aller Veranstaltungen sichtbar zu machen versucht. Die damit verbundene Absicht, ein *Ereignis* einzufangen und *Erfahrungen* ein Stück weit nachvollziehbar zu machen, ist etwas, was wir in Zukunft auch bei der Dokumentation der Schülerakademien stärker berücksichtigen wollen.

Dies gilt umso mehr, als Mittel- und Oberstufenakademie im kommenden Jahr ein neues Veranstaltungsformat ausprobieren: Die sog. *Projekte* sollen allen Teilnehmenden Freiräume bieten für interdisziplinäres, informelles und flexibles Arbeiten, in einer Mischung aus Anleitung und Selbstorganisation, aus vorbereiteten Impulsen und spontanem Entstehen. Wir sind schon sehr gespannt darauf, wie sich diese strukturelle Veränderung im Härtetest des nächsten Sommers bewähren wird – und was wir dementsprechend in der Dokumentation 2020 darüber zu berichten haben werden!

Bis es soweit ist, möchten wir Ihnen aber erst einmal diese aktuelle Dokumentation der *Hessischen Schülerakademie für die Oberstufe 2019* anempfehlen. Und uns bleibt nur, allen Menschen, die diese Akademie und deren Dokumentation ermöglicht haben, für ihre Begeisterung, ihr Engagement und ihre tatkräftige Hilfe unseren herzlichsten Dank auszusprechen.

Frankfurt am Main, im Januar 2020
Peter Gorzolla, Cynthia Hog-Angeloni und Gregor Angeloni

PS: Die Dokumentation *Kulturelle Bildung auf dem Weg* können Sie als Webfassung unter dem Link <http://www.burg-fuersteneck.de/symposium2018> herunterladen oder als Print kostenlos über die Akademie Burg Fürsteneck beziehen: Schreiben Sie einfach an Frau Herr unter herr@burg-fuersteneck.de.

2 Grußwort



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

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

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

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

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

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

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

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

Claudia Wulff
Vorsitzende des Kuratoriums der
Hessischen Schülerakademien

3 Handreichung zum Lesen der Dokumentation

Liebe Leser*innen,
unter dem Begriff der „Dokumentation“ können zugegebenermaßen sehr unterschiedliche Inhalte und Formate gefasst werden. Wir erlauben uns daher, Ihnen mit ein paar erklärenden Worten eine Handreichung zum Lesen dieser Dokumentation darzubieten.

Die Dokumentation beinhaltet neben einigen rahmenden Bestandteilen (wie z.B. Grußworten) im Wesentlichen Texte zur Kursarbeit. Dabei beschränken sich jene zu den musisch-kulturellen Kursen auf Eindrücke von der gemeinsamen Arbeit der Lehrenden und Lernenden, während das Hauptaugenmerk – bereits offenkundig am Umfang erkennbar – auf den Fachkursen liegt.

Die Teilnehmer*innen an der Oberstufenakademie wählen in ihren Fachkursen bereits im Vorfeld aus einem auf Grundlage des Sitzungskonzepts entwickelten Angebot individuelle Themen aus, die sie gemeinsam mit ihren studentischen Betreuer*innen für die Sitzungen im Sommer auf- und vorbereiten. Im Anschluss an die Sitzungen entstehen – wieder gemeinsam mit den Betreuer*innen – die Dokumentationsbeiträge. Folglich stellen diese keine Protokolle oder gar didaktische Anleitungen dar, sondern sind als Produkte einer länger währenden inhaltlichen Auseinandersetzung der Schüler*innen mit „ihrem“ Thema zu lesen. Über die eigene Vorbereitung hinaus berücksichtigen sie die Ergebnisse der Diskussionen auf der Schülerakademie, können aber genauso gut auch in der Vorbereitung erarbeitete Aspekte thematisieren, die in der Sitzung nicht oder nicht vertieft behandelt werden konnten.

Form und Format der Dokumentationsbeiträge können sich von Kurs zu Kurs unterscheiden, weil sie von Fachkultur und gewähltem Kurskonzept abhängig sind. In der Folge lesen sich die Texte auch durchaus unterschiedlich: manche etwa wie wissenschaftliche Handbuch-Einträge, andere vielleicht eher wie fachliche Reflexionen über Bedeutung und Umfang des Themas. Innerhalb eines Kurses jedoch sind Form und Stil weitestgehend vereinheitlicht, und das nicht nur, um einem gemeinsamen Kurskonzept Rechnung zu tragen: Das Schreiben im jeweils gültigen Format stellt eine der Herausforderungen dar, mit denen sich die Teilnehmer*innen auf der Akademie konfrontiert sehen – und deren Bewältigung ist eine Gemeinschaftsaufgabe des ganzen Kurses. Ob die Texte in Einzelbetreuung, in Feedbackgruppen oder gar in kleinen Schreibwerkstätten produziert werden, sie durchlaufen in jedem Fall einen mehrstufigen Erarbeitungsprozess, der von den Schüler*innen über die studentischen Betreuer*innen bis zu den Kursleiter*innen führt. Dabei haben letztere Gruppen wiederum eigene Entwicklungsaufgaben zu erfüllen: Die Betreuer*innen unterstützen nicht nur den Schreibprozess ihrer Schüler*innen direkt und vor Ort, sie müssen diese Individualleistungen dann auch inhaltlich und stilistisch in das von den Kursleiter*innen gestaltete und verantwortete Gesamtkonzept der jeweiligen „Kursdokumentation“ einpassen.

Das Ergebnis dieser Gemeinschaftsleistung dokumentiert also sowohl individuelles wie gemeinschaftliches Arbeiten. Die Prozessorientierung steckt aber in der Entstehung der Texte, nicht in ihrer Darstellung: Diese ist auf die Themen selbst fokussiert und soll damit durchaus auch Möglichkeiten eröffnen, inhaltliche Impulse in einen didaktischen Raum (wie z.B. Schule oder universitäre Lehrerbildung) zu geben.

Peter Gorzolla & Cynthia Hog-Angeloni

4 Mathematik: Ebene Algebraische Kurven

Echte Mathematik hat Kurven! Und eben um solche ging es im Mathematikkurs. Ebene Kurven lassen sich besonders elementar untersuchen und werden durch (nicht-konstante) Polynome in zwei Variablen definiert. Es wurden verschiedene Eigenschaften solcher Kurven diskutiert, z.B. ob man sie in unabhängige Komponenten zerlegen kann und was es für sie bedeutet, in einem Punkt nicht glatt zu sein. Schließlich haben wir uns mit dem Schnittverhalten, also den gemeinsamen Punkten zweier glatter Kurven beschäftigt. Die Anzahl der Schnittpunkte ist nämlich nicht nur endlich, sondern lässt sich sogar durch das Produkt der Grade der definierenden Polynome abschätzen.

Kursleitung

Dr. Cynthia Hog-Angeloni, Mathematikerin an der Gutenberg-Universität Mainz und der Goethe-Universität Frankfurt am Main

Theresa Kumpitsch, Doktorandin der Mathematik an der Goethe-Universität Frankfurt am Main

4.1 Antike algebraische Kurven

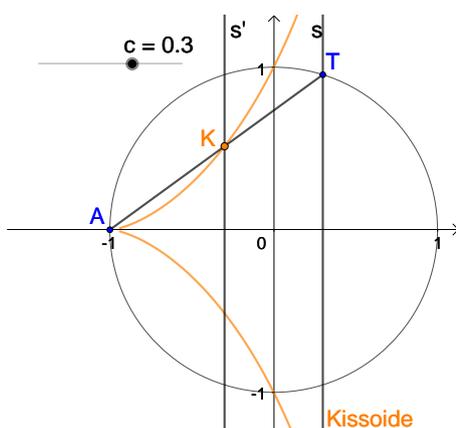
oder: „wie die Griechen die Kurve bekommen haben“

Schüler: Constantin Donskoj, Viktor Bonin

Betreuerin: Marina Sturm

Bevor wir im restlichen Kurs einen modernen Standpunkt einnehmen und algebraische Kurven als Nullstellenmengen von Polynomen auffassen, werfen wir zunächst einen Blick in die Antike, wo Kurven durch geometrische Konstruktionen beschrieben wurden. Die Griechen konstruierten verschiedene Arten von Kurven, um Probleme zu lösen, die meistens unter ausschließlicher Einsatz von Zirkel und Lineal nicht gelöst werden konnten.

Die Kissoide des Diokles



Zur Konstruktion der Kurve positioniert man einen Einheitskreis um den Koordinatenursprung. Ein vertikaler Stab S mit $x = c$, wobei c zunächst ein fester Wert zwischen -1 und 1 ist, schneidet den Kreis in den Punkten T bzw. T' ($x \mid \pm \sqrt{1-x^2}$). Sei S' mit $x = -c$ der an der y -Achse gespiegelte Stab S . Der Schnittpunkt des Stabes S' mit der Verbindungsgerade des Punktes $A(0 \mid -1)$ mit T bzw. mit T' beschreibt einen Punkt der Kissoide. Betrachtet man c als Parameter, so ergibt sich daraus eine Kurve, die wir die Kissoide nennen. Diese Kurve wird beschrieben durch die Gleichung

$$y^2(1-x) - (1+x)^3 = 0.$$

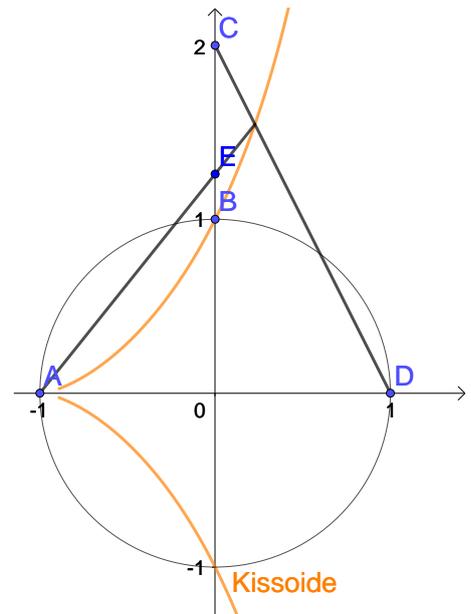
Die Kissoide wurde von dem antiken griechischen Mathematiker Diokles dazu verwendet, das Problem der Würfelverdoppelung (Delisches Problem) zu lösen: die unter einer Pestepidemie leidenden Bewohner der Insel Delos fragten ihr Orakel um Rat. Dieses befahl ihnen daraufhin, den würfelförmigen Altar im Tempel des Apollon mit der Kantenlänge a im Volumen zu verdoppeln.

Algebraisch scheint das ganz einfach zu sein: Bezeichnet b die Kantenlänge des vergrößerten Würfels, so gilt

$$2a^3 = b^3 \Leftrightarrow \sqrt[3]{2}a = b.$$

Mit Zirkel und Lineal lässt sich b jedoch nicht konstruieren!

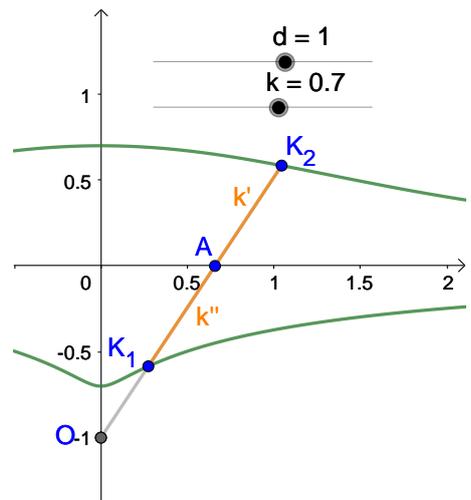
An der Kissoide hingegen lässt sich b wie folgt ablesen: Wähle den Radius des Kreises gleich einer vorgegebenen Länge a . Sei C der Punkt mit den Koordinaten $(0|2a)$, dann lässt sich E daraus, wie im Bild angegeben, konstruieren. Der y -Abschnitt von E ist $b = \sqrt[3]{2}a$.



Konchoide des Nicomedes

Nicomedes entdeckte ca. 180 Jahre vor Christus diese Kurve und benannte sie Konchoide nach dem griechischen Wort für Muschel.

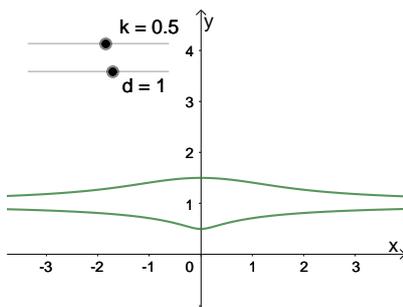
Um die Konchoide zu konstruieren, fixiert man zunächst den Punkt $O(0|-d)$ und eine reelle Zahl $k > 0$. Bezeichnet x den Laufparameter, so wählt man nun einen Punkt $A(x|0)$ auf der x -Achse. Dann bildet man die Gerade durch O und A und trägt entlang dieser Geraden im Abstand k zu A jeweils die Punkte K_1 und K_2 ab. Die Menge aller derart konstruierten Punkte definiert dann die Konchoide.



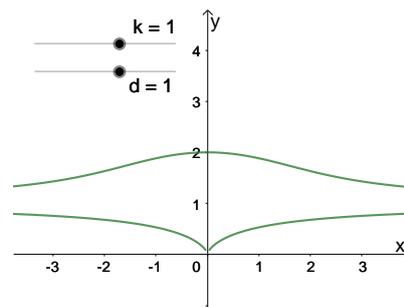
Verschiebt man den Punkt O in den Ursprung $(0|0)$, haben wir im Kurs für die Kurve die folgende Gleichung hergeleitet

$$(x^2 + y^2)(y - d)^2 = k^2 y^2.$$

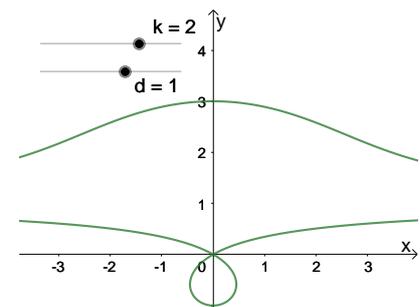
Je nach Verhältnis zwischen k und d verändert sich das Aussehen der Kurve, wie man unten sieht.



$k = 0.5, d = 1$
 $k < d$



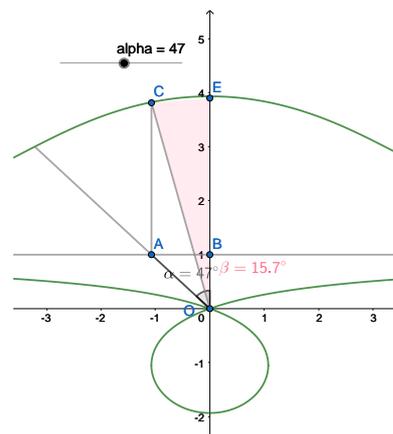
$k = 1, d = 1$
 $k = d$



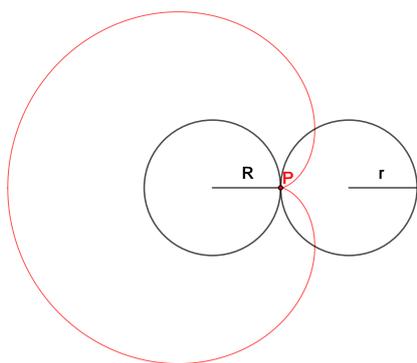
$k = 2, d = 1$
 $k > d$

Auch die Kurve des Nichomedes löst eines der Probleme, die mit Zirkel und Lineal alleine nicht gelöst werden können: Die Dreiteilung des Winkels.

Es sei g die Gerade parallel zur x -Achse, die durch den Punkt $B = (0|d)$ geht. Ist ein Winkel α gegeben, so trägt man diesen in $O = (0|0)$ ab zwischen der y -Achse und einer neuen Gerade, die g in einem Punkt A schneide. Nun konstruiert man eine Parallele zur y -Achse durch den Punkt A , und nennt den Schnittpunkt mit dem oberen Teil der Konchoide C . Bildet man nun die Gerade durch O und C , so ist der Winkel zur y -Achse in O der Winkel $\frac{\alpha}{3}$.



Die Epizykloiden des Hipparchos



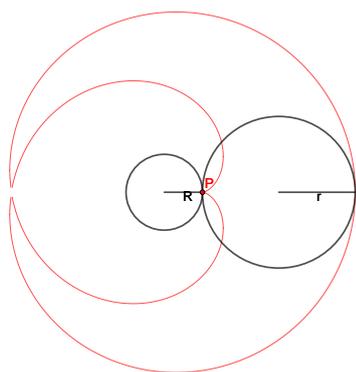
Kardioide, $R/r = 1$
 $(x^2 + y^2)^2 - 6(x^2 + y^2) + 8x - 3 = 0$

In der Antike wurden Epizykloiden als Erklärung der Planetenschleifen herangezogen: Der Vorstellung nach bewegen sich die Planeten auf Kreisbahnen um die Sonne und die Sonne selbst wiederum auf einer Kreisbahn um die Erde als Zentrum. Epizykloiden beschreiben also die Planetenbahnen relativ zur Erde in einer der antiken Weltvorstellungen.

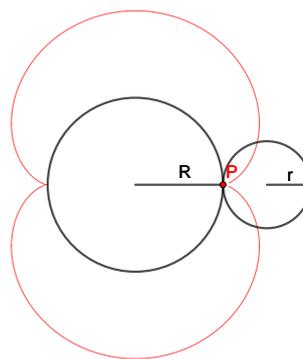
Konstruiert wird die Kurve aus zwei Kreisen mit den Radien R und r . Der Kreis mit Radius R bleibt fest, während der Kreis mit Radius r auf dem festen Kreis abrollt.

Epizykloiden entstehen dabei nur, wenn R/r rational ist. Ansonsten schließt die Epizykloide auch nach mehreren Umrundungen des abrollenden Kreises nicht ab. Ist $R/r = 1$, so sieht die entstehende Kurve aus wie ein Herz und wird daher auch Kardioide genannt.

Weitere Beispiele für Epizykloiden:



$R/r = 0.5$
 Doppelte Kardioide
 $(x^2 + y^2)^3 - 30(x^2 + y^2)^2 + 165(x^2 + y^2) - 216x + 80 = 0$



$R/r = 2$
 Nephroide
 $(x^2 + y^2 - 1)^3 - 6,75y^2 = 0$

Quellen:

- [1] WolfP.Barth.2004, abrufbar unter: https://www.mathematik.uni-marburg.de/~tbauer/Barth_Ebene_Algebraische_Kurven.pdf (abg. am 10.11.2019)
- [2] o.V., Online Ressource von schaffentroth.de, abrufbar unter: <http://www.schaffenroth.de/Mathematik/Epizykloide.html> (abg. am 10.11.2019)

4.2 Ellipse, Parabel, Hyperbel - Ich versteh' nur Kegel!

Schüler: Felix Buhl, Max Vormwald
Betreuerin: Stefanie Januschko

Ellipse, Hyperbel und Parabel haben einiges gemeinsam, zum Beispiel entstehen sie beim Schnitt eines Doppelkegels mit einer Ebene. Im Folgenden möchten wir die Entstehung dieser Kurven von Grad 2 erklären.

Definition 1 (Kegelschnitt). Ein Doppelkegel im dreidimensionalen Raum \mathbb{R}^3 ist die Rotationsfläche einer Geraden g um eine Achse (hier: die z -Achse), die g in nur einem Punkt schneidet. Wenn man diesen Doppelkegel K mit einer Ebene E schneidet, entsteht eine Kurve, die man *Kegelschnitt* nennt.

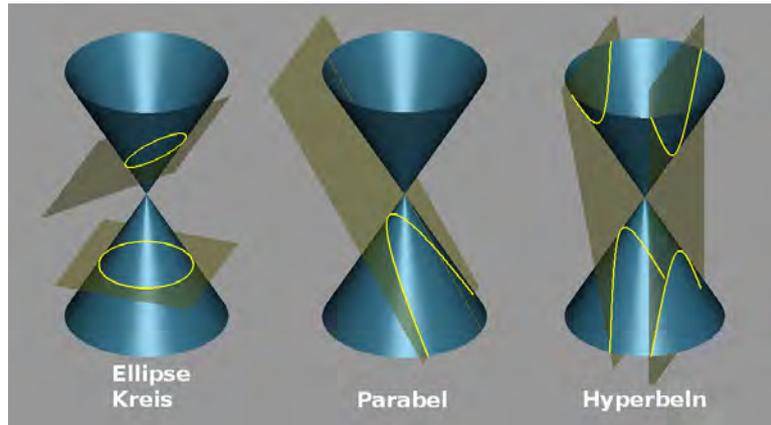


Abb. 1. Nicht-ausgeartete Kegelschnitte^[1]

Kegelschnitte sind von der Steigung der Ebene und der Steigung der Mantellinien des Doppelkegels abhängig. Man unterscheidet zwischen nicht-ausgearteten und ausgearteten Schnittfällen. Durch Gleichsetzen von Kegel- und Ebenengleichung wollen wir nun eine algebraische Beschreibung für die entstehenden Kurven herleiten. Hierfür benötigen wir die allgemeine Kegelgleichung

$$K : x^2 + y^2 = bz^2$$

mit $b > 0$ und die allgemeine Ebenengleichung

$$E : tx + uy + vz = w$$

mit $t, u, w \in \mathbb{R}$. Wir nehmen ohne Einschränkung an, dass die Schnittebene E senkrecht auf der yz -Ebene steht, sodass sich die Ebenengleichung auf $E : uy + vz = w$ reduzieren lässt.

Nicht-ausgeartete Kegelschnitte

Wir nehmen an, dass E durch $(0, 0, 1)$ geht und nicht durch den Ursprung bei $(0, 0, 0)$. Daraus ergibt sich die Ebenengleichung $E : z = 1 + \lambda y$, wobei $\lambda \in \mathbb{R}$.

1. Fall: Die Steigung der Schnittebene ist geringer als die Steigung der Mantelfläche. Dann gilt:

$$|\lambda| < \cot(\alpha) \Leftrightarrow \lambda^2 \tan^2(\alpha) < 1,$$

wobei $\cot = \frac{1}{\tan}$. Die Kegelgleichung lautet in diesem Fall:

$$K : x^2 + y^2 = \tan^2(\alpha) z^2$$

Nun wird die Kegelgleichung der Ebenengleichung der Schnittebene gleichgesetzt, um die Gleichung der entstehenden Kurve zu erhalten:

$$K \cap E : x^2 + y^2 = \tan^2(\alpha) (1 + 2\lambda y + \lambda^2 y^2)$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow x^2 + (1 - \lambda^2 \tan(\alpha)^2)y^2 - 2\lambda \tan(\alpha)^2 y &= \tan(\alpha)^2 \\ \Leftrightarrow x^2 + (1 - \lambda^2 \tan(\alpha)^2) \left(y - \frac{\lambda \tan(\alpha)^2}{1 - \lambda^2 \tan(\alpha)^2} \right)^2 &= \left(\frac{\tan(\alpha)^2}{1 - \lambda^2 \tan(\alpha)^2} \right)^2 \\ \Leftrightarrow \frac{1 - \lambda^2 \tan(\alpha)^2}{\tan(\alpha)^2} x^2 + \frac{(1 - \lambda^2 \tan(\alpha)^2)^2}{\tan(\alpha)^2} \left(y - \frac{\lambda \tan(\alpha)^2}{1 - \lambda^2 \tan(\alpha)^2} \right)^2 &= 1 \end{aligned}$$

Die Gleichung ist von der Form:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{(y - y_0)^2}{b^2} = 1 \quad (a, b > 0)$$

und beschreibt eine Ellipse mit a, b als Halbachsen.

Spezialfall: Für $\lambda = 0$ gilt $a = b$. In diesem Fall beschreibt die Gleichung einen Kreis mit Radius $r = \tan(\alpha)$.

2. Fall: Die Steigung der Schnittebene ist gleich der Steigung der Mantelfläche. Dann gilt:

$$|\lambda| = \cot(\alpha) \Leftrightarrow 1 = \lambda^2 \tan(\alpha)^2$$

Wir setzen wieder die Kegelgleichung mit der Ebenengleichung der Schnittebene gleich, um die Gleichung der entstehenden Kurve zu erhalten:

$$\begin{aligned} K \cap E: x^2 + y^2 &= \tan(\alpha)^2 (1 + \lambda y)^2 \\ \Leftrightarrow y &= \frac{1}{2\lambda \tan(\alpha)^2} x^2 - \frac{1}{2\lambda} \end{aligned}$$

Die Gleichung ist von der Form $y = ax^2 + b$, wobei $a, b \in \mathbb{R}$ und $a \neq 0$ und beschreibt eine Parabel.

3. Fall: Die Steigung der Schnittebene ist größer als die Steigung der Mantelfläche. Dann gilt:

$$|\lambda| > \cot(\alpha) \Leftrightarrow \lambda^2 \tan(\alpha)^2 > 1$$

Die Kegelgleichung wird jetzt mit der Ebenengleichung der Schnittebene gleichgesetzt, um die Gleichung der entstehenden Kurve zu erhalten:

$$K \cap E: -\frac{1 - \lambda^2 \tan(\alpha)^2}{\tan(\alpha)^2} x^2 + \frac{(1 - \lambda^2 \tan(\alpha)^2)^2}{\tan(\alpha)^2} \left(y - \frac{\lambda \tan(\alpha)^2}{1 - \lambda^2 \tan(\alpha)^2} \right)^2 = 1$$

Die Gleichung ist von der Form

$$-\frac{x^2}{a^2} + \frac{(y - y_0)^2}{b^2} = 1 \quad (\text{mit } a, b > 0)$$

und beschreibt eine Hyperbel.

Ausgeartete Kegelschnitte

Ausgeartete Kegelschnitte entstehen, wenn die Schnittebene durch die Kegelspitze verläuft. Wir nehmen an, dass sich die Kegelspitze im Ursprung bei $(0, 0, 0)$ befindet. Für die Ebenengleichung

$$E: uy + vz = w$$

muss in diesem Fall $w = 0$ sein. Wir unterscheiden nun die folgenden Fälle:

1. Fall: Die Steigung der Schnittebene ist geringer als die Steigung der Mantelfläche. Dann gilt: $|\lambda| < \cot(\alpha)$ und der Schnitt ist ein Punkt, der als ausgeartete Ellipse anzusehen ist.
2. Fall: Die Steigung der Schnittebene ist gleich der Steigung der Mantelfläche. Dann gilt: $|\lambda| = \cot(\alpha)$ und der Schnitt ist eine Gerade, die als ausgeartete Parabel anzusehen ist.
3. Fall: Die Steigung der Schnittebene ist größer als die Steigung der Mantelfläche. Dann gilt: $|\lambda| > \cot(\alpha)$ und der Schnitt ist ein sich schneidendes Geradenpaar, das als entartete Hyperbel anzusehen ist.

Bildquelle:

[1] <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kegelschnitt.png> (abg. am 10.11.2019) CC BY-SA 3.0; Urheber: Wikipedia User Duk

Quellen:

- [1] Köller, J.: Mathematische Basteleien/Ellipse, 2007 verfügbar unter: <http://www.mathematische-basteleien.de/ellipse.htm> (abg. am 31.07.19)
- [2] Erlacher, E.: Workshops zur Vorlesung *Einführung in das mathematische Arbeiten*, 2007
- [3] Möller, M., Wolfart, J.: *Geometrie für Lehramtskandidaten*, Goethe Universität Frankfurt: Skript zur Vorlesung, 2017

4.3 Algebra versus Geometrie, komplexe Zahlen und projektive Ebene

Schüler*innen: Vivian Arnold, Vera Hesse, Jonas Braun
Betreuer: Erik Walter

Grundlagen

Um über ebene algebraische Kurven sprechen zu können, müssen wir zuerst einige Grundlagen einführen:

Eine rationale Zahl ist ein Bruch $\frac{n}{z}$ mit $n \in \mathbb{N}$ und $z \in \mathbb{Z}/\{0\}$. Da aber z.B. $\sqrt{2} \notin \mathbb{Q}$ erweitern wir die Menge der rationalen Zahlen \mathbb{Q} zur Menge der reellen Zahlen \mathbb{R} . Dabei werden \mathbb{Q} irrationale, als unendlich langer Dezimalbruch darstellbare Zahlen hinzugefügt. Die vergrößerte Menge \mathbb{R} enthält dadurch alle Zahlen, die sich auf dem Zahlenstrahl befinden.

Die euklidische Ebene wird durch $\mathbb{R}^2 = \{(x, y) \mid x, y \in \mathbb{R}\}$ beschrieben und ihre Koordinatenachsen stehen senkrecht zueinander. Dabei wird immer ein Element x mit einem Element y aus den reellen Zahlen zu einem Paar zusammengefasst.

Polynome in zwei Variablen über einem Körper \mathbb{K} lassen sich darstellen durch die Summe

$$p(x, y) = \sum_{j=0}^m \sum_{i=0}^n a_{i,j} x^j y^i \text{ mit } a_{i,j} \in \mathbb{K}.$$

Wir definieren den Grad eines solchen Polynoms $p(x, y)$ für $p \neq 0$ als $\text{grad}(p) := m + n$. Die Menge solcher Polynome bilden den sogenannten Polynomring $\mathbb{K}[x, y]$ in zwei Variablen x und y über \mathbb{K} . Dabei bezeichnen wir mit \mathbb{K} einen Körper, das heißt \mathbb{K} ist eine Menge mit zwei Verknüpfungen $+$ und \cdot , die bestimmten Rechengesetzen und Bedingungen genügen, z.B. \mathbb{R} oder \mathbb{Q} .

In unserem Kurs stellten wir eine Verbindung zwischen Algebra und Geometrie her, indem wir ebene Kurven als Nullstellenmenge eines Polynoms in zwei Variablen betrachteten. Die Nullstellenmenge eines Polynoms p in zwei Variablen ist folgendermaßen definiert:

$$V(p) := \{(x, y) \in \mathbb{K} \mid p(x, y) = 0\}.$$

Damit $V(p)$ die Gestalt einer Kurve hat, z.B. eine Parabel oder Ellipse, müssen wir bestimmte Bedingungen an p stellen:

Da für $p = c$, $c \neq 0$ die Nullstellenmenge von p leer ist, in Symbolen $V(p) = \emptyset$, und für $p = 0$ die Nullstellenmenge $V(p) = \mathbb{K}^2$ ist, fordern wir, dass $p(x, y) \neq c$ mit $c \in \mathbb{K}$ ist.

Allerdings treten auch bei nicht-konstanten Polynomen Schwierigkeiten auf. Ist $g(x, y) = x^2 + y^2 + 1$, so folgt $V(g) = \emptyset$, denn $x^2 + y^2 + 1 > 0$ für alle $x, y \in \mathbb{R}$. Damit $g(x, y) = 0$ muss $x^2 + y^2 = -1$, d.h. wir brauchen Wurzeln aus negativen Zahlen. In \mathbb{R} ist die Wurzel einer negativen Zahl jedoch nicht definiert.

Komplexe Zahlen

Deswegen erweitern wir den Zahlenbereich der reellen Zahlen um die imaginäre Einheit i mit der Eigenschaft: $i^2 = -1$. Dies führt uns zu den komplexen Zahlen. Diese lassen sich in der Form $\mathbb{C} := \{a + ib \mid a, b \in \mathbb{R}\}$ darstellen, wobei b der Imaginärteil und a der Realteil ist. Dabei handelt es sich um eine 1:1-Beziehung, mit anderen Worten lässt sich jedem Element aus \mathbb{C} genau ein Element aus dem \mathbb{R}^2 zuordnen und umgekehrt.

Wie \mathbb{R} ist auch \mathbb{C} ein Körper, genauer eine Körpererweiterung von \mathbb{R} . Dies stellt sicher, dass wir in \mathbb{C} genauso rechnen können wie wir es in \mathbb{R} gewohnt sind. Wenn wir Polynome in \mathbb{C} anstatt in \mathbb{R} betrachten, gilt folgender wichtige Satz:

Satz 1 (Fundamentalsatz der Algebra). *Jedes nicht-konstante Polynom $p \in \mathbb{C}[x]$ zerfällt vollständig in Linearfaktoren, d.h.*

$$p(x) = \lambda(x - \alpha_1)^{r_1} \cdot (x - \alpha_2)^{r_2} \cdot \dots \cdot (x - \alpha_m)^{r_m} \text{ mit } r_1 + r_2 + \dots + r_m = \deg(p), \alpha_i \neq \alpha_j \text{ für } i \neq j \text{ und } \lambda \in \mathbb{C}.$$

Die Zahl $r_i \in \mathbb{N}$ heißt Vielfachheit der Nullstelle α_i .

Da wir ein Polynom $p \in \mathbb{C}[x, y]$ als $p \in \mathbb{C}[x]$ betrachten können, indem wir y als Konstante behandeln, hilft uns das auch im Fall zweier Variablen. Insgesamt haben wir sichergestellt: Ist $p \in \mathbb{C}[x, y]$ ein nicht-konstantes Polynom, so gilt: $V(p) \neq \emptyset$. Deswegen ersetzen wir als ersten Schritt \mathbb{R}^2 durch \mathbb{C}^2 .

Algebra \leftrightarrow Geometrie?

Um das Schnittverhalten zweier Kurven zu untersuchen, wollen wir den Fundamentalsatz der Algebra auf Polynome in mehreren Variablen verallgemeinern. Geometrisch widmen wir uns dafür zuerst der Frage nach der Anzahl der Schnittpunkte einer Kurve C , der Nullstellenmenge eines Polynoms p mit einer Geraden g . Durch eine Koordinatentransformation können wir immer erreichen, dass $g' = \{(x, y) \mid y = 0\}$, d.h. die x -Achse ist. Die Transformation reduziert die Frage nach den Schnittpunkten von C und g auf die Frage nach den Nullstellen eines neuen Polynoms $p'(x, 0)$. Der Grad des Polynoms p' ist gleich dem von p . Die neuen Schnittpunkte sind gegeben durch $C' \cap g' = V(p'(x, 0))$. Transformieren wir zurück, erhalten wir die Schnittpunkte von C und g .

Trotzdem ist $C \cap g \neq \emptyset$ in \mathbb{C}^2 nicht sichergestellt. Ein Beispiel hierfür sind zwei parallele Geraden. Deshalb erweitern wir \mathbb{C}^2 zu einem Raum, in dem sich parallele Geraden in einem „unendlich fernen Punkt“ schneiden. Diesen Raum nennen wir die projektive Ebene.

Die projektive Ebene Auf der Menge $(\mathbb{K}^3 \setminus \{0\}) \times (\mathbb{K}^3 \setminus \{0\})$ führen wir eine Äquivalenzrelation \sim ein, durch

$$a \sim b \Leftrightarrow a = \lambda b \text{ für ein } \lambda \in \mathbb{K}, \lambda \neq 0 \text{ und } a, b \in \mathbb{K}^3 \setminus \{0\}.$$

Dadurch werden in Relation stehende Elemente in eine Äquivalenzklasse sortiert:

$$[a] := \{b \in (\mathbb{K}^3 \setminus \{0\}) \mid b \sim a\}.$$

Damit definieren wir die Punkte der projektiven Ebene als:

$$\mathbb{P}^2(\mathbb{K}) = \mathbb{K}^3 \setminus \{0\} / \sim = \{[a] \mid a \in (\mathbb{K}^3 \setminus \{0\})\}$$

Geometrisch heißt das, dass die Elemente einer Äquivalenzklasse $[x_1 : x_2 : x_3]$ zum Punkt x auf der Geraden durch den Ursprung und dem Punkt x liegen. In anderen Worten: Die Punkte/Äquivalenzklassen im $\mathbb{P}^2(\mathbb{K})$ sind genau die Ursprungsgeraden im \mathbb{K}^3 .

Einbettung des \mathbb{K}^2 Um den \mathbb{K}^2 in den $\mathbb{P}^2(\mathbb{K})$ einzubetten, legen wir die xy -Ebene in den \mathbb{K}^3 und verschieben sie um eins nach oben. Durch die Definition der projektiven Punkte $[x_1 : x_2 : x_3] = [\lambda x_1 : \lambda x_2 : \lambda x_3]$ für $\lambda \neq 0$, auch homogene/projektive Koordinaten genannt, ergibt sich eine 1:1 Beziehung zwischen den Punkten der affinen Ebene und den Punkten $[x_1 : x_2 : x_3]$ der projektiven Ebene mit $x_3 \neq 0$:

$$(x_1, x_2) \mapsto [x_1 : x_2 : 1] \text{ und } [x_1 : x_2 : x_3] \mapsto \left(\frac{x_1}{x_3}, \frac{x_2}{x_3} \right).$$

Die in der Ursprungsebene liegenden Punkte mit $[x_1 : x_2 : 0]$ haben keinen Schnittpunkt mit der affinen Ebene. Tatsächlich ist jeder Punkt der Ursprungsebene mit $[x_1 : x_2 : 0]$ ein unendlich-ferner Punkt, in dem sich Geraden gleicher Richtung schneiden. Nun sind die Nullstellenmengen beliebiger Polynome in $\mathbb{P}^2(\mathbb{K})$ jedoch nicht mehr wohldefiniert: Zum Beispiel ist der Punkt $\lambda[1 : 1 : 1]$ für $\lambda = 1$ eine Nullstelle des Polynoms $p(x, y, z) = x^2y + zx - 2$, für $\lambda = -1$ ist $p(-1 : -1 : -1)$ aber ungleich 0.

Damit die Nullstellenmenge eines Polynoms in projektiven Koordinaten wohldefiniert ist, muss das Polynom homogen sein. Homogen bedeutet, dass der Grad der einzelnen Monome fest ist.

$$P(x_1, x_2, x_3) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{i,j} x_1^i x_2^j x_3^{d-(j+i)} \text{ mit } \text{grad}(P) = d.$$

Für homogene Polynome P gilt $\lambda^d P(x_1 : x_2 : x_3) = P(x_1 : x_2 : x_3)$. Dies sichert uns die Wohldefiniertheit der Nullstellenmenge von P .

Eine homogene Version des Fundamentalsatzes der Algebra lässt sich nun für homogene Polynome in zwei Variablen beweisen.

Theorem 1. Jedes homogene Polynom $P \in \mathbb{C}[x, y]$ zerfällt vollständig in homogene Linearfaktoren.

Beweis. Das homogene Polynom $P \in \mathbb{C}[x, y]$ lässt sich als Summe wie folgt schreiben: $P = \sum_{i=0}^d a_i x^i y^{d-i}$. Dadurch, dass $\text{deg}(P) = i + (d - i) = d$ ist P homogen und wir können y ausklammern, so dass,

$$\sum_{i=0}^d a_i x^i y^{d-i} = y^d h\left(\frac{x}{y}\right),$$

für $h\left(\frac{x}{y}\right) = \sum_{i=0}^d a_i \left(\frac{x}{y}\right)^i$. Das Polynom h in einer Variablen hat Grad $\leq d$, sodass auch für h der Fundamentalsatz der Algebra gilt. Daher können wir h als Produkt von Linearfaktoren schreiben:

$$h = \lambda \prod_{j=1}^{\text{grad}(h)} \left(\frac{x}{y} + v_j \right).$$

Also ist

$$P = \lambda y^d \prod_{j=1}^{\text{grad}(h)} \left(\frac{x}{y} + v_j \right) \prod_{j=\text{grad}(h)+1}^d \left(0 \frac{x}{y} + 1 \right).$$

Nun kann y^d wieder in das Produkt multipliziert werden, dabei entspricht der Grad von y der Anzahl der Faktoren. Dadurch kann je ein y mit einem Faktor multipliziert werden und wir erhalten:

$$P = \prod_{j=1}^d (u_j x + v_j y).$$

□

Quellen:

- [1] **WolfP.Barth.2004b**, abrufbar unter: https://www.mathematik.uni-marburg.de/~tbauer/Barth_Geometrie.pdf (abg. am 10.11.2019)

4.4 Singularitäten und Schnittverhalten von Kurven und Geraden

Schüler*innen: Alexandra Marquardt, Marlene Schwarz
Betreuer: Nicolas Müller

In diesem Vortrag haben wir verschiedene Eigenschaften von affinen und projektiven Kurven untersucht. In der Ebene \mathbb{C}^2 , im Folgenden affine Ebene genannt, gilt, dass sich verschiedene parallele Geraden nie schneiden. In der bereits eingeführten **projektiven Ebene** $\mathbb{P}^2(\mathbb{C})$ haben zwei Kurven immer einen Schnittpunkt. Sie ergänzt die affine Ebene um eine (projektive) Gerade im Unendlichen, auf der sich affin-parallele Geraden schneiden.

Doch worum handelt es sich bei einer Kurve überhaupt genau?

Eine Kurve beschreibt die Nullstellenmenge eines Polynoms. Man unterscheidet zwischen affinen und projektiven Kurven, je nachdem, in welcher Ebene sie sich befinden.

Definition 1. Die von einem nicht-konstanten Polynom $p \in \mathbb{C}[x, y]$ definierte **affine ebene algebraische Kurve** ist

$$C := \{(x, y) \in \mathbb{C}^2 : p(x, y) = 0\}.$$

Definition 2. Die von einem nicht-konstanten, homogenen Polynom $P \in \mathbb{C}[x, y, z]$ definierte **projektive ebene algebraische Kurve** ist

$$C := \{[x : y : z] \in \mathbb{P}^2 : p(x, y, z) = 0\}.$$

Dabei dürfen x, y, z nicht alle gleichzeitig Null sein. Da sich die Kurve im projektiven Raum befindet, sind die Koordinaten ihrer Punkte unabhängig von Skalierung mit einer Konstanten ungleich Null. Das bedeutet, dass zwei Punkte, wenn ihre Koordinaten Vielfache voneinander sind, derselbe Punkt sind (beispielsweise ist der Punkt $[1 : 1 : 1]$ derselbe wie der Punkt $[3 : 3 : 3]$).

Homogenisierung und Dehomogenisierung von Polynomen

Um die von einem Polynom p definierte Kurve von der affinen in die projektive Ebene zu überführen (zu projektivisieren), wendet man das Verfahren der **Homogenisierung** an. Dies ist notwendig, damit die Bedingung erfüllt ist, dass die Koordinaten jedes Punktes auf der Kurve unabhängig von der Skalierung sind. Nimmt man beispielsweise die Kurve

$$C : p(x, y) = y^2 - x^3 = 0,$$

so erfüllt der Punkt $[1 : 1 : 1]$ die Gleichung, der Punkt $[3 : 3 : 3]$ jedoch nicht. Um diesem Problem zu entgehen, homogenisiert man das Polynom, das heißt, man fügt die Variable z so hinzu, dass jeder Summand den gleichen, kleinstmöglichen Grad hat. In unserem Beispiel hat y^2 einen kleineren Exponenten als x^3 , sodass wir dem y^2 ein z hinzufügen müssen. Daraus resultiert folgende Gleichung für das homogene Polynom:

$$P(x, y, z) = y^2z - x^3 = 0.$$

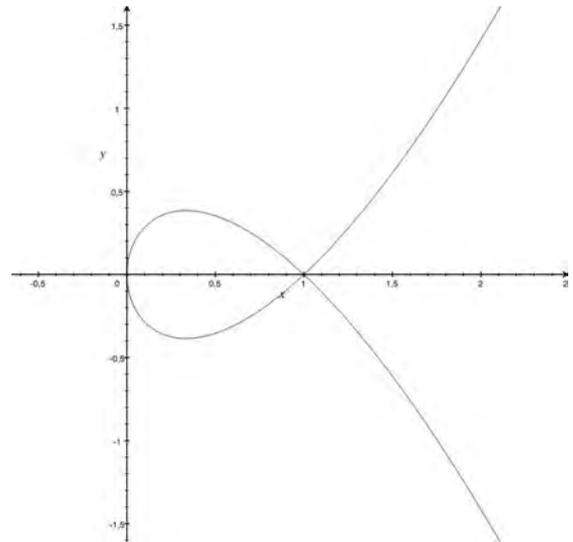
Nun sind die Koordinaten der Punkte auch wirklich unabhängig von ihrer Skalierung, die Gleichung geht beispielsweise sowohl für $[1:1:1]$, als auch für $[3:3:3]$ auf.

Will man nun andersherum vorgehen, also von der projektiven in die affine Ebene wechseln, nutzt man das Verfahren der **Dehomogenisierung**. Dabei setzen wir $z = 1$, sodass gilt: $P(x, y, 1) = p(x, y)$. So erhalten wir das ursprüngliche affine Polynom p aus seiner Homogenisierung P . Starten wir mit einem homogenen Polynom und dehomogenisieren es, kann es bei erneuter Homogenisierung passieren, dass wir nicht das Ausgangspolynom zurückerhalten. Das geschieht genau dann, wenn z ein Faktor von P ist. Der Grund dafür ist, dass die von $z = 0$ definierte Gerade im Unendlichen dann nicht aus der Dehomogenisierung rekonstruiert werden kann.

4.5 Singularitäten

Bei manchen Kurven, wie rechts gezeigt, gibt es Punkte, die man intuitiv als „nicht glatt“ bezeichnen würde. Oft haben Kurven an solchen Stellen Spitzen oder schneiden sich selbst. Letzteres sieht man in diesem Beispiel am Punkt $(1,0)$. Diese Punkte nennt man Singularitäten. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass man dort keine eindeutige Tangente anlegen kann. Formal definiert man eine Singularität einer affinen Kurve $p(x, y) = 0$ als Punkt a , der folgende Bedingungen erfüllt:

$$\begin{aligned} p(a_0, a_1) &= 0, \\ p_x(a_0, a_1) &= 0, \\ p_y(a_0, a_1) &= 0. \end{aligned}$$



Hierbei sind $p_x(x, y)$ und $p_y(x, y)$ die partiellen Ableitungen nach x beziehungsweise y . Die Bedingungen für Singularitäten einer projektiven Kurve $P(x, y, z) = 0$ lassen sich aus den Bedingungen in der affinen Ebene herleiten und lauten:

$$\begin{aligned} P_x(a_0, a_1, a_2) &= 0, \\ P_y(a_0, a_1, a_2) &= 0, \\ P_z(a_0, a_1, a_2) &= 0. \end{aligned}$$

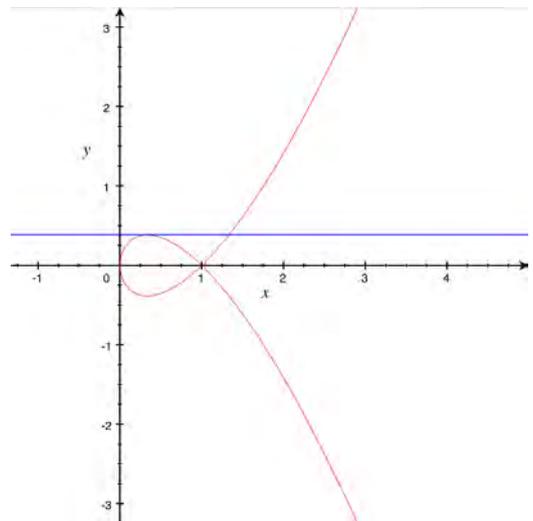
Für die Herleitung benötigt man die Eulersche Formel, welche sagt, dass für ein homogenes Polynom P vom Grad d gilt:

$$x \cdot P_x + y \cdot P_y + z \cdot P_z = d \cdot P.$$

Schnittpunkte

Wie bereits erwähnt, schneiden sich zwei Kurven (rechts: eine Kurve und eine Gerade) in der projektiven Ebene immer. Zusätzlich interessieren wir uns dafür, wie viele Schnittpunkte es genau gibt. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Die Gerade ist in der Kurve enthalten. Demnach gibt es unendlich viele Schnittpunkte von Gerade und Kurve. Dies ist der Fall, wenn das Polynom, welches die Gerade definiert, ein Faktor des Polynoms ist, welches die Kurve definiert.
2. Wenn der erste Fall nicht zutrifft, ist die Anzahl der Schnittpunkte, gezählt mit ihren Vielfachheiten, gleich dem Grad der Kurve. Sei die Kurve durch das homogene, quadratfreie Polynom P definiert. Nach einer Koordinatentransformation genügt es, die Gerade $x = 0$ zu betrachten. Die Schnittpunkte der Kurve mit dieser Geraden sind die projektiven Nullstellen von $P(0, y, z)$. Die Vielfachheit eines Schnittpunkts ist definiert als die Vielfachheit der entsprechenden Nullstelle.



Beweis. Die Polynome in $\mathbb{K}[x]$ vom Grad $< n + m$ bilden einen Vektorraum über dem Körper \mathbb{K} . Eine Basis dieses Vektorraums bilden zum Beispiel die Vektoren $1, x, x^2, x^3, \dots, x^{n+m-1}$.

Die Zeilen der obigen Matrix sind die Koeffizienten der Polynome

$$f, x \cdot f, \dots, x^{n-1} \cdot f, \quad g, x \cdot g, \dots, x^{m-1} \cdot g$$

Die Determinante $R_{f,g}$ verschwindet genau dann, wenn es Koeffizienten

$$(c_0, c_1, \dots, c_{n-1}, d_0, d_1, \dots, d_{m-1}) \neq (0, \dots, 0) \in \mathbb{K}^{n+m}$$

gibt, mit

$$c_0 f + c_1 x f + \dots + c_{n-1} x^{n-1} f + d_0 g + d_1 x \cdot g + \dots + d_{m-1} x^{m-1} g = 0.$$

Durch Ausklammern von f und g erhalten wir

$$(c_0 + x c_1 + \dots + c_{n-1} x^{n-1}) f + (d_0 + d_1 x + \dots + d_{m-1} x^{m-1}) g = 0$$

Wählen wir die Polynome φ und ψ als

$$\varphi = c_0 + c_1 x + \dots + c_{n-1} x^{n-1},$$

$$\psi = d_0 + d_1 x + \dots + d_{m-1} x^{m-1}$$

folgt die Behauptung. □

Die Bedeutung der Resultante liegt für uns in der folgenden Aussage:

Satz 3. Für $f, g \in \mathbb{K}[x]$ ist $R_{f,g} = 0$ genau dann, wenn f und g einen gemeinsamen Faktor aus $\mathbb{K}[x]$ vom Grad $d > 0$ besitzen.

Diesen Satz haben wir im Kurs bewiesen.

Um ihn vielseitig nutzen zu können, überlegen wir uns zusätzlich noch einige Rechenregeln für die Resultante.

Lemma 2 (Solis Lieblingslemma).

a) Die Resultante $R_{f,g}$ ändert sich nicht, wenn wir $f(x)$ durch $f(x+c)$ und $g(x)$ durch $g(x+c)$ ersetzen.

b) Es gilt: $R_{f,(x-c)g} = f(c) \cdot R_{f,g}$

Aussage a) bedeutet: Wenn man bei beiden Kurven im Argument eine Konstante addiert, ändert sich der Wert der Resultante nicht.

b) besagt: Wenn ein Polynom g mit einem Linearfaktor $(x-c)$ multipliziert wird, ist die Resultante $R_{f,(x-c)g}$ gleich dem Funktionswert des anderen Polynoms f , ausgewertet in c multipliziert mit der Resultante der ursprünglichen Polynome f und g .

Einführung der zweiten Variable

Nachdem wir mit der Resultante eine Möglichkeit kennengelernt haben, um festzustellen, ob zwei Polynome in einer Variable einen gemeinsamen Faktor besitzen, ohne diesen ermitteln zu müssen, erweitern wir das Konzept nun für Polynome in zwei Variablen. Dafür betrachten wir die Polynome $f, g \in \mathbb{C}[x, y]$ als Polynome in $\mathbb{C}(x)[y]$. Dies bedeutet, dass wir sie als Polynome in y mit ganzrationalen Funktionen in x als Koeffizienten betrachten. Man kann die beiden Polynome also in folgender Weise schreiben:

$$f = \sum_{\mu=0}^m f_{\mu}(x) y^{\mu} \quad g = \sum_{\nu=0}^n g_{\nu}(x) y^{\nu}$$

Die Resultante wird dadurch ebenfalls zu einer rationalen Funktion in x . Aus den Eigenschaften der Determinante folgt, dass sie sogar ein Polynom in x ist. Die Resultante ist hier genau dann das Nullpolynom, wenn f und g einen gemeinsamen Faktor besitzen.

Beweis von Satz 1 (Lemma von Study)

Wir betrachten eine Kurve $C = V(p) \subset \mathbb{C}^2$, die die Nullstellenmenge des irreduziblen Polynoms $p(x, y) \in \mathbb{C}[x, y]$ ist, und ein weiteres Polynom $f(x, y) \in \mathbb{C}[x, y]$ mit $f(x, y) = 0$ für alle $(x, y) \in C$.

Ist p von y unabhängig, dann ist p ein Linearfaktor und demnach C eine Gerade. Das Polynom f ist dann durch p teilbar, da die Zerlegung von f in irreduzible Faktoren eindeutig ist und p damit einer von diesen sein muss. Hängt p von y ab, konnten wir im Kurs zeigen, dass die Resultante beider Polynome das Nullpolynom ist. Die Polynome f und p müssen also einen gemeinsamen Faktor besitzen, der allerdings nur p selbst sein kann, weil p nach Voraussetzung irreduzibel ist. Es gilt also $f = p \cdot q$. Das ist die Aussage des Nullstellensatzes.

Lösung unseres ursprünglichen Problems

Mit Hilfe des Nullstellensatzes können wir nun die Behauptung beweisen, dass das Polynom p kleinsten Grades, das eine Kurve C definiert, eindeutig bis auf Multiplikation mit Konstanten festgelegt ist. Wir gehen zunächst von dem Sonderfall aus, dass C irreduzibel ist, also aus nur eine Komponente besteht. Dann folgt die Aussage aus dem eben bewiesenen Nullstellensatz. Betrachten wir nun eine reduzible Kurve C . Diese können wir als $C = \cup C_i$ mit irreduziblen Teilkurven $C_i = V(p_i)$ ausdrücken. Verschwindet das Polynom f in allen Punkten von C , so auch in den Punkten aller C_i und ist damit gemäß des Nullstellensatzes durch alle Polynome p_i teilbar. Damit ist f aber auch durch das Produkt aller p_i teilbar. Es gilt also für alle Kurven, die diese Bedingungen erfüllen (egal ob irreduzibel oder nicht) $f = p \cdot q$. Das wiederum bedeutet, p muss eindeutig sein.

Durch die Eindeutigkeit dieses Polynoms kleinsten Grades können wir schließlich den Grad einer Kurve als den Grad des kleinsten Polynoms, das sie bestimmt, definieren.

Quellen:

- [1] **WolfP.Barth.2004**, abrufbar unter: https://www.mathematik.uni-marburg.de/~tbauer/Barth_Ebene_Algebraische_Kurven.pdf (abg. am 10.11.2019)

4.7 Satz von Bézout

Schüler: Oleksandr Arkhyrov

Betreuer: Maxim Gerspach

Aus den bisherigen Vorträgen wissen wir, dass sich eine Gerade und eine Kurve vom Grad n in genau n Punkten schneiden. Dies ist ein Spezialfall der Beobachtung, dass die Anzahl der gemeinsamen Punkte von zwei Kurven gleich dem Produkt aus ihren Graden ist, wenn wir in $\mathbb{P}^2(\mathbb{C})$ arbeiten und "richtig" die Schnittmultiplizität der Punkte zählen.

Das gibt uns bisher nicht viel. So ist beispielsweise nicht klar, was die "richtige" Multiplizität bedeutet und wie wir die Aussage beweisen können. Für die richtige Definition von Schnittmultiplizität werden wir die Resultante benutzen.

Satz 1. Seien $f, g \in \mathbb{C}[x, y]$, und $C : f(x, y) = 0$ und $D : g(x, y) = 0$ zwei affine Kurven. Wenn $(x_0, y_0) \in C \cap D$, dann ist x_0 eine Nullstelle von $R_{f,g}(x)$, wobei wir f und g als Elemente von $\mathbb{C}(x)[y]$ auffassen.

Mit anderen Worten, die Schnittpunkte von C und D entsprechen den Nullstellen der Resultante $R_{f,g}(x)$.

Seien $C = V(F)$ und $D = V(G)$ zwei algebraische Kurven, wobei F, G homogene Polynome in $\mathbb{C}[x, y, z]$ von Grad m bzw. n sind. Dann können wir F und G folgendermaßen schreiben,

$$F[x : y : z] = z^m + f_1 z^{m-1} + \dots + f_{m-1} z + f_m = \sum_{i=0}^m f_i(x, y) z^{m-i}$$

$$G[x : y : z] = z^n + g_1 z^{n-1} + \dots + g_{n-1} z + g_n = \sum_{j=0}^n g_j(x, y) z^{n-j}$$

wobei die $f_i(x, y)$ und $g_j(x, y)$ homogene Polynome vom Grad i und j in $\mathbb{C}[x, y]$ sind. Wir nehmen an, dass der Punkt $[0 : 0 : 1]$ auf keiner der beiden Kurven liegt.

Ist der Punkt $[x_0 : y_0 : z_0]$ ein Schnittpunkt von C und D , dann haben $F[x_0 : y_0 : z]$ und $G[x_0 : y_0 : z]$ die gemeinsame Nullstelle $z = z_0$. Somit muss die Resultante $R_{F,G}(x, y)$ bezüglich z für $(x, y) = (x_0, y_0)$ gleich 0 sein. Um eine obere Schranke für die Anzahl der Schnittpunkte (also der Nullstellen der Resultante) zu erhalten, müssen wir den Grad von $R(x, y)$ berechnen.

Satz 2. Seien $F, G \in \mathbb{C}[x, y, z]$ homogen vom Grad m bzw. n . Das Polynom $R_{F,G}(x, y)$ verschwindet genau dann, wenn F und G einen gemeinsamen homogenen Faktor haben. Andernfalls ist der Grad der Resultante $m \cdot n$.

Nun können wir formal Schnittmultiplizität für ebene algebraische Kurven definieren.

Definition 1. Seien $C: F = 0, D: G = 0$ zwei projektive Kurven, die sich an der Stelle $P[x_0 : y_0 : z_0]$ schneiden. Wählen wir das Koordinatensystem, in dem $[0 : 0 : 1]$ nicht auf $F[x : y : z], G[x : y : z]$ oder den Geraden, die Schnittpunkte der Kurven verbinden, liegt. Sei $R_{F,G}(x, y)$ die Resultante bezüglich z . Wir definieren die Schnittmultiplizität $I_P(F, G)$ als die Vielfachheit der entsprechenden Nullstelle von $R_{F,G}$.

Der Wert $I_P(F, G)$ hat folgende Eigenschaften:

- E(1) $I_P(F, G)$ ist eine nicht-negative ganze Zahl.
- E(2) Wenn F und G eine gemeinsame Komponente haben, die durch P geht, dann ist $I_P(F, G) = \infty$.
- E(3) $I_P(F, G) = 0 \iff P \notin F \cap G$.
- E(4) $I_P(F, G) = I_P(G, F)$.
- E(5) $I_P(F, G_1 \cdot G_2) = I_P(F, G_1) + I_P(F, G_2)$.
- E(6) $I_P(F, G + HF) = I_P(F, G)$
- E(7) Sei ϕ eine projektive Koordinatentransformation von $\mathbb{P}^2(\mathbb{C})$ mit $\phi(P) = Q$, dann gilt: $I_P(F, G) = I_Q(F^\phi, G^\phi)$.
- E(8) Genau dann ist $I_P(F, G) = 1$, wenn beide Kurven in P glatt sind und dort verschiedene Tangenten haben.

Nun können wir endlich beweisen, dass die Anzahl der Schnittpunkte zweier projektiver Kurven dem Produkt ihrer Grade entspricht, sofern diese keine gemeinsamen Komponenten besitzen. Diese Aussage wird als Satz von Bézout bezeichnet. Formal wird dieser wie folgt geschrieben:

Satz 3 (von Bézout). Seien C und D zwei projektive ebene Kurven vom Grad c und d in $\mathbb{P}^2(\mathbb{C})$, die keine gemeinsame Komponenten haben. Dann gilt:

$$\sum_{P \in C \cap D} I_P(C, D) = c \cdot d.$$

Beweis. Seien F bzw. G die Polynome, die C bzw. D definieren. Die Vereinigung $C \cup D$ ist eine algebraische Kurve, die durch das Polynom $FG \neq 0$ definiert ist. Daraus folgt $C \cup D \neq \mathbb{P}^2(\mathbb{C})$. Es gibt also Punkte in $\mathbb{P}^2(\mathbb{C})$, die nicht auf $C \cup D$ liegen. Wir wählen das Koordinatensystem so, dass $[0 : 0 : 1] \notin C \cup D$ einer dieser Punkte ist. Da C und D keine gemeinsame Komponente haben, ist $R_{F,G}$ nicht das Nullpolynom. Nach Satz 2 ist diese Resultante homogen vom Grad $c \cdot d > 0$. Insbesondere besitzt $R_{F,G}$ Nullstellen.

Wählen wir $[0 : 0 : 1]$ (vermöge einer Koordinatentransformation) zusätzlich so, dass dieser Punkt auf keiner der endlich vielen Geraden liegt, welche zwei verschiedene Schnittpunkte aus $C \cap D$ verbinden. Auf jeder Geraden durch $[0 : 0 : 1]$ liegt also höchstens ein einziger Schnittpunkt. Die Geraden entsprechen den linearen Faktoren und, da $R_{F,G}(x, y)$ ein homogenes Polynom mit dem Grad cd ist, kann $R_{F,G}(x, y)$ in genau cd Linearfaktoren zerlegt werden. Es gibt also genau cd Nullstellen, was zu beweisen war. \square

Quellen:

- [1] **WolfP.Barth.2004**, abrufbar unter: https://www.mathematik.uni-marburg.de/~tbauer/Barth_Ebene_Algebraische_Kurven.pdf (abg. am 10.11.2019)

5 Physik der Atmosphäre

Die Meteorologie ist ein Teilgebiet der Physik. Im Kurs behandeln wir zunächst die physikalischen Grundlagen, auf denen viele meteorologische Erscheinungen beruhen. Um die zahlreichen Phänomene der Atmosphäre zu verstehen, benötigen wir insbesondere Thermodynamik. Folgende Themen wurden im Kurs behandelt:

Impuls und kinetische Energie; Temperatur, Freiheitsgrade und Maxwell-Boltzmann Verteilung; Wärmekapazität von Gasen und Festkörpern; Ideales und Reales Gas; Barometrische Höhenformel und Dalton-Gesetz; Wasserdampf und Luftfeuchte; Wolken- und Niederschlag; Sonnenspektrum und Strahlungsgesetze; Spurengase und Treibhauseffekt; Corioliskraft und geostrophische Winde; Globale Zirkulation; Aerosole und Feinstaub in der Atmosphäre; Entstehungsmechanismen des Ozonlochs; Atmosphärische Optik. Um Wiederholungen bei den Darstellungen zu vermeiden, wird in den Beiträgen in eckigen Klammern jeweils auf die primäre Behandlung hingewiesen.

Kursleitung

Prof. Dr. Wolf Aßmus, Professor für Physik an der Goethe-Universität Frankfurt

Bertram Bühner, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Atmosphäre und Umwelt der Goethe-Universität Frankfurt

5.1 Das Ideale und das Reale Gas

Schülerin: Hannah Marie Buchenau

Betreuer: Alexander Dick

Das Ideale Gas Der Name *Ideales Gas* bezeichnet ein Modell, mit dem sich viele thermodynamische Prozesse von Gasen sehr gut beschreiben lassen. Hierbei ist das Ideale Gas, wie der Name schon impliziert, eine idealisierte Modellvorstellung. Das bedeutet, dass das Ideale Gas eine starke Vereinfachung der Realität darstellt und die Beobachtungen in der Natur nur in erster Näherung abbildet.

Die Gasteilchen werden im Idealen Gas als *Massepunkte* betrachtet, die demnach eine Masse haben, allerdings kein eigenes Volumen. Dieses kann aufgrund der kleinen räumlichen Ausbreitung der Teilchen bei großen Distanzen zwischen den einzelnen Teilchen vernachlässigt werden. Im Idealen Gasmodell werden weder abstoßende noch anziehende Kräfte der Teilchen berücksichtigt. Die Teilchen bewegen sich vollkommen chaotisch durch den Raum. Alle Stöße der Teilchen untereinander oder der Teilchen mit den Wänden/der Umgebung erfolgen komplett *elastisch*.

Obwohl das Ideale Gas eine Vereinfachung der Realität ist, verhalten sich viele ein- und zweiatomige Gase, wie Edelgase, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, unter Normalbedingungen ähnlich, wie in dem Modell angenommen. Deshalb können Vorgänge in der Atmosphäre auch mithilfe des Idealen Gases näherungsweise beschrieben werden. Unter Normalbedingungen besser als *Reale Gase* beschriebene Stoffe nähern sich in ihrem Verhalten dem des Idealen Gases bei niedrigem Druck oder hohen Temperaturen an. Für das Ideale Gas gelten folgende vier wesentlichen Gesetze:

| Gesetz von Boyle-Mariotte | Gesetz von Gay-Lussac | Gesetz von Amontons | Gesetz der Gleichförmigkeit |
|--|---|---|--|
| Gilt bei konstanter Temperatur: | Gilt bei konstantem Druck: | Gilt bei konstantem Volumen: | Gilt bei konstantem Druck und konstanter Temperatur: |
| $p \sim 1/V$ $p \times V = \text{konstant}$ | $T \sim V$ $\frac{T}{V} = \text{konstant}$ | $p \sim T$ $\frac{T}{p} = \text{konstant}$ | $n \sim V$ $\frac{n}{V} = \text{konstant}$ |
| ⇨ hoher Druck ⇨ ~ kleines Volumen | ⇨ hohe Temperatur ⇨ ~ großes Volumen | ⇨ hohe Temperatur ⇨ ~ hoher Druck | ⇨ 2x Stoffmenge ⇨ ~ 2x Volumen |
| ⇨ niedriger Druck ⇨ ~ großes Volumen | ⇨ niedrige Temperatur ⇨ ~ kleines Volumen | ⇨ niedrige Temperatur ⇨ ~ geringer Druck | ⇨ halbe Stoffmenge ⇨ ~ halbes Volumen |

Aus diesen vier Gesetzen ergibt sich die *Ideale Gasgleichung*, auch thermische Zustandsgleichung genannt:

$$pV = nk_B T$$

mit

p = Druck V = Volumen n = Stoffmenge
 k_b = Boltzmann-Konstante T = Temperatur



Abb. 1. Effekt flüssigen Stickstoffs auf einen Ballon^[1]

abstoßenden Kräfte der Teilchen werden im Realen Gas berücksichtigt. Wie beim Idealen Gas geht man auch im realen Gasmodell von grundlegender chaotischer Teilchenbewegung aus. Für Reale Gase gilt folgende verbesserte Gleichung, genannt *Van-der-Waals-Gleichung*:

Experiment Um die Proportionalität zwischen der Temperatur und dem Volumen von Idealen Gasen zu veranschaulichen, gossen wir flüssigen Stickstoff über einen mit Luft gefüllten Luftballon. Flüssiger Stickstoff in einem Dewargefäß hat eine Temperatur von -196 °C . Die Luft im Ballon zog sich stark zusammen, sobald sie in Berührung mit dem kalten Stickstoff kam. Als der Ballon langsam wieder Raumtemperatur annahm, wurde die Ballonhülle wieder gespannt. Diese Beobachtungen sind damit erklärbar, dass aus dem Gesetz von Gay-Lussac folgt, dass eine niedrige Temperatur mit einem kleinen Volumen einhergeht.

Reale Gase Moleküle mit starken Anziehungskräften, wie zum Beispiel CO_2 , können nur unzureichend mithilfe der Idealen Gasgleichung bzw. dem Modell des Idealen Gases beschrieben werden. Für alle solchen Gase, die, anders als der überwiegende Anteil der Gase in unserer Atmosphäre, nicht mithilfe des Idealen Gasgesetz beschrieben werden können, wird das Modell des *Realen Gases* genutzt, welches das Verhalten der Teilchen realitätsnaher beschreibt. Als zusätzliche Annahme für das Reale Gas gilt, dass die Teilchen neben einer Masse auch ein Volumen haben. Auch die anziehenden und

$$\left(p + \frac{a}{V_m^2} \right) \cdot (V_m - b) = RT$$

Zum einen wird die stoffabhängige Kraftwirkung zwischen den Teilchen, der *Kohäsionsdruck* a , berücksichtigt. Zum anderen wird mit dem *Kovolumen* b das Eigenvolumen der Teilchen miteinbezogen. Durch dieses Kovolumen reduziert sich das den Teilchen zur Verfügung stehende Volumen, auf $V - b$. Das molare Volumen V_m beschreibt das Volumen, das ein Mol des Gases einnimmt.

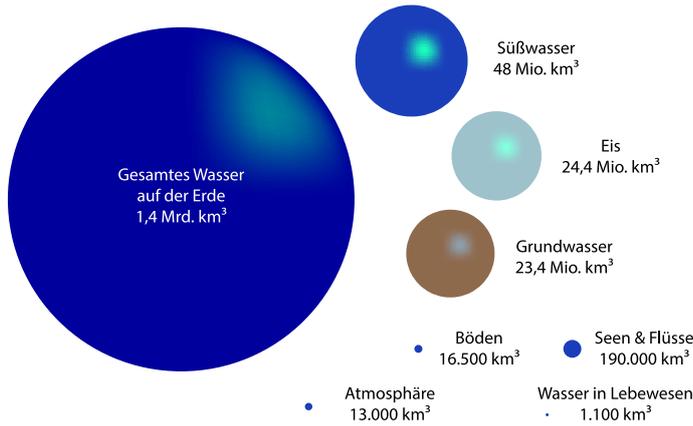
Quellen

- [1] Aufnahme von Alexander Dick; mit freundlicher Nutzungserlaubnis zur Verfügung gestellt
- [2] Kristen, Yvonne: „Thermodynamik“, Online Ressource, Uni Ulm, abrufbar unter: https://www.uni-ulm.de/fileadmin/website_uni_ulm/nawi.inst.251/Didactics/thermodynamik/INHALT/HS1.HTM (abg. am 25.07.2019)
- [3] Wagner, Paul: „Einführung in die Physik I“, Online Vorlesung, Universität Wien, abrufbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=ImoG19t2YAA> (abg. am 26.07.2019)

5.2 Wasserdampf und Feuchte in der Atmosphäre

Schüler: Philipp Seiffert
 Betreuer: Bertram Bühner

Wasser macht nur einen winzigen Anteil der gesamten Masse unseres Universums aus. Dennoch wird die Erde gerne auch als der *blaue Planet* bezeichnet – und das zurecht! Ganze 1,4 Milliarden Kubikkilometer Wasser beherbergt unser Planet, das ergibt einen Würfel mit einer Kantenlänge von 1120 Kilometern. Allein der Würfel für Süßwasser hat eine Kantenlänge von 363 Kilometern; dieses wiederum wird größtenteils von Eis und Grundwasser ausgemacht^[1].



Eine von zahlreichen Theorien besagt, dass all dieses Wasser im Laufe der Zeit über Eismeteoriten auf die Erde kam. Wasser sticht als Molekül durch besondere Eigenschaften hervor. Wassermoleküle sind starke Dipole und bilden zueinander Wasserstoffbrückenbindungen aus. Mehrere auf diese Art und Weise miteinander verbundene Wassermoleküle bezeichnet man als *Wassercluster*. Je kälter es ist, desto weniger Bewegung herrscht innerhalb des Wassers und desto mehr und größere Cluster können sich bilden. In Wasserclustern ist der Abstand zwischen den Wassermolekülen größer als in ungeclustertem Wasser. In Eis sind die Wassermoleküle vollständig kristallisiert und deshalb noch ausgedehnter. Deshalb steigt die Ausdehnung des Wassers im Prozess des Gefrierens. Da dies dem üblichen Verhalten von Stoffen, bei sinkender Temperatur dichter zu werden, widerspricht, spricht man davon, dass Wasser in einer bestimmten Temperaturspanne um den Nullpunkt herum eine *Dichteanomalie* aufweist.

Abb. 1. Wasservorkommen auf der Erde ^[2]

Abstand zwischen den Wassermolekülen größer als in ungeclustertem Wasser. In Eis sind die Wassermoleküle vollständig kristallisiert und deshalb noch ausgedehnter. Deshalb steigt die Ausdehnung des Wassers im Prozess des Gefrierens. Da dies dem üblichen Verhalten von Stoffen, bei sinkender Temperatur dichter zu werden, widerspricht, spricht man davon, dass Wasser in einer bestimmten Temperaturspanne um den Nullpunkt herum eine *Dichteanomalie* aufweist.

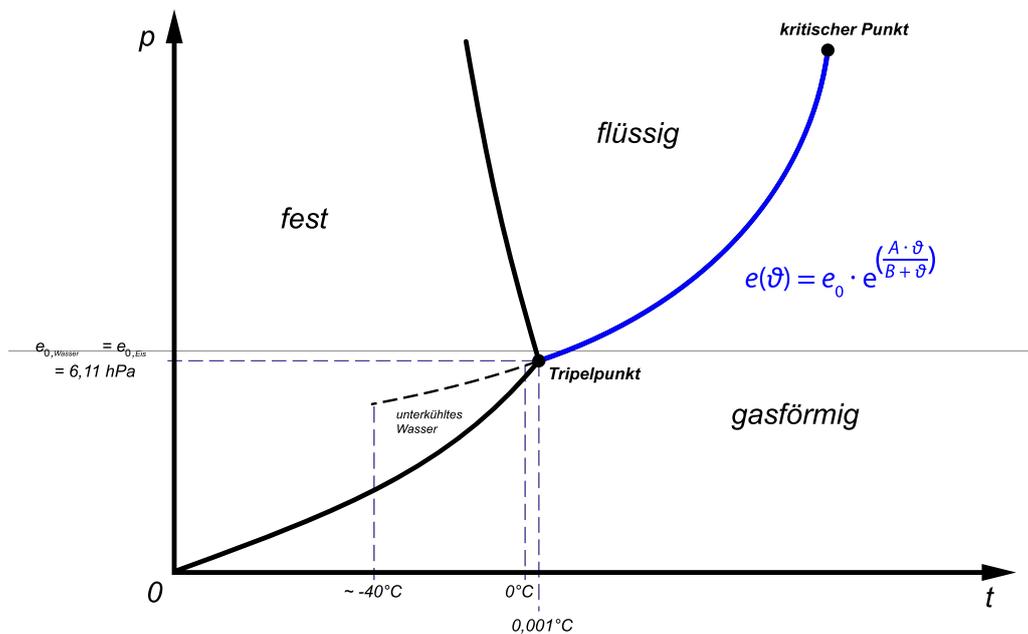


Abb. 2. Phasendiagramm von Wasser - Auftragung von Druck p gegen die Temperatur t und Eintragung resultierender Phasen^[2]

Phasen bezeichnen einen zusammenhängenden Bereich mit gleichen Materialeigenschaften und gleichem Aggregatzustand. Welchen Aggregatzustand ein Stoff bei einer bestimmten Temperatur unter bestimmtem Druck hat, kann man einem *Phasendiagramm* (s. Abb. 2) entnehmen. Wenn sich die entsprechenden Linien des Drucks und der Temperatur in der Fläche „flüssig,“ kreuzen, so weiß man, dass unter dieser Temperatur und diesem Druck mehr Teilchen von den anderen Aggregatzuständen in den Flüssigen wechseln als umgekehrt. Liegt der Punkt dagegen exakt auf der (blau markierten) Linie zwischen der „flüssig“ und der „gasförmig“, so halten sich die Menge der zwischen den Phasen übertretenden Teilchen, genau die Waage und die Phasen koexistieren.

Die blau eingezeichnete Linie entlang des Phasenübergangs flüssig-gasförmig heißt *Sättigungsdampfdruckkurve* dar. Diese stellt den Druck im Verhältnis zur Temperatur dar, an dem Wasser in der Luft kondensiert. Die Umkehrfunktion heißt *Taupunktcurve*.

Es seien im Folgenden sechs gängige Feuchtemaße vorgestellt:

- Der *Wasserdampfpartialdruck* bezeichnet den Partialdruck des Wasserdampfes in der Luft. Dieser ist abhängig von der Temperatur und der Menge an Wasserdampf in der Luft.
- Die *relative Feuchte* gibt den Wasserdampfpartialdruck im Verhältnis zum Sättigungsdampfdruck an, also wie gesättigt die Luft mit Wasser ist.
- Die absolute Feuchte *a* bezeichnet die Masse an Wasserdampf pro Volumen, von der auch der Wasserdampfpartialdruck abhängig ist.
- Ein viertes Maß ist die *spezifische Feuchte*. Sie gibt die Masse an Wasser im Verhältnis zur Masse an feuchter Luft an, wobei mit feuchter Luft die Luft inklusive des enthaltenen Wasserdampfes gemeint ist.
- Das *Wasserdampfmischungsverhältnis* schließlich gibt die Masse an Wasser im Verhältnis zur Masse an trockener Luft an.
- Die Umkehrfunktion der Sättigungsdampfdruckkurve nennt sich *Taupunktcurve*. Der Taupunkt ist die Temperatur, bei deren Unterschreitung das Wasser in der Luft kondensiert. Der bei Abkühlen eines bestimmten Luftvolumens erreichte Taupunkt kann ebenfalls als Feuchtemaß fungieren.

Zur Messung der Feuchtigkeit gibt es drei traditionelle Instrumente:

- Ein *Psychrometer* besteht aus zwei Thermometern, einem „normalen“ und einem in feuchte Baumwolle gehüllten *Feuchtthermometer*. Letzteres wird beim Verdunsten abgekühlt. Je niedriger der Wasserdampfpartialdruck, desto mehr Wasser kann verdunsten, und desto höher ist die entstehende Temperaturdifferenz zwischen beiden Thermometern. Man kann dann mit der Psychrometerformel aus der Temperaturdifferenz den Wasserdampfpartialdruck berechnen.
- Ein *Haarhygrometer* nutzt menschliches Haar, das sich relativ temperaturunabhängig und dafür sehr feuchtigkeitabhängig ausdehnen und zusammenziehen kann, um mechanisch die relative Feuchte zu messen.
- Ein *Taupunktspiegelhygrometer* besteht aus einem Spiegel, den man so lange herunterkühlt, bis man durch mangelnde Reflektivität detektiert, dass er beschlagen ist, dass also der Taupunkt erreicht wurde. Mit einem Thermometer liest man dann den Taupunkt ab.

Moderne Messtechnik verwendet vor allem elektronische Feuchtesensoren, bei denen die Kapazität spezieller Kondensatoren gemessen wird, die wiederum von der Luftfeuchte abhängig ist. Auch chemische Indikatormethoden auf Basis von Redoxreaktionen und Indikatorpapiere finden Einsatz.

Quellen

- [1] Bralower, T. & Bice, D.: „Earth 103: Earth in the Future - Module 8“, College of Earth and Mineral Science, The Pennsylvania State University, abrufbar unter: <https://www.e-education.psu.edu/earth103/node/701> (abg. am 4.11.2019)
- [2] Grafik von Bertram Bühner; mit freundlicher Nutzungserlaubnis zur Verfügung gestellt

5.3 Luftfeuchte, Wolken, Niederschlag

Schülerin: Elisabeth Decker
Betreuer: Bertram Bühner

Wolken bestehen aus großen Ansammlungen kleiner, flüssiger Wassertröpfchen. Damit sie entstehen können, müssen mehrere Voraussetzungen erfüllt sein: eine ausreichend hohe Luftfeuchtigkeit, eine Abkühlung der Luft und Vorhandensein von Aerosolen.

Luftfeuchtigkeit Die Luftfeuchtigkeit ist ein Maß für die Anzahl an Wasserdampfmolekülen in der Luft. Wasser kommt in Wolken in allen drei Aggregatzuständen vor – als Eis, Wasser und Dampf. Der Wasserdampf, der für die Entstehung der Wassertröpfchen in Wolken benötigt wird, kommt vor allem durch Evaporation in die Luft. Bei der Evaporation verdunstet Wasser von Oberflächen der Erde, z. B. Seen und Meer.

Wasser verdunstet ständig, denn die einzelnen Wassermoleküle in der flüssigen Phase bewegen sich unterschiedlich schnell. So haben immer einige Moleküle ausreichend kinetische Energie, um die flüssige Phase zu verlassen und in die Gasphase zu wechseln. Umgekehrt wechseln aber immer auch Moleküle von der Gasphase in die flüssige Phase. Diese Gasmoleküle üben – wie jedes Gas – einen Druck aus, den sogenannten *Wasserdampfpartialdruck*. Bei einem hohen Wasserdampfpartialdruck kondensieren viele Gasmoleküle, bei einem niedrigen Wasserdampfpartialdruck kondensieren weniger Gasmoleküle auf der (Wasser-)Oberfläche.

Herrscht Gleichgewicht, kondensieren genau so viele Gasmoleküle, wie Moleküle aus dem Wasser verdunsten. Die Menge an Wasser in flüssigen und gasförmigen Phase bleibt im Schnitt gleich. Dies ist der Fall, wenn der *Wasserdampfpartialdruck* dem sogenannten Sättigungsdampfdruck entspricht. Dieser ist abhängig von der Temperatur [Abs. 5.2]. Bei niedrigen Temperaturen ist die durchschnittliche kinetische Energie der Wassermoleküle geringer und es verdunstet weniger Wasser. Der Gleichgewichtszustand ist also schon bei geringerem Dampfdruck erreicht, der Wasserdampf kann kondensieren.

Wolken Damit eine Wolke in einem (gedachten) Luftpaket entstehen kann, muss es abkühlen. Dies passiert, wenn das Luftpaket aufsteigt. Ein solches Aufsteigen geschieht entweder durch Konvektion, wenn das Paket wärmer und damit leichter als die Umgebungsluft ist und in höhere Schichten aufsteigt, oder wenn Advektion das Luftpaket horizontal auf ein Hindernis (Gebirge, Warm-/Kaltfronten) weht und es dort gezwungen ist, aufzusteigen.

Wenn das Luftpaket aufsteigt, verringert sich der Luftdruck. Mit sinkendem Luftdruck wird das Volumen größer [ideale Gasgleichung; Abs. 5.1]. Die Gesamtenergie der Moleküle bleibt aber gleich, sodass die Temperatur im Luftpaket sinkt (adiabatische Expansion).

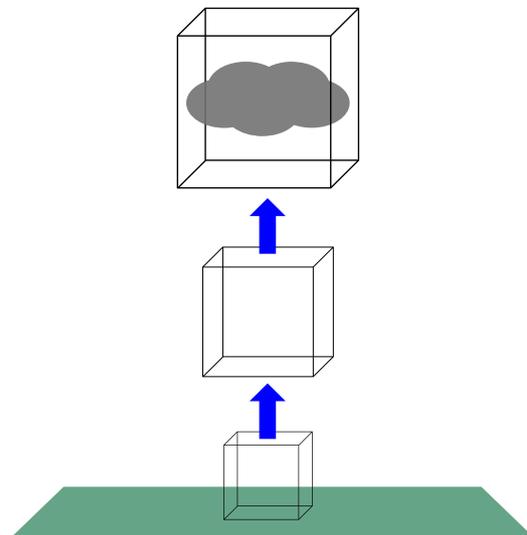


Abb. 1. Illustration einer Wolkenbildung ^[1]

Auf einer bestimmten Höhe ist das Luftpaket durch den niedrigen Druck so weit abgekühlt, dass der enthaltene Wasserdampf kondensieren kann. Wenn der Wasserdampf allerdings in reiner Luft kondensieren will, lagern sich die Moleküle zwar in kleinen Wasserclustern zusammen, diese sind aber sehr instabil und verdunsten sofort wieder, weil die Kräfte zwischen den Molekülen nicht stark genug sind, um eine Oberflächenspannung aufzubauen. Diesen Effekt nennt man *Krümmungseffekt*: je kleiner der Radius des Tröpfchens, desto leichter lösen sich die Moleküle aus dem Tröpfchen und wechseln in die Gasphase.

Deswegen braucht es für die Entstehung von Wolken *Aerosole* [Abs. 5.8] mit speziellen Eigenschaften, an deren Oberfläche sich die Wassermoleküle anlagern können. Die Wasserdampfmoleküle können so größere Tropfen bilden, die stabiler sind. Die als Kondensationskeime fungierenden Aerosole (CCN = Cloud Condensation Nuclei; Wolkenkondensationskerne) ziehen Wasser an und sind für gewöhnlich hydrophil.

Diese Eigenschaft ist relevant für den *Lösungseffekt*: Wassermoleküle verdunsten aus Lösungen (z.B. Salzlösungen) langsamer, weil sie mit den Molekülen des gelösten Stoffes zusätzliche Bindungen eingehen. Der Sättigungsdampfdruck ist über Lösungen also niedriger als über reinem Wasser und wirkt somit dem Krümmungseffekt entgegen.

Diese beiden Effekte wurden 1936 in der *Köhlertheorie* vereint: Wenn der Krümmungseffekt überwiegt, verdunstet das zu kleine Tröpfchen wieder. Halten sich Krümmungs- und Lösungseffekt die Waage, so ist das Tröpfchen im Gleichgewicht und wird weder verdunsten, noch wachsen. Überwiegt der Lösungseffekt, so wachsen die Tröpfchen.

Niederschlag Für Niederschlag braucht es weitere Prozesse, die an den Köhlerprozess anschließen. Denn die Tröpfchen müssen so schwer werden, dass sie von den Aufwinden, die in jeder Wolke herrschen, nicht mehr in der Schwebelage gehalten werden können. Diese Winde führen auch zum Kollidieren von kleineren Tropfen, sodass diese zu größeren Tropfen zusammenfließen (*Koaleszenz*). Doch die Winde zerreißen die Tropfen auch wieder, sodass diese z. B. nur Nieselregen verursachen können. Was braucht es also für heftige Regenschauer?

Hier kommt der *Bergeron-Findeisen-Prozess* ins Spiel: Er tritt auf, wenn in einer Wolke Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes herrschen und sich Eiskristalle bilden. In einer Wolke existieren aber auch bei Temperaturen dicht unterhalb des Gefrierpunkts neben den Eiskristallen immer auch unterkühltes Wasser, das nicht zu Eis gefrieren kann, denn für das Gefrieren benötigen die Tropfen spezielle Aerosole (IN = Ice Nuclei; Eiskeime).

Eis ist eine deutlich stabilere Phase als Wasser, Moleküle resublimieren also nicht so schnell in die Gasphase, wie sie aus Wassertropfen verdunsten. Daraus folgt, dass der Sättigungsdampfdruck über Eiskristallen niedriger ist als über Wassertropfen. Obwohl also innerhalb einer Wolke in der Luft zwischen den Tropfen und Kristallen überall der gleiche Wasserdampfpartialdruck herrscht, wachsen Eiskristalle schneller an als die Wassertropfen. Dabei entziehen sie der Luft Wasserdampfmoleküle, wodurch der Wasserdampfpartialdruck sinkt und die Tröpfchen verdunsten. Die Eiskristalle können so auf Kosten der Wassertropfen anwachsen.

Eiskristalle können sehr viel größer werden als Wassertropfen, da sie stabiler sind. Wenn sie schwer genug sind, um zur Erde zu fallen, können sie als Schnee oder Graupel bei uns auftreffen. Sie können aber auch heftige Regenfälle verursachen, wenn sie auf ihrem Weg durch die Troposphäre auftauen.

Niederschläge lassen sich noch immer nur ungenau vorhersagen, weil noch weitere komplexe Prozesse in Wolken stattfinden, die schwierig zu beobachten und Gegenstand aktueller Forschung sind. Dies betrifft auch die Wirkung von Wolken auf das Klima.

Quellen

- [1] Grafik von Bertram Bühner; mit freundlicher Nutzungserlaubnis zur Verfügung gestellt
- [2] Hauck, Marius: „Tieftemperaturmessungen bis -15°C mit den Kondensationskernzählern VI-PER und TSI 3776“, Bachelorarbeit, Goethe Universität Frankfurt am Main, 2014

5.4 Sonnenspektrum und Strahlungsgesetze

Schüler: Jan Loder
 Betreuer: Jakob Lohr

Die Strahlungsgesetze beschreiben das Verhalten von Strahlung in Form elektromagnetischer Wellen [Abs. 5.10]. Damit die Betrachtungen möglichst einfach bleiben, bedient man sich des Modells des *Schwarzen Körpers*. Ein Schwarzer Körper ist ein Objekt, welches die gesamte Strahlung, die auf ihn trifft, absorbiert. Daher ordnet man ihm den Absorptionsgrad $\alpha = 1$ zu. Der Schwarze Körper absorbiert Strahlung vollständig, ähnlich einem schwarzen T-Shirt. Im Unterschied zum T-Shirt absorbiert der Schwarze Körper jedoch das Licht aller Wellenlängen, das T-Shirt hingegen nur im sichtbaren Bereich.

In der Praxis nähert man einen Schwarzen Körper durch den sogenannten *Hohlraumstrahler*. Dabei fällt Strahlung durch ein kleines Loch in einen Hohlraum. Nun wird das Licht mehrfach reflektiert, wobei bei jedem Kontakt mit den Innenwänden ein Großteil des Lichtes absorbiert wird. Somit absorbiert der Hohlraumstrahler immer mehr Strahlung, sodass der wieder nach draußen reflektierte Teil minimal ist. Den Zusammenhang zwischen Absorption und Emission beschreibt das *Kirchhoffsche Strahlungsgesetz*. Vereinfacht gesprochen sagt es aus, dass ein Körper nur so viel Strahlung emittieren kann, wie er absorbiert hat, da sonst ein Verstoß gegen den Energieerhaltungssatz vorläge. Aus dieser Gesetzmäßigkeit kann man schlussfolgern, dass Schwarze Körper nicht nur ideale Absorber sind, sondern auch ein idealer Emittier (Strahler). Die exakte theoretische Beschreibung dieser Strahlung gelang Max Planck. Man nennt seine mathematische Beschreibung der Schwarzkörperstrahlung das **Plancksche Strahlungsgesetz**:

$$\rho(T, \nu) d\nu = \frac{8\pi\nu^3}{c^3} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} d\nu \quad (1)$$

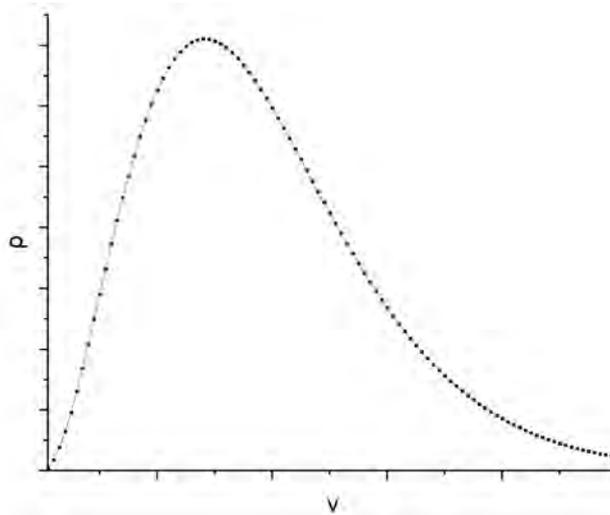


Abb. 1. Planckkurve in qualitativer Betrachtung (nicht maßstabsgetreu); mit der Frequenz ν und der Energiedichte ρ [1]

An der Auftragung der Planckkurve (Abb. 1) kann man erkennen, dass die Energiedichte von der Frequenz abhängig ist. Man sieht, dass unterschiedliche Frequenzen unterschiedlich stark zur Gesamtabstrahlung beitragen. Eine weitere Konsequenz aus Plancks Überlegungen ist die Quantisierung von Energie. So wird Energie nur in diskreten (=Quanten) abgegeben und nicht kontinuierlich. Das bedeutet, dass die Energieabgabe stufenweise erfolgt, wobei die Stufen nicht beliebig klein gewählt werden dürfen, sondern nur ganzzahlige Vielfache des Planckschen Wirkungsquantums h annehmen können.

Nachdem die auf die Atmosphäre eintreffende Strahlung charakterisiert wurde, stellt sich die Frage, was mit der Strahlung dort passiert.

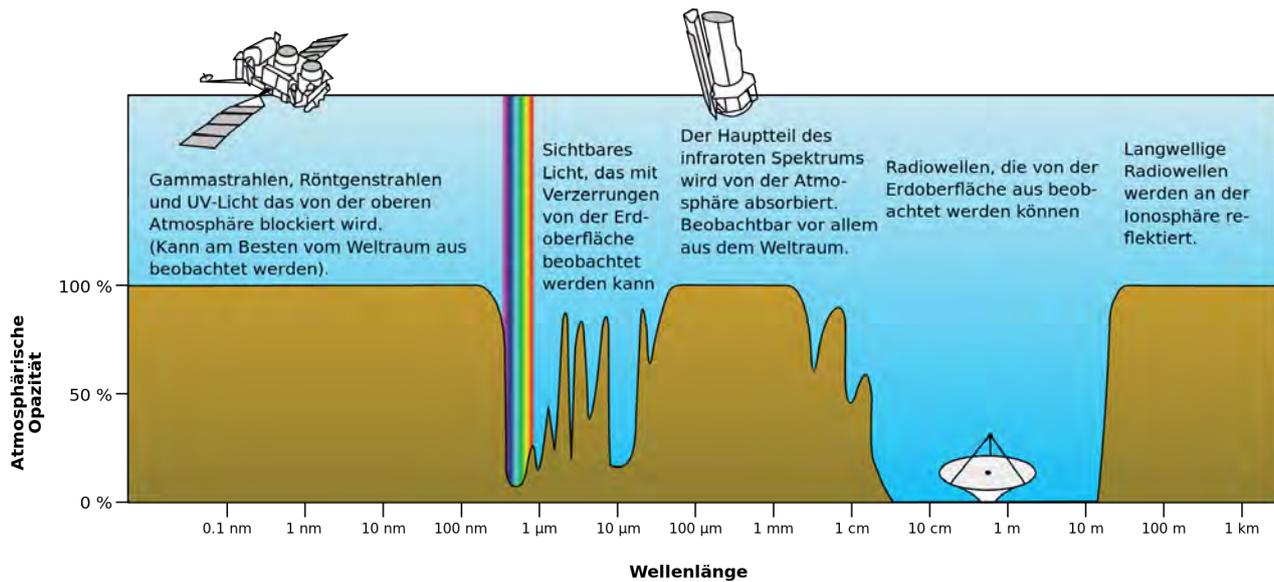


Abb. 2. Durchlässigkeit (*Opazität*) der Atmosphäre für elektromagnetische Wellen verschiedener Wellenlängen ^[2]

Man erkennt anhand der Grafik, dass die Atmosphäre für unterschiedliche Wellenlängen verschieden durchlässig ist. Dieses Phänomen lässt sich mithilfe des *inneren Photoeffekts* erklären. Dabei absorbiert ein Atom ein *Photon* mit einer bestimmten Energie $E = h \cdot \nu$. Diese absorbierte Energie wird dazu verwendet, um ein Elektron von einem niedrigeren auf ein höheres *Energieniveau* zu heben. Es gibt allerdings auch den umgekehrten Effekt. Dabei fällt ein Elektron von einem höheren auf ein niedrigeres Energieniveau und ein Photon mit entsprechender Frequenz wird emittiert. Doch für das Phänomen der wellenlängenabhängigen Opazität kann man letzteren Effekt vernachlässigen, da sofort Reabsorption eintritt.

Jedes Element absorbiert Photonen mit der Frequenz, die der Energie entspricht, die benötigt wird, um Elektronen auf ein höheres Energieniveau zu heben. Somit absorbiert jedes Element einen anderen Frequenzbereich (und damit auch anderen Wellenlängenbereich) von elektromagnetischer Strahlung. Aus der Atmosphärenzusammensetzung folgt ihre Opazität.

Wenn sich nun die Zusammensetzung der Erdatmosphäre durch externe Effekte ändert, ändert sich auch ihre Durchlässigkeit. Wenn Strahlung auf die Erde fällt, dann wird sie teilweise absorbiert und mit einer längeren Wellenlänge wieder emittiert. Das ist der Fall, weil die Erde kälter ist als die Sonne. Deswegen muss sie energieärmere Strahlung abgeben. Falls die Atmosphäre jetzt für diesen längeren Wellenlängenbereich nicht mehr durchlässig ist, heizt sich die Erde auf. Diesen Effekt nennt man *Treibhauseffekt* [Abs. 5.5].

Quellen

- [1] Grafik von Jakob Lohr; mit freundlicher Nutzungserlaubnis zur Verfügung gestellt
 [2] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atmospheric_electromagnetic_opacity-de.svg?uselang=de (abg. am 07.08.2019) Nutzung gemeinfrei; Urheber: NASA (original), SVG von Wikipedia User Mysid, Übersetzung durch Wikipedia User Ariser

5.5 Spurengase und Treibhauseffekt

Schüler: Jan Henning
Betreuer: Alexander Dick

Obwohl Spurengase nicht einmal 1% des Volumens der Erdatmosphäre ausmachen, sind sie unabdingbar für das Leben auf der Erde. Sie schützen uns vor den Teilen des Sonnenspektrums, die für uns gefährlich sind, und sorgen gleichzeitig dafür, dass unser Planet sich auf den Bereich physiologischer Temperaturen erwärmt, bei denen Leben möglich ist. Doch seit die Menschheit im Zuge der Industrialisierung riesige Mengen von Spurengasen in die Atmosphäre bringt, bergen sie auch Probleme.

Diejenigen Spurengase, die auch als Treibhausgase bekannt sind, werden oft mit den Glasscheiben eines Gewächshauses verglichen. In einem Gewächshaus soll das energiereiche sichtbare Licht der Sonne (Schwarzkörperstrahlung von ca. 5800 K; UV/vis-Bereich) durch die Scheiben gelangen und den Boden des Gewächshauses erwärmen. Der Boden, ein annähernd Schwarzer Körper [Abs. 5.4], strahlt wiederum Energie im langwelligen infraroten Bereich ab. Diese Strahlung wird jedoch nun von den Scheiben des Gewächshauses reflektiert, sodass die Temperatur im Gewächshaus steigt. Ähnlich wirken die Treibhausgase. Sie lassen die Sonnenstrahlung passieren, die Erde erwärmt sich. Das Maximum der Strahlung der Erde liegt nach dem Wienschen Verschiebungsgesetz bei einer Temperatur von ca. 288 K und damit deutlich im infraroten Bereich. Diese Strahlung wird von den Treibhausgasen absorbiert, die besonders im infraroten Bereich aktiv sind, und anschließend teilweise zur Erde zurückgesandt, was diese weiter erwärmt.

Das Hauptkriterium für die Einordnung eines Gases als Treibhausgas ist demnach seine Infrarotaktivität. Eine Voraussetzung für die Absorption von infraroter Strahlung ist, dass die dabei auftretende Schwingungsänderung im Molekül das Dipolmoment des Moleküls verändert. Dazu muss eine Trennung der Ladungen im Molekül vorliegen. Daraus folgt, dass Treibhausgase aus mindestens drei Atomen bestehen müssen. Die zweiatomigen Elementmoleküle Stickstoff und Sauerstoff sowie die einatomigen Edelgase, die zusammen den Großteil der Atmosphäre ausmachen, haben daher kaum Auswirkungen auf die Strahlungsbilanz der Erde und damit unser Klima. Im Gegensatz dazu stehen diejenigen Spurengase, die im Kyoto-Protokoll genannt sind und deren Emission verringert werden sollte: Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan (CH_4), Lachgas (N_2O), die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) und Schwefelhexafluorid (SF_6). Gleichzeitig muss jedoch beachtet werden, dass das wichtigste Treibhausgas meistens nicht als solches bekannt ist: Wasserdampf. Wasser ist zwar beispielsweise in Form von Wolken auch dafür verantwortlich, dass ein Teil des Sonnenlichtes direkt reflektiert wird, was die Erde kühlt, trägt aber auch zu mehr als 60% zum natürlichen Treibhauseffekt bei und erwärmt die Erde damit stark. Von besonderer Bedeutung ist aber aktuell nicht der natürliche, sondern der menschengemachte Treibhauseffekt. Die beständige Erhöhung von Spurengasen in der Atmosphäre seit Beginn der Industrialisierung verstärkt den Treibhauseffekt immer weiter. Dadurch erhöht sich die Erdtemperatur, was als anthropogener Klimawandel bezeichnet wird.

Um die unterschiedlich starken Einflüsse von Treibhausgasen auf unser Klima vergleichen zu können, kann man den Begriff der CO_2 -Äquivalente, auch als Treibhauspotential bekannt, nutzen. Dabei werden unter anderem Kriterien wie die Lebensdauer oder die Fähigkeit, infrarote Strahlung zu absorbieren, beachtet. Ziel ist es zu bestimmen, wie viel Kilogramm CO_2 eine ähnliche Wirkung haben wie ein Kilogramm des betreffenden Spurengases. Dabei zeigt sich, dass einige FCKW mitunter 2000-fach so effektiv wie CO_2 sind. Allerdings sind sie im Gegensatz zu CO_2 in relativ kleinen Konzentrationen vorhanden. Interessant ist auch die Frage nach den Quellen und Senken von Spurengasen. Wie der Begriff der Lebensdauer impliziert, bleiben Spurengase natürlich nicht für immer in der Atmosphäre. Genauso wie die meisten Spurengase auf viele verschiedene Arten natürlich entstehen können, werden sie auch wieder chemisch zersetzt oder gebunden. Dadurch entstehen vielfältige Kreisläufe. Ein Beispiel dafür ist der sogenannte Kohlenstoffkreislauf: Über den Planeten sind zahlreiche Speicher von Kohlenstoff verteilt; ein großer Teil davon ist in Form von Carbonaten in Gestein oder als CO_2 oder Methan gelöst in der Tiefsee. Vergleichsweise sehr klein dazu sind die Kohlenstoffmengen, die in der lebenden Biomasse oder in Form von Spurengasen in der Atmosphäre vorhanden sind.

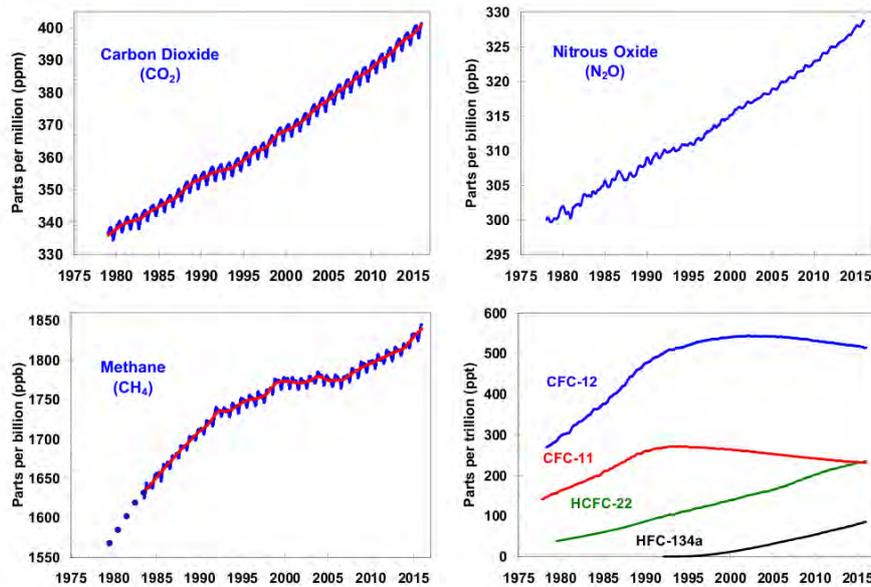


Abb. 1. Konzentrationen verschiedener Treibhausgase als Funktion der Zeit ^[1]

Diese Speicher können natürlich auch zu Quellen werden. Ein täglich ablaufender Kreislauf ist die Aufnahme von CO_2 durch Pflanzen bei der Photosynthese am Tag und die überwiegende Respiration durch Tiere in der Nacht, wenn die Pflanzen keine Photosynthese mehr betreiben können. Die Verbrennung von fossilen Brennstoffen, bei der das vor langer Zeit von Pflanzen gebundene CO_2 wieder in die Atmosphäre gebracht wird, ist ein Beispiel für einen langen Kreislauf. Ähnliches passiert kontinuierlich mit vielen anderen Spurengasen. CH_4 etwa gelangt besonders durch übermäßigen Reisanbau, Viehzucht oder Brandrodungen in die Atmosphäre. Auch N_2O wird durch Überdüngung mit Stickstoffdünger von Pflanzen vermehrt in die Atmosphäre gebracht, was den Treibhauseffekt verstärkt. Diese von Menschen verantwortete Entwicklung der Gase CO_2 , CH_4 und N_2O sind in Abb. 1 zu sehen.

Besonders gefährlich sind die FCKW, die praktisch keine natürlichen Quellen haben, aber wegen ihrer Ungefährlichkeit für den Menschen und ihrer hervorragenden Eignung als Kälte- oder Treibmittel in Massen produziert wurden. Doch die natürliche Senke von FCKW, die Zersetzung in der Stratosphäre, führt zu massiven Problemen: Bei der Zersetzung entstehen Chlorkradikale, die mit Ozon reagieren und so die Ozonschicht zerstören [Abs. 5.9]. Inzwischen jedoch konnte die Produktion von FCKW mit dem Montreal-Protokoll fast vollständig gestoppt werden, auch wenn natürlich immer noch FCKW-Gase im Umlauf sind, so etwa in alten Kühlschränken. Diese Stagnation ist ebenfalls in Abbildung 1 zu erkennen, etwa bei Dichlordifluormethan (CFC-12).

Einen großen Einfluss auf unsere Welt könnten die sogenannten Kippelemente haben. Dies sind Rückkopplungseffekte, die ab einem bestimmten Punkt einsetzen und unsere Umwelt irreversibel verändern könnten. Ein Beispiel dafür ist das Tauen der Permafrostböden in Russland. Die Permafrostböden haben gigantische Mengen an Treibhausgasen wie CH_4 gespeichert. Beim Tauen werden diese Gase freigesetzt und gelangen in die Atmosphäre. Dadurch wird der Treibhauseffekt verstärkt, die Erde erwärmt sich noch stärker und die Permafrostböden tauen weiter. So könnte eine Rückkopplung entstehen, die den Klimawandel stark beschleunigt.

Um Szenarien wie dieses zu verhindern, muss der Ausstoß von Treibhausgasen schnellstmöglich unterbunden werden. Doch damit das gelingen kann, muss die Weltgemeinschaft zusammenarbeiten und sich an selbstauferlegte Beschränkungen halten. Das Beispiel der FCKW zeigt, dass eine Einschränkung des Ausstoßes von Treibhausgasen möglich ist. Obwohl aktuell wieder neue illegale FCKW-Quellen gefunden wurden, wird doch deutlich, dass Bestimmungen wie die des Montreal-Protokolls Wirkung zeigen können und die stetige Zunahme von Spurengasen in der Atmosphäre nicht dauerhaft sein muss.

Quellen

- [1] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Major_greenhouse_gas_trends.png (abg. am 08.06.2019) Nutzung gemeinfrei; Urheber: National Oceanic and Atmospheric Administration
- [2] Hites.2017
- [3] Buchal.2016

5.6 Die Corioliskraft und die Entstehung geostrophischer Winde

Schüler: Bjarne Lassek
Betreuer: Jan Fotakis

Um die Dynamik von Winden auf der Erde zu verstehen, müssen wir berücksichtigen, dass sie von der Erdrotation beeinflusst werden. Dies äußert sich insbesondere in der Wirkung der *Corioliskraft* auf Luftströmungen.

Um die Ursache der Corioliskraft zu begreifen, stellen wir ein simples Gedankenexperiment an. Wir nehmen an, dass die Erde eine perfekte Kugel mit Radius R ist, und betrachten kleine Luftvolumina, die sich zunächst mit der Erde drehen und sich an unterschiedlichen Breitengraden θ befinden. Aus Sicht eines ruhenden Beobachters B außerhalb der Erde bewegen sich die Pakete mit der Bahngeschwindigkeit $v = R\omega \cos(\theta)$, wobei ω die Winkelgeschwindigkeit der Erde ist. Strömt nun Wind vom Äquator zu den Polen, ändert sich die Position (der Breitengrad θ) des strömenden Luftpakets. Aufgrund des Newtonschen Trägheitsgesetzes ändert sich jedoch die Bahngeschwindigkeit nicht, da keine Kraft entlang der Breitengrade wirkt. Aus Sicht von B erfolgt eine Änderung der Strömungsrichtung, da die ankommenden Luftpakete eine höhere relative Geschwindigkeit zu B besitzen. Diese Ablenkung tritt allerdings nur auf, da die Erde ein *beschleunigtes Bezugssystem* ist. Aus der Sicht von B tritt somit eine zusätzliche Kraft auf, die den Wind ablenkt, die nach Gaspard Gustave de Coriolis als Corioliskraft bezeichnet wird^[1].

Die Corioliskraft wirkt bei Bewegungen immer senkrecht zur Bewegungsrichtung und zur Drehachse der Erde, entweder nach links (in der südlichen Hemisphäre) oder nach rechts (in der nördlichen Hemisphäre). Sie beeinflusst insbesondere Meeresströmungen (z.B. strömt der Golfstrom ihretwegen nach Europa) und Winde. Dies äußert sich u.a. in zwei Phänomenen: *geotriptischen* (Bild links) und *geostrophischen* Winden (Bild rechts). Die Druckgradientkraft wirkt stets senkrecht zu den Isobaren (gedachten Linien konstanten Drucks rund um Druckfelder) und ist diejenige Kraft, die Wind zu Druckfeldern hin oder von ihnen weg strömen lässt [Abs. 5.7]. Zunächst wird Wind durch die Druckgradientkraft erzeugt und so lange durch die Corioliskraft abgelenkt, bis ein Kräftegleichgewicht entsteht. Dies ist gegeben sobald die Corioliskraft antiparallel zu der Druckgradientkraft steht; damit liegt einer der schnellsten Winde auf der Erde vor, ein Jetstream. Diese Unterart der geostrophischen Winde ist mit fast $600 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ eine Möglichkeit für Flugzeuge, hohe Geschwindigkeiten zu erreichen oder Kerosin zu sparen.

In Abb. 2 ist vereinfacht die Entstehung solcher Jetstreams abgebildet: hier sind die Isobaren als parallele Geraden dargestellt. Die abgebildeten Pfeile stehen für die Geschwindigkeit (gelb), die Ablenkung durch die Druckgradientkraft (blau) und die durch die Corioliskraft (grün). In der Realität verläuft der Jetstream wellenförmig, da Hochs und Tiefs nicht immer denselben Abstand zueinander haben [Abs. 5.7]. Spiralwinde, wie z.B. Hurrikane (Abb. 1), sind geotriptische Winde, die um Druckfelder (Hochs und Tiefs) herum erzeugt werden und entstehen durch das Zusammenspiel von Corioliskraft (Ablenkung zur Seite), Druckgradientkraft (Ablenkung zum Feld) und Reibungskraft (Änderung der Geschwindigkeit). Die Reibungskraft stört somit das geostrophische Gleichgewicht – geotriptische Winde sind folglich ageostrophisch.



Abb. 1. Geotriptischer Wind um das Island-Tief^[2]

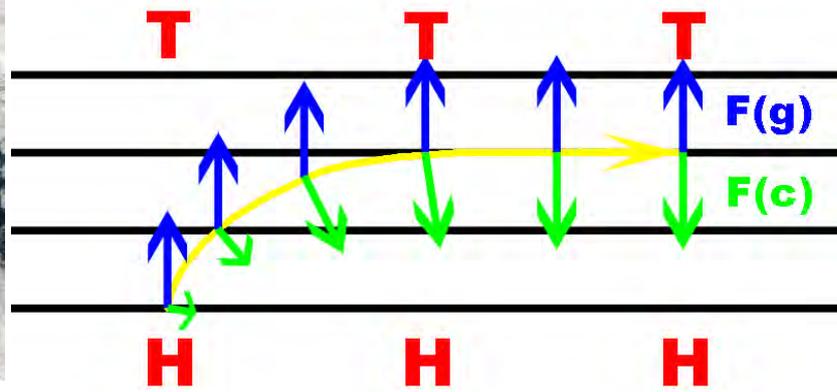


Abb. 2. Modell eines geostrophischen Windes^[3]

Nachdem wir die Richtung geklärt haben, in der die Corioliskraft wirkt, stellt sich nun die Frage nach der Proportionalität d.h. nach dem Betrag der Kraft. Nach Newtons lex secunda gilt, dass die Kraft proportional zur Masse ist. Des Weiteren ist uns aus dem ersten Abschnitt bekannt, dass die Corioliskraft davon abhängig ist, wie schnell sich die Erde dreht (beschleunigtes Bezugssystem), ist also proportional zur Winkelgeschwindigkeit ω . Wenn ein Objekt sich relativ zur Erde nicht bewegt, so darf auch keine Kraft aus dessen Sicht wirken. Nach dem obigen Gedankenexperiment über strömende Luftvolumina vom Äquator zu den Polen ergibt sich, dass die Corioliskraft wirken muss, sobald sich diese Pakete bewegen. Daraus kann man auf die Proportionalität zwischen der Corioliskraft und der Geschwindigkeit v des Objektes schließen. Eine Herleitung der Corioliskraft findet sich in Tipler, Mosca: Physik^[4]. Sie lautet: $\vec{F}_C = -2m\vec{\omega} \times \vec{v}$, wobei m die Masse des abgelenkten Luftvolumens ist. Das Kreuzprodukt berücksichtigt die relative Ausrichtung des Geschwindigkeitsvektors \vec{v} der Luftpakete zum Winkelgeschwindigkeitsvektor $\vec{\omega}$ der Erde. Wenn die beiden Vektoren parallel zueinander stehen, dann ist das Kreuzprodukt gleich Null. Parallel stehen die beiden Vektoren sowohl bei vertikalen Bewegungen an den Polen als auch bei horizontalen Bewegungen am Äquator entlang der Längengrade. Maximal wirkt die Corioliskraft damit bei vertikalen Bewegungen am Äquator und bei horizontalen an den Polen.

Quellen

[1] **Kuypers.2016**

[2] <https://visibleearth.nasa.gov/images/68992/low-off-iceland> (abg. am 5.11.2019) Nutzung gemeinfrei; Urheber: Jacques Desclotres für NASA/GSFC

[3] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geostrophisches_Gleichgewicht.jpg (abg. am 5.11.2019) Nutzung gemeinfrei; Urheber: Wikipedia User Qkaz

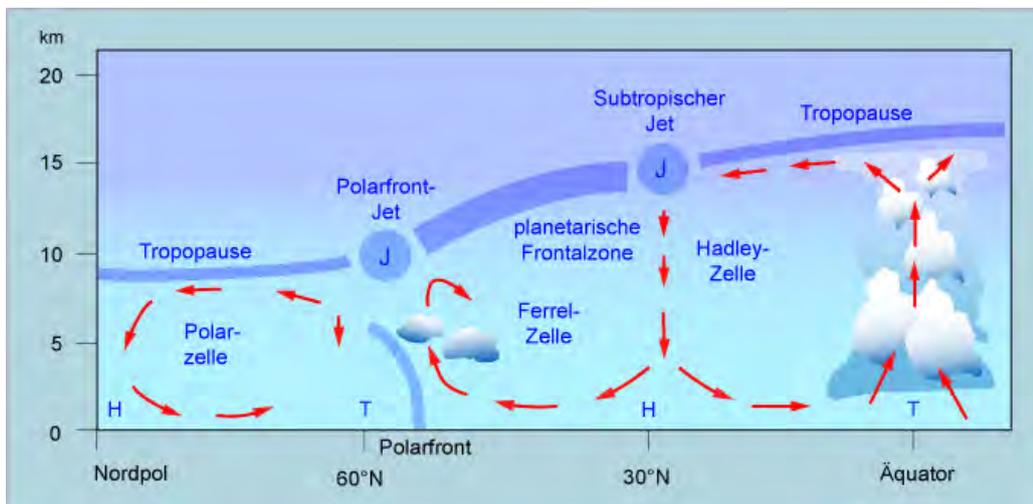
[4] **Tipler.2015**

5.7 Globale Zirkulation

Schülerin: Ricarda Miriam Mettlach
Betreuer: Jan Fotakis

Erhitzt sich ein Gebiet, steigt warme Luft auf, wodurch der Druck in der Höhe steigt und in Bodennähe abfällt. Ist ein Gebiet kühler als seine Umgebung, tritt das Gegenteil ein. Oberhalb jedes thermischen Hochs befindet sich somit ein Tiefdruckgebiet und oberhalb jedes thermischen Tiefs ein Hochdruckgebiet. Die *Druckgradientkraft* beschleunigt die Luft von Gebieten höheren Drucks (z.B. Hochdruckgebieten) hin zu Gebieten niedrigeren Drucks. Die entstehende Ausgleichsströmung nennt man *Wind*.

Betrachtet man die Erde, so stellt man fest, dass Luft an den Polen absinkt. Das liegt zum einen daran, dass die Temperatur hier niedriger ist, zum anderen treffen an den Polen Luftströme aus allen Richtungen in großer Höhe zusammen. Die zusammenlaufenden Winde können nicht die darüber befindliche Schichtgrenze der *Troposphäre*, die *Tropopause*, durchdringen und sinken daher gen Pol ab. Am Äquator hingegen befindet sich aufgrund der aufgewärmten Erdoberfläche ein bodennahes Tiefdruckgebiet. Zwischen den Hoch- und den Tiefdruckgebieten kommt es zu horizontalen Ausgleichsströmungen, während die Luft über den Polen stetig absinkt und über dem Äquator aufsteigt. Diese Zirkulation nennt man *Konvektionswalze*. Nach diesem Gedankenexperiment ergibt sich somit auf globaler Ebene pro Hemisphäre eine Konvektionszelle. Diese Vorstellung, das sogenannte *Einzellenmodell*, ist allerdings stark vereinfacht. Um die globale Zirkulation genauer beschreiben zu können führt man das *Dreizellenmodell* (Abb.1) ein: Aufgrund der abnehmenden Temperatur (und der Flächenkonvergenz) sinkt die Luft aus den Tropen ca. am 30. Breitengrad ab, wodurch ein bodennahes Hochdruckgebiet entsteht. Da die Luft wieder in Richtung des Äquators strömt entsteht die so genannte *Hadleyzelle*. Etwas Ähnliches geschieht mit der Polarluft: ca. am 60. Breitengrad steigt die erwärmte Luft auf, wodurch ein bodennahes Tief entsteht. Durch die zu den Polen strömende Luft bildet sich die *Polarzelle*. Die *Ferrelzelle* zirkuliert dazwischen gegenläufig zu Hadley- und Polarzelle. Sie tritt auf, da an den Grenzen von Hadley- und Polarzelle ein neues Hoch bzw. Tief entstanden ist und die angrenzenden Winde der Zellen dieselbe Strömungsrichtung besitzen müssen.

Abb. 1. Dreizellenmodell ^[1]Abb. 2. Rotating Tank ^[2]

Auch dieses Modell ist nur eine grobe Annäherung an die Realität. Durch die unterschiedliche Erwärmung von Land- und Wassermassen strömen die *Jetstreams* (s. Abb.1 und Abs. 5.6), geostrophische Winde, die sich zwischen den Zellen direkt unterhalb der Tropopause befinden, nicht auf Kreisbahnen, da die auf Grund von Störungen mäandernde Luft die sogenannten *Rossbywellen* verursacht. Sind die Störungen der Luftströmung stark genug, kann es zu *Cut-offs* kommen, Abschnürungen von dynamischen Hochs und Tiefs, die sich auflösen, sobald sie sich ihrer Umgebungstemperatur angepasst haben. Diese Prozesse sind vor Allem am Beispiel des Polarjetstreams zu beobachten.

Zur Veranschaulichung der atmosphärischen Prozesse führten wir im Rahmen des diesjährigen Physikkurses das „Rotating Tank“- Experiment durch (s. Abb. 2). Hierfür wird ein zylinderförmiger Tank mit Wasser gefüllt. Durch den mit Eis gefüllten, metallischen Zylinder im Zentrum des Tanks entsteht ein Temperaturgefälle. Träufelt man ein wenig Tinte in den Tank, kann man beobachten, dass sich eine Konvektionswalze ausbildet, die zwischen der äußeren (warmen) Wand des Tanks und dem kalten Zylinder zirkuliert. Bringt man den Tank nun zum Rotieren kann man die Entstehung von großskaligen (Spiral-)Winden verdeutlichen, welche auf Grund des Zusammenspiels von Druckgradienten-, Coriolis-, Zentrifugal- und Reibungskräften eintritt.

Quellen

- [1] https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Atmosphaerische_zirkulationszellen.jpg (abg. am 06.08.2019) CC BY-NC-SA 2.0 DE Urheber: Bildungsserver User Dieter Kasang
- [2] Abbildung von Jan Fotakis; mit freundlicher Nutzungserlaubnis zur Verfügung gestellt
- [3] **Schonwiese.2013**

5.8 Aerosole

Schülerin: Annalena Lang

Betreuer: Jesse Jones

Unter Feinstaub kann sich jeder etwas vorstellen, es gibt allerdings keine einheitlich festgelegte Definition. Verbunden wird der Begriff meist mit Luftreinhaltungsmaßnahmen, die mit Umwelt- bzw. Gesundheitsgefährdung begründet werden. Problematisch ist dabei, dass der Begriff Feinstaub keine Rücksicht auf Quelle, Form, Anzahl, Funktion oder Wirkung der Partikel nimmt. Dadurch hat der Begriff eine negative Konnotation, obwohl das Gefährdungspotential stark von der Partikelgröße abhängig ist.

In der Wissenschaft wird von Aerosolen gesprochen. Aerosolpartikel sind sehr kleine, feste oder flüssige, in einem Gas suspendierte Teilchen. Das bedeutet, dass nahezu ein Kräftegleichgewicht zwischen Schwerkraft und Reibung besteht, welches das Partikel für einige Zeit in der Luft verweilen lässt. Die Schwerkraft sorgt für ein Absinken des Partikels, während die Reibungskraft dem entgegenwirkt. Die Abhängigkeit dieser Reibungskraft F sphärischer Körper von Partikelradius r bzw. der Hälfte des Äquivalentdurchmessers, von der dynamischen Viskosität η des Fluids, in dem sich das Partikel befindet und der Partikelgeschwindigkeit v wird durch das Gesetz von Stokes wie folgt beschrieben:

$$F_R = 6\pi \cdot r \cdot \eta \cdot v$$

Unter anderem, um die Belastung durch verschmutzte Luft zu quantifizieren, muss man messen können, welche Menge an Aerosolpartikeln sich in einem bestimmten Luftvolumen befinden. Dies wird zum Teil über die *Anzahlkonzentration* gemacht. Geräte sind in der Lage, über verschiedene (zum Beispiel optische) Verfahren, die Zahl der Partikel zu einem Zeitpunkt zu ermitteln. Eine andere Möglichkeit zum Bestimmen der Menge ist die *Massenkonzentration* (gesamte Partikelmasse pro Volumen). Sie wird als Grundlage für die Bestimmungen des Partikelauftretens unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten verwendet. Zum Beispiel beziehen sich die Grenzwerte der europäischen und US-amerikanischen Luftreinhalte Richtlinien auf die Massenkonzentration. Problematisch ist, dass diese Angabe keine Rückschlüsse auf die Gestalt zulässt, sodass sie zu irreführenden Angaben führen kann. Man muss die Größe der Einzelpartikel berücksichtigen, denn je kleiner und damit leichter sie sind, desto tiefer können sie in den menschlichen Organismus eindringen. Dort können sie gesundheitsschädlich wirken. Eine Umrechnung von Anzahl- zu Massenkonzentration und umgekehrt ist nur unter Annahmen bezüglich Größe und Dichte möglich. Da diese Partikel keine einheitliche Form besitzen, wird für ihre geometrische Beschreibung ein *Äquivalentdurchmesser* verwendet. Dafür stellt man sich eine Kugel vor, die sich in einer bestimmten Situation genauso verhält, wie das Partikel und dann wird der Kugeldurchmesser bestimmt. Wenn zum Beispiel der Durchmesser einer Kugel ermittelt wird, die das gleiche aerodynamische Verhalten wie das Partikel zeigt, spricht man vom aerodynamischen Äquivalentdurchmesser. Die Größenverteilung eines Aerosols bestimmt man experimentell, beispielsweise mit einer Kombination aus einem Selektierer, den man sich als Sieb vorstellen kann, und einem Zähler. Dieser zählt alle durch das Sieb passenden Partikel. Da sie alle individuell geformt sind, ist das exakte Messen ihrer jeweiligen Größen unrealistisch. Stattdessen teilen wir sie in die folgenden drei *Moden* ein, sodass wir die Anzahl der Partikel in jeweils einem Größenbereich ermitteln.

| Nucleation mode | Accumulation mode / Aitken | Coarsmode |
|--|---|---|
| (Nukleationsmode) | (Koagulationsmode) | (Grobmode) |
| Bis ca. 10nm | Bis ca. 500nm | Bis ca. 10 Mikrometer |
| In der Atmosphäre entstandenes Aerosol oder Kondensat aus frischen Verbrennungsgasen | Entsteht durch aneinanderhaften von zusammengestoßenen Partikeln und durch Kondensation von Dämpfen | Entsteht durch mechanische Prozesse (Staubaufwirbelung), bei Verbrennungsprozesse, vulkanische Aktivitäten und biologischen Emissionen (wie Pollen) |
| Großer Beitrag zur Gesamtanzahl | Großer Beitrag zur Gesamtoberfläche | Großer Beitrag zu Gesamtmasse und Gesamtvolumen |

Tab. 1. Moden von Partikeln

Partikel sind umso schädlicher, je kleiner sie sind. Tierversuche lassen sogar darauf schließen, dass Ultra Feine Partikel (UFP) die Blut-Hirn-Schranke überwinden und im Nervensystem deponiert werden könnten. 2012 waren 12,5% der weltweiten Todesfälle direkt oder indirekt auf Aerosolverunreinigungen zurück zu führen. Andere Folgen einer hohen Partikelbelastung können verschiedene Krankheiten, Entzündungen, oxidativer Stress und Zell- und Erbgutschädigungen sein. Oxidativer Stress sowie Zell- und Erbgutschäden resultieren meistens aus der Oberflächenchemie einzelner Partikel. Quellen von gesundheitsrelevanten Aerosolen sind u.a. Kochfeuer in Innenräumen und Verkehr- und Industrieabgase in der Luft. Wahrscheinlich haben die seit einigen Jahren geltenden Luftreinhalungsbestimmungen aber bereits zu einer messbaren Steigerung der Lebenserwartung geführt.

Rechts sieht man ein Bild der Kamera eines Kondensationskernzählers. Dieser beinhaltet eine Kammer, die nach dem Einströmen von Luft dicht verschlossen wird. Dann wird der Druck in der Kammer gesenkt. Wasserteilchen kondensieren an der nächstgelegenen Oberfläche, in diesem Fall sind das die Aerosolpartikel. Durch den fallenden Druck wachsen sie, sodass die Kamera das Licht des seitlich angebrachten Lasers, das von den Partikeln gestreut wird, auffängt.

Abb. 1. Aufnahme eines Kondensationskernzählers^[1]

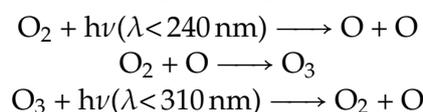
Quellen

- [1] Aufnahme von Autorin selbst erstellt
- [2] Schonwiese.2013

5.9 Das Ozonloch

Schüler: Benjamin Fluck
Betreuer: Jesse Jones

Die Ozonschicht ist ein Bereich der Atmosphäre in ca. 25 km Höhe, welcher durch das Spurengas Ozon maßgeblich geprägt wird. Sie wurde in den 1920er Jahren entdeckt. Die Ozonschicht hält die für uns Menschen gefährliche UV-B- und UV-C-Strahlung ab. Diese Strahlungen wirken beim Menschen karzinogen und sind somit ein Gesundheitsrisiko. Die schützende Wirkung wird dadurch erzielt, dass Strahlung im Wellenlängenbereich von $\lambda < 240$ nm von molekularem Sauerstoff absorbiert wird. Dieser wird photolytisch gespalten, sodass atomarer Sauerstoff entsteht. Dieser verbindet sich mit einem weiteren Sauerstoffmolekül zu Ozon. Dieses kann wiederum Licht mit der Wellenlänge $\lambda < 310$ nm absorbieren und wird so photolytisch zu molekularem und atomarem Sauerstoff zerfallen. Der molekulare Sauerstoff kann nun wieder photolytisch gespalten werden oder mit atomarem Sauerstoff reagieren. Der beschriebene Zyklus heißt Chapman-Zyklus:



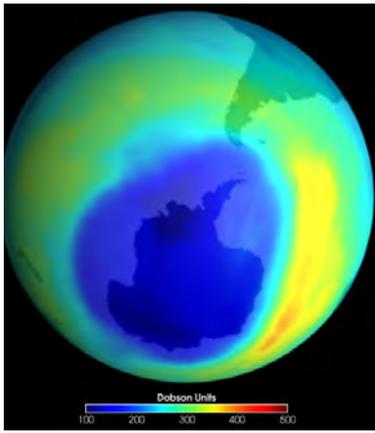
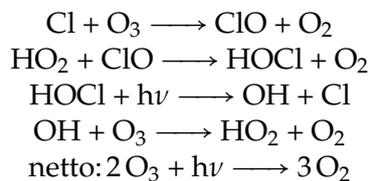


Abb. 1. Das Ozonloch im September 2000^[1]

1974 begann man Rückgänge der Ozondichte zu beobachten, besonders über den beiden Polen. 1985 wurde über der Antarktis erstmalig das sogenannte Ozonloch festgestellt, welches bis heute immer wieder entsteht und seine größte Ausdehnung seit Aufzeichnung 2006 erfuhr. Nun stellte sich die Frage, wie es zu diesem starken Verlust des Ozons in der Stratosphäre kommen konnte. In der Atmosphäre finden verschiedene Mechanismen statt, die zum Ozon-Abbau beitragen. Bei den Forschern lag es nun, herauszufinden, welche Reaktionen genau für den starken Rückgang des Ozons über den Polen verantwortlich sind. Sie kamen letztendlich zu dem Schluss, dass die Halogene Brom und Chlor maßgeblich zur Entstehung des Ozonlochs beitragen. Deren Konzentration in der Atmosphäre wird durch Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) erhöht, welche über Industriegebieten und insbesondere in Schwellenländern in die Luft gelangen und dann in die Stratosphäre und zu den Polen diffundieren.

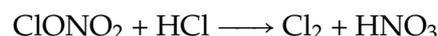
Die Abbau-Reaktion von Ozon durch Chlor lässt sich folgendermaßen darstellen:



Allerdings liegt Chlor in der Stratosphäre nicht als Radikal vor. Ein Radikal ist ein Stoff, der aufgrund seiner ungepaarten Valenzelektronen besonders reaktiv ist. Stattdessen ist das Chlor in Verbindungen wie HCl oder ClONO₂ verbaut und somit vergleichsweise inert. Dies stellte ein Widerspruch zur bisher vorherrschenden Theorie dar, da das Chlor in diesen Verbindungen inaktiv ist und nicht zum Ozonabbau beiträgt. Doch eben diese inaktiven Chlorverbindungen werden wichtig, wenn man den Zeitpunkt der Entstehung des Ozonlochs betrachtet. Das Ozonloch tritt zyklisch im antarktischen Frühling, also im Oktober, auf. In der langen Polarnacht muss folglich ein Vorgang stattfinden, der das Chlor aktiviert, sodass es zum Ozonabbau im Frühling beitragen kann.

In der Atmosphäre gibt es nicht nur reine Gasphasenreaktionen, sondern auch Reaktionen mit der flüssigen oder festen Phase, die heterogenen Reaktionen. Die Aktivierung des Chlors aus den sogenannten Reservoirgasen, HCl und ClONO₂, findet an den Polar *Stratospheric Clouds* (PSC) statt, also in der flüssigen Phase. PSC sind Wolken, die sich in der Polarnacht aufgrund der niedrigen Temperaturen aus gefrorenem Wasserdampf und Salpetersäure bilden. Diese werden in der Stratosphäre bei etwa -78 °C zum Reaktionspartner zur Chloraktivierung.

Die folgende Reaktion läuft an den Partikeln der PSC ab:



Das Chlor akkumuliert und wird nach der Polarnacht, wenn die Sonnenstrahlung wiedereinsetzt, gespalten, sodass der oben beschriebene Chlorzyklus starten kann. Innerhalb weniger Wochen wird die Ozonschicht durch das Chlor in so großen Mengen abgebaut, dass das Ozonloch entsteht.

Zur Erholung der Ozonkonzentration über den Polen im polaren Frühling wurde beschlossen, den Ausstoß von FCKW zu verringern. 1987 unterzeichneten 24 Vertragsstaaten das Montrealer Protokoll, welches den Ausstieg aus der FCKW-Produktion und -Verwendung einleitete. Bis 2009 unterschrieben 197 Staaten das Protokoll. Der Erfolg der globalen Anstrengung spiegelt sich in einer Reduzierung der ozonabbauenden Stoffe in der Atmosphäre um 95% wider.

Quellen

- [1] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ozone_still_2000_09_06.jpg (abg. am 06.08.2019) Nutzung gemeinfrei; Urheber: NASA/GSFC
- [2] Kloese.2015
- [3] Roedel.2011
- [4] o.V., Online Ressource des Umweltbundesamts, abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/fluorierte-treibhausgase-fckw/rechtliche-regelungen#textpart-1> (abg. am 06.08.2019)

5.10 Optik der Atmosphäre

Schüler: Jacob Krüger
Betreuer: Jakob Lohr

Als Grundlage für die Betrachtung optischer Effekte in der Atmosphäre untersuchen wir die Eigenschaften von Licht. Licht ist eine elektromagnetische Welle, es schwingt ein E - und B -Feld. Elektromagnetische Wellen breiten sich mit einer mediumsspezifischen Geschwindigkeit c aus. Diese ergibt sich aus der *Vakuumlichtgeschwindigkeit* c_0 mit $c = \frac{c_0}{n}$, wobei n der vom Medium abhängige Brechungsindex ist^[1].

Dabei gilt $\vec{E} \perp \vec{B}$, $\vec{E} \perp \vec{v}$ und $\vec{B} \perp \vec{v}$. Unter diesen Voraussetzungen reicht die Betrachtung des E -Felds zur Interpretation von elektromagnetischen Wellen. Für die weitere Betrachtung führen wir nun noch die Wellenlänge λ ein. Diese beschreibt den kleinstmöglichen Abstand zweier Punkte gleicher Phase einer Welle mit einer bestimmten Frequenz. Für sichtbares Licht gilt $380 \text{ nm} \leq \lambda \leq 780 \text{ nm}$.

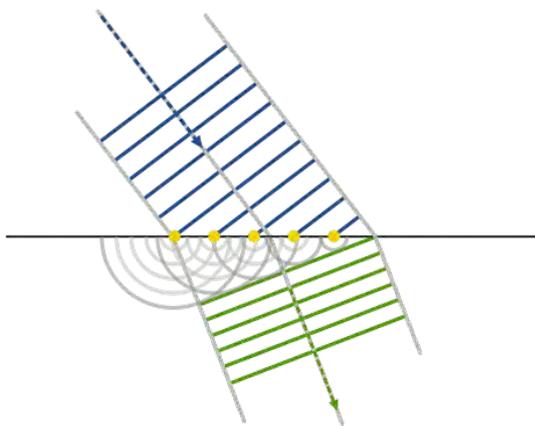


Abb. 1. Huygenssches Prinzip beim Übergang einer Wellenfront in ein anderes Medium und die daraus resultierende Brechung^[2]

Um die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen besser beschreiben zu können, bedient man sich des *Huygensschen Prinzips*. Dieses besagt, dass jeder Punkt einer Wellenfront zu jedem Zeitpunkt *Elementarwellen* aussendet, die durch konstruktive Interferenz eine neue *Wellenfront* ergeben. Dies ist jedoch lediglich eine konzeptionelle Vorstellung.

Da sich *Elementarwellen* mit c ausbreiten, ergibt sich eine Ablenkung der Wellenfront beim Übergang in ein anderes Medium. Die Welle wird vereinfacht nach dem snelliusschen Brechungsgesetz gebrochen: $n_1 \cdot \sin(\alpha) = n_2 \cdot \sin(\beta)$ ^[1]

Allgemein erfolgt Brechung *spektral*; unterschiedliche Wellenlängen werden unterschiedlich stark gebrochen. Diese Abhängigkeit bezeichnet man als *Dispersion*.

Auf Grundlage der Brechung lassen sich sogenannte Halos, Heiligenscheine, erklären. Sie treten auf, wenn Licht auf Eiskristalle in lichtdurchlässigen Cirruswolken in 8 km bis 12 km Höhe trifft. Damit der Betrachter das Licht als Ring wahrnimmt, muss das Licht an den Eiskristallen in einem Winkel von 22° gebrochen werden. Dabei ist relevant, dass der Austrittswinkel 22° beträgt, so dass der Betrachter die Halo wie im Bild gezeigt beobachten kann. Bei anderen Arten von Halos wird Licht stärker in seine einzelnen Farben gefächert, oder die Form der Erscheinung verändert sich.



Abb. 2. Halo um den Mond^[3]

Beim Übergang von Licht aus einem optisch dichteren in ein optisch dünneres Medium kann es zum Spezialfall der Totalreflexion kommen. Damit bestimmte Lichtbündel komplett reflektiert werden, muss ein bestimmter Eintrittswinkel vorliegen, so dass sich aus dem Brechungsgesetz ein Transmissionswinkel von $\beta \geq 90^\circ$ ergäbe. Dabei ist zu beachten, das Licht nicht parallel auf die Grenze zweier Medien trifft, was dazu führt, dass nur das Licht total reflektiert wird, was den Grenzwinkel für α überschreitet. Als Beispiel nutzen wir den Übergang von Licht aus Wasser in Luft. Es gilt: $n_{\text{Wasser}} = 1,33$ [4] und $n_{\text{Luft}} \approx 1$ [4]. Setzen wir nun in die Formel ein: $\arcsin(\frac{1}{1,33}) = \alpha \approx 48,75^\circ$. In diesem Fall wird nun das gesamte Lichtbündel reflektiert, sofern das Licht entsprechend steil auf die Grenzfläche zwischen den Medien fällt. Diesen Effekt macht man sich bei Glasfaserkabeln zu Nutze; er ist an heißen Tagen in Form von Reflexionen auf Asphalt zu beobachten. Regenbögen beruhen ebenfalls auf dem Prinzip der Totalreflexion. Der Effekt der Totalreflexion kann auch mehrfach auftreten. So lassen sich z.B. doppelte Regenbögen erklären.

Ein weiteres Phänomen der Atmosphärenphysik ist die *Streuung*. Dabei gibt es unterschiedliche Typen von Streuung. So hängen die Streurichtung und der Streuquerschnitt σ im Wesentlichen vom Größenverhältnis $\frac{\pi}{r_t}$ ab. Die dominierenden Typen der Streuung im Bereich des sichtbaren Lichts sind *Rayleigh-* und *Mie-Streuung*. Mie-Streuung findet statt, wenn gilt $\lambda \approx r_t$, Rayleigh-Streuung, wenn gilt $\lambda > r_t$, wobei r_t der Radius des streuenden Moleküls ist. Da die Wellenlänge von sichtbarem Licht größer ist als die Größe der in der Atmosphäre dominierenden Moleküle von Sauerstoff und Stickstoff, findet vor allem Rayleigh-Streuung statt.

Eine Frage, die sich vermutlich jeder bereits einmal in seinem Leben gestellt hat, könnte sein warum der Himmel eigentlich blau ist. Dies lässt sich über die Rayleigh-Streuung erklären. Rayleigh-Streuung findet an Teilchen statt die im Vergleich zur Wellenlänge klein sind. Das gilt in der Atmosphäre für Sauerstoff und Stickstoff. Dabei gilt für den *Streuquerschnitt*, also die Wahrscheinlichkeit, dass Streuung tatsächlich stattfindet, $\sigma \sim f^4$, mit f als Frequenz des Lichts. Da $f = \frac{c}{\lambda}$ wird blaues Licht wesentlich stärker gestreut als rotes. Dadurch, dass die Streuung von blauem Licht über den gesamten Himmel stattfindet, sieht er für uns blau aus. Im Falle des Sonnenunterganges ist der Weg des Lichts durch die Atmosphäre länger. Blau wird vollständig weggestreut. Somit dominieren für den Betrachter die gelben bis roten Teile des sichtbaren Lichts.

Quellen

- [1] Heintze.2017
- [2] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Refraction_-_Huygens-Fresnel_principle.svg?uselang=de (abg. am 05.11.2019) CC BY-SA 3.0; Urheber: Arne Nordmann (Wikipedia User: norro)
- [3] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mond_Halo_\(Lichteffekt\),_Graz,_%C3%96sterreich,_23._Oktober_2010.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mond_Halo_(Lichteffekt),_Graz,_%C3%96sterreich,_23._Oktober_2010.jpg) (abg. am 05.11.2019) CC-BY-SA 3.0; Urheber: Wikipedia User Dnalor_01
- [4] o.V., Online Lexikon der Physik: Brechzahl, Springer, abrufbar unter: <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/brechzahl/1958> (abg. am 05.11.2019)

6 Querfeldein durch die Philosophie

Die Philosophie – die Liebe zur Weisheit – ist eine der ältesten Wissenschaften und in vielerlei Hinsicht die Wiege modernen Denkens und Forschens. Über Jahrtausende hat sie die Menschheit begleitet, sich mit ihr weiterentwickelt und ist auch heute noch selbst in ihren ersten Erkenntnissen hochaktuell.

Wir haben eine Reise quer durch die Philosophie gewagt, um einen Ausschnitt dieser Entwicklung mitzuerleben. Von Platon über Descartes und Kant bis Wittgenstein haben wir viele verschiedene Methoden und Blickwinkel kennengelernt, sowohl durch das Erarbeiten von Texten als auch im Dialog miteinander.

Unsere Fragen und teilweise sogar Erkenntnisse haben wir in einem Theaterstück festgehalten, das die älteste Form der Philosophie verwendet: den Diskurs. Das dadurch entstandene Skript steht im Anschluss an die Dokumentationsbeiträge.

Kursleitung

Dr. Christian Müller, Lehrer für Philosophie, Ethik und katholische Religion, Lehrbeauftragter für Philosophie an der Goethe-Universität Frankfurt am Main

Birthe Höllthaler, M. Sc. Informatik, Goethe-Universität Frankfurt am Main

6.1 Martin Heidegger

– Was ist das – die Philosophie? –

Schüler: Johannes Liebig
Betreuer: Moritz Gleditzsch

„Dem Seienden im Sein, insofern es ist, entsprechen“, das bedeutet Philosophie betreiben – zumindest laut Martin Heidegger, einem Philosophen, der sich mit der Frage „Was ist das – die Philosophie?“ in seinem gleichnamigen Vortrag auseinandersetzt. Um eine wirklich berechtigte Antwort auf diese Frage zu finden, müsse man, so Heidegger, mit den Philosophen in ein Gespräch kommen. Nur so könne man mit ihnen das bedenken, wovon sie angesprochen seien, nämlich das „Sein des Seienden“. Die Antwort sei also keine bloße Feststellung, die eine bestimmte Definition der Philosophie zur absoluten erhebe, sondern vielmehr eine Entsprechung zum „Sein des Seienden“.

So, wie Heidegger einen Zugang zur Philosophie zu finden versucht, war ich selbst erst einmal damit beschäftigt, einen Zugang zu Heideggers Text zu finden. Schwer tat ich mich hierbei zum Beispiel mit Begriffen wie dem „Sein des Seienden“ und dessen „Zuspruch“, auf den man „hören“ solle. Diese Abschnitte fand ich häufig sehr abstrakt und mir fehlten konkrete Beispiele, um zu verstehen, was Heidegger meinte. Sehr interessant hingegen fand ich Heideggers sehr reflektierten Umgang mit Sprache. Häufig führt er etymologische Analysen durch, um versteckten ursprünglichen Wortbedeutungen auf die Spur zu kommen. Er versucht, solche Bedeutungsaspekte auch im Druckbild deutlich zu machen, zum Beispiel durch eigenwillige Schreibweisen wie „ent-sprechen“, „Ant-wort“ oder „be-stimmt“. Nach mehrmaligem Lesen des Textes und zahlreichen Diskussionen mit meinem studentischen Betreuer kam ich dem Text dann endlich auf die Spur.

Unsere Beschäftigung mit dem Text in der Kurseinheit begannen wir, indem wir zunächst versuchten, aus mehreren verschiedenen Definitionen der Philosophie eine Art „kleinstes gemeinsames Vielfaches“ zu abstrahieren. Es stellte sich dabei schnell heraus, dass der Kurs dieser Verabsolutierung einer einzigen abstrakten Definition von vornherein eher ablehnend gegenüberstand – also unwissenderweise bereits genau die Position Heideggers einnahm.

Um doch noch eine Antwort auf die Titelfrage des Vortrags zu finden, wandten wir dann ein anderes Vorgehen an: Zwei Ausschnitte aus dem Heidegger-Text wurden gelesen, diskutiert und dann in Kleingruppen zu Standbildern und schauspielerischen Szenen umgesetzt. Als Ergebnis brachte dies unter anderem eine philosophische Unterredung zum Thema „Was ist das? – Das ist eine Flasche. – Was ist das, eine Flasche? – usw.“ hervor.

Zum Schluss versuchten wir dann noch, ein Fazit zu ziehen. Wir fragten uns, was denn nun eigentlich das „Sein des Seienden“ sei und in welcher Weise man davon angesprochen werden könne. Es gelang uns jedoch nicht, auf diese Fragen eine abschließende Antwort zu finden. Klar wurde uns allerdings, dass es gemäß dem Philosophieverständnis Heideggers wichtiger ist, das Fragen in angemessener Weise in Gang zu bringen, als endgültige Antworten zu finden. Deswegen musste unsere Suche nach der Bedeutung der Philosophie für den Menschen entsprechend offen enden – und wir haben sicherlich Philosophie betrieben, indem wir uns mit dieser Frage beschäftigt haben.

Quellen

- 1 Martin Heidegger: *Was ist das – die Philosophie*, Tübingen, 1966

6.2 Max Horkheimer

– Traditionelle und kritische Theorie –

Schülerin: Laurine Sprehe
Betreuer: Moritz Gleditzsch

Max Horkheimer stellt in seinem 1937 erschienenen Aufsatz *Traditionelle und kritische Theorie* seine Gesellschaftstheorie in Abgrenzung zu traditionellen Theorien auf. Horkheimer kritisiert darin die aktuellen Herrschaftsverhältnisse unter Bezugnahme auf Karl Marx' Klassentheorie.

Horkheimer beschreibt als zentrales Problem der Gesellschaftsmodelle traditioneller Theorien, dass darin das Proletariat, also die lohnabhängige Klasse, keine explizite Erwähnung finde. So entstehe eine nicht wirklichkeitsgetreue Darstellung der Gesellschaft. Ferner bemängelt er an der traditionellen Theorie die schematische Kategorisierung und Isolierung von Fakten und Daten. Diese entstehen durch verschiedene Methoden einer vermeintlich neutralen und wertfreien wissenschaftlichen Forschung, die auf dem Positivismus fuße. Doch diese Betrachtungsweise führe dazu, dass der Zusammenhang zwischen wissenschaftlichen Daten und gesellschaftlicher Realität nicht mehr erschließbar sei. So werde die gegenseitige Abhängigkeit von Produktionsbedingungen, Wirtschaftsordnungen und gesellschaftlicher Verfasstheit verschleiert.

Der Positivismus ist eine erkenntnistheoretische Grundhaltung der Philosophie, die auf Auguste Comte zurückzuführen ist. Sie beschränkt das Wissen und damit den Gegenstand von Erkenntnis auf beweisbare Fakten. Max Horkheimer kritisiert diese Position, da sie die Beschränkung auf einzelne quantifizierbare Erkenntnisse und klar umrissene Forschungsgebiete favorisiert. Dabei gehe die Betrachtung der dahinter stehenden Abhängigkeit zur Gesellschaftsordnung und der Gesellschaft insgesamt verloren. Das ist aber für Horkheimer entsprechend seiner kritischen Theorie notwendig, denn in einer Gesellschaft sei alles miteinander verflochten.

Für Horkheimer sind Wissenschaft und wissenschaftliche Tätigkeit eng verbundene Teile der Gesellschaft. Daher fordert er, dass wissenschaftliche Erkenntnisse mit der bestehenden Situation der Gesellschaft in Beziehung gesetzt werden müssen, insbesondere mit den Produktions- und Herrschaftsverhältnissen. Nur so sei eine Veränderung der Gesellschaft herbeizuführen. Dabei spiele der sogenannte „Theoretiker“ eine besondere Rolle – eine von Horkheimer erdachte neue Positionierung und Emanzipation des Sozialphilosophen. Dieser solle nicht nur ein Vertreter seiner eigenen Klasse sein, sondern müsse der Klasse der Proletarier die spannungsreichen Prozesse ihrer Lebensrealität aufzeigen. Dadurch solle er mit Nachdruck einen Wandel anleiten.

Nach Horkheimers kritischer Theorie ist so ein gesellschaftlicher Wandel möglich. Ziel der Theorie ist letztlich die Schaffung einer „Gesellschaft freier Menschen“. Hierfür könne jedoch kein starrer Umsetzungsplan vorgegeben werden. Stattdessen sollen sich die aktuellen Analysen am jeweils derzeitigen gesellschaftlichen Zustand orientieren. Deswegen verbietet Horkheimer sich auch das Ausmalen einer Gesellschaftsutopie. Wir seien so sehr in unserem Gesellschaftsbild verhaftet, dass es uns nicht möglich sei, uns vollständig von ihm zu lösen. Dadurch beeinflusse es immer unsere Überlegungen – soweit, dass die Vorstellung einer Gesellschaft jenseits ihrer kapitalistischen Verfasstheit schlichtweg nicht denkbar sei.

Über Horkheimers Gesellschaftstheorien zu lesen hat mir sehr viele neue Denkanstöße gegeben. In dem von mir bearbeiteten Textauszug zur kritischen Theorie hat mich vor allem die Person und gesellschaftliche Rolle des Theoretikers fasziniert. Die Aufgabe, die veraltete Gesellschaft in eine neue überzuführen, erscheint mir als Zentrum des gesamten Konstruktes der kritischen Theorie äußerst spannend. Horkheimer beantwortet die Frage, wer diese Person sein könnte, mit dem Hinweis auf den Gesellschaftswissenschaftler und Akademiker sowie mittlere Staatsbeamte. Ich bin dagegen der Meinung, dass auch Bürger diese Rolle einnehmen können und sollten. Diese haben sich zwar vielleicht noch nicht viele theoretische Gedanken über die Gesellschaft gemacht, dafür aber die Auswirkungen etwa der arbeitsteiligen Produktionsweise negativ zu spüren bekommen. Diese Erfahrung ist wichtig für den Entwurf einer neuen, freieren Gesellschaft, wie Horkheimer sie anstrebt. Bürger kennen schließlich die Auswirkungen der Industrialisierung auf den Menschen aus erster Hand – und damit die Unfreiheit des Einzelnen in der Gesellschaft.

Quellen

- 1 Max Horkheimer: *Traditionelle und kritische Theorie. Fünf Aufsätze*, Fischer-Verlag, Frankfurt am Main, 2011
- 2 o.V., Online Lexikon der Philosophie: Positivismus, Springer, abrufbar unter: <https://www.spektrum.de/lexikon/philosophie/positivismus/1603> (4.06.2019)

6.3 Die Denker der Stoa und Epikur – Philosophie als Lebenskunst –

Schülerin: Caroline Fluck
Betreuerin: Anna Dressel

Im Rahmen der Schülerakademie habe ich mich mit Antworten auf die Frage „Wie führe ich ein glückliches Leben?“ beschäftigt. Dabei habe ich mich auf verschiedene Denker der Stoa bezogen, wie Seneca, Marc Aurel und Epiktet. Ihre Antwort lautet: ausschließlich durch Tugenden, wie Selbstgenügsamkeit, Tapferkeit oder Besonnenheit, und durch die Vermeidung jeglicher Sinneslüste. Die Tugend sei somit das höchste Gut des Menschen. Dem gegenübergestellt habe ich die Ansichten des Philosophen Epikur, die gewisse Parallelen, aber auch faszinierende Unterschiede aufweisen.

Nach den Schriften der Stoiker ist der Mensch nicht zum Vergnügen geboren, sondern zur Erfüllung seiner Pflichten. Die Rolle, welche man im Leben zugeteilt bekäme, solle man gut spielen, ob man nun arm oder reich, gesund oder krank sei. Meist sei dies, ein möglichst nützliches Mitglied der Gesellschaft zu sein. Ziel der Stoiker ist, dabei eine unerschütterliche Seele zu besitzen. Diese äußere sich in einer disziplinierten, ausgeglichenen und gefassten Manier. Um dementsprechend Erschütterungen der Seele zu vermeiden, solle man sich keiner Sinneslust aussetzen, deren Genuss man später bereuen könnte. Die Stoiker sind außerdem der Auffassung, dass alles aus einem bestimmten Grund geschehe. Man solle also Geschehnisse, die man nicht direkt beeinflussen kann, emotionslos hinnehmen – denn weshalb sollte man sich von einer unvermeidbaren Fügung des Schicksals erschüttern lassen? Ein extremes Beispiel hierfür ist die vorgeschlagene Reaktion auf den Tod eines Kindes: Man solle diesen hinnehmen mit dem Gedanken, es „sei zurückgegeben“ worden. Solange wir lediglich das, was wir selbst beeinflussen können, bestmöglich erledigen, sei egal, was uns zustoße.

Der Philosoph Epikur besitzt dagegen eine andere Auffassung eines glücklichen Lebens. Im Gegensatz zu den Stoikern ist für Epikur die Lust der Ursprung und das Ziel eines glücklichen Lebens. Er definierte Lust, anders als die „Sinneslust“ der Stoiker, im gemäßigten Fall als Freude und Erfüllung. Durch eine solche gemäßigte Lust an gewöhnlichen Dingen, wie einem einfachen Brot bei Hunger, könne man ein glückliches Leben führen.

Im Gegensatz zu den Stoikern plädiert Epikur dafür, ein Leben im Verborgenen zu führen, abgeschottet von anderen Menschen. Die Stoiker argumentierten hingegen, dass man den Umgang mit Menschen pflegen sollte, wenn man sich dabei stets an die Tugenden hält.

Ich stimme den Stoikern zu – wenn ich rein gar nichts empfinde, könnte ich vermutlich ein relativ glückliches Leben führen, da ich nicht mehr verletzt werden könnte. Emotionen gänzlich zu entsagen, erscheint mir jedoch regelrecht anstrengend. Ich denke außerdem, dass man Tiefen und Erschütterungen im Leben in Kauf nehmen sollte, um Höhen zu erleben und diese zu schätzen zu wissen.

Für mich selbst habe ich als zentralen Denkanstoß mitgenommen, dass ich mich von Dingen, die ich nicht beeinflussen kann, nicht grundlegend erschüttern lassen sollte. So hat mir etwa die Haltung Epikurs bezüglich des Todes sehr zugesagt. Epikur ist der Meinung, dass es unnötig sei, sich vor dem Tod zu fürchten. Jeder sterbe irgendwann – an dieser natürlichen Tatsache lasse sich nichts ändern. Jeder Gedanke, den wir an die Furcht vor dem Tod verschwenden, sei also unsinnig, da er ja trotzdem zwangsläufig einträte. Und wenn wir dann erst einmal tot seien, sei unser voriges Denken unnütz.

Quellen

- 1 Epiktet: *Handbüchlein der Moral*, Reclam, Stuttgart, 2018
- 2 Marc Aurel: *Selbstbetrachtungen*, Reclam, Stuttgart, 2019
- 3 Epiktet: *Handbüchlein der Moral*, Reclam, Stuttgart, 2018
- 4 Epikur: *Briefe Sprüche Werkfragmente*, Reclam, Stuttgart, 2019

6.4 Aristoteles

– Die Seelen- und Tugendlehre –

Schülerin: Sarah Czinkota

Betreuerin: Anna Dressel

Ich habe mich mit der *Nikomachischen Ethik* des antiken Philosophen Aristoteles beschäftigt. In seinem Werk behandelt Aristoteles Themen wie Freundschaft, Lust, Tugend und die Bestandteile der Seele. Die bedeutsamste Frage, welcher er dabei nachgeht, ist die nach dem „höchsten Gut“. Aristoteles benennt es als die „eudaimonia“, also das Glück selbst. Unser ganzes Handeln solle allein auf die Erreichung dieses Glücks ausgerichtet sein.

Ein glückliches Leben ist nach Aristoteles um seiner selbst willen erstrebenswert und autark. Dabei unterteilt er Güter zur Erreichung des Glücks in drei Kategorien: seelische (wie Intelligenz, Bildung), äußere (wie Wohlstand, soziale Einbettung) und körperliche (wie Gesundheit, Fitness). Die beiden letzteren seien jedoch eher durch den Zufall bestimmt, weshalb für Aristoteles die seelischen Güter im Vordergrund stehen. Um ein glückliches Leben zu erreichen, müsse der Mensch also die ihm eigentümliche Eigenschaft nutzen – die Vernunft. Diese unterscheide den Menschen von anderen Lebewesen und mache ihn einzigartig.

Genauer geht Aristoteles auf die Vernunft und ihre Bedeutung in seinem Modell der Seele ein. Er beschreibt, dass es innerhalb der Seele einen vernunftbegabten Teil und einen vernunftlosen Teil gebe. Für ihn gehen aus dem vernunftbegabten Teil zwei Arten von Tugenden hervor: die „Tugenden des Denkens“, auch „dianoetische Tugenden“ genannt, und die „Tugenden des Handelns“ oder „ethischen Tugenden“. Für Aristoteles bilden die ethischen Tugenden Charaktereigenschaften, wie zum Beispiel, Mut, Großzügigkeit oder Besonnenheit. Sie beziehen sich hauptsächlich auf die Kontrolle der Affekte, indem der Mittelweg zwischen möglichen Extrema gewählt wird. Die dianoetischen

Tugenden hingegen, wie Einsicht, Klugheit und Weisheit, sollen im vollen Maße erstrebt werden. Die Weisheit sei hierbei die wichtigste dieser Tugenden, da sie Voraussetzung der Erreichung des glücklichen Lebens sei: „So wäre es also der Weise, der im höchsten Maße glücklich ist.“

Für mich bestand Glück immer aus Gesundheit, Wohlstand und Zeit mit meiner Familie und Freunden. Es wäre mir nicht in den Sinn gekommen, Wissen oder Vernunft mit Glück in Verbindung zu bringen. Aristoteles' Ausführungen konnten mich also in vielerlei Hinsicht zum Nachdenken anregen. Ich fing an, Teile meines Lebens anders zu reflektieren und genauer auf konkrete Momente zu achten, die mich glücklich machten. Dabei bemerkte ich einen Unterschied zwischen kurzzeitigem und langanhaltendem Glück. Verstandestätigkeiten, mit denen ich meinen Horizont erweitern und mehr Vertrauen in meine Fähigkeiten erreichen konnte, fielen dabei definitiv in letztere Kategorie. Die Auseinandersetzung mit Aristoteles' Gedanken hat mir also eine ganz neue Wertschätzung für das Lernen und geistige Tätigkeiten im Allgemeinen eröffnet.

In diesem Sinne hat mich die Arbeit mit der *Nikomachischen Ethik* nicht nur verändert und weitergebildet, sondern auch glücklich gemacht – ich war mit meiner Vernunft tätig und konnte Bereiche meines Lebens in einem ganz neuen, wertgebenden Licht sehen.

Quellen

- 1 Aristoteles: *Nikomachische Ethik*, Reclam, Stuttgart, 2017

6.5 Friedrich Nietzsche I

– Religionskritik –

Schüler: Felix Effler
Betreuerin: Fiona Knoll

Friedrich Nietzsche (1844-1900) war ein Altphilologe, der in erster Linie für seine radikale Moral- und Religionskritik bekannt wurde. Wie bewusst ihm sein eigenes radikales Vorgehen war, erkennt man daran, dass er von sich selbst behauptete, er „philosophiere mit dem Hammer“.

„Gott ist tot“ ist das wohl berühmteste seiner Zitate. Doch mit diesem von Nietzsche häufig geäußertem Diktum meint er nicht, dass Gott getötet worden sei. Vielmehr ist es eine polarisierende Metapher für den von ihm beobachteten, immer weiter fortschreitenden Bedeutungsverlust des Glaubens. Nietzsche sei lediglich derjenige, der den „Tod Gottes“ und die sich daraus entwickelnden Folgen diagnostizierte.

Aus Nietzsches Sicht wurde der christliche Glaube spätestens ab dem 17. Jahrhundert immer mehr ausgehöhlt. Hierbei lieferte die historisch-kritische Bibelexegese, von Spinoza und Reimarus begonnen, einen ersten entscheidenden Beitrag, indem sie die Bibel auf ihren historischen Wahrheitsgehalt untersuchte. Im Zuge des Zeitalters der Aufklärung sei schließlich der freie Geist in den Vordergrund gestellt und das Selbstdenken propagiert worden. Dadurch verlor laut Nietzsche die Religion ihre sinnstiftende Funktion. Zusätzlich hätten die Naturwissenschaften bei der Erklärung der Welt die frühere Rolle der Religion übernommen. Besonders den aus diesem Sinnverlust resultierenden und den modernen Menschen bedrohenden Nihilismus sieht Nietzsche als große Gefahr.

Dass er mit diesem Gedankengang seiner Zeit weit voraus war, erkannte auch Nietzsche selbst. Gerade in seiner Geschichte *Vom tollen Menschen* wird dies deutlich. Dort äußert ein durch den Tode Gottes wahnsinnig gewordener Mensch, der als Symbol für Nietzsche stehen könnte, er „sei zu früh“ und man könne noch nicht verstehen, was auf die Menschheit zukomme.

Das Christentum selbst stellt für Nietzsche darüber hinaus ein großes Übel dar. Vor allem das vom Christentum propagierte Mitleid widerstrebt ihm. Er sieht darin etwas Negatives, sogar Lebensfeindliches. Der Mitleidende nehme unnötigerweise fremdes Leid auf sich, was ihn Lebenskraft koste und gefährlich schwäche. Die Schwachen und Lebensmüden würden auf diese Weise in den Vordergrund gestellt – mit verheerenden Auswirkungen auf die Entwicklung der Menschheit.

Aus diesem Grund fordert er die Überwindung der christlichen Werte und des christlichen Menschenbildes. Nicht mehr das Leben für das Jenseits solle im Mittelpunkt der Bemühungen der Menschheit stehen, sondern die Hervorbringung und Etablierung eines neuen Typus Mensch, des „Übermenschen“. Dieser Typus, den es gemäß Nietzsche schon immer vereinzelt gegeben habe, sei höher entwickelt als die übrigen Menschen. Als Beispiele könnte man hier Personen wie Caesar, Napoleon oder Goethe nennen. Diese Überlegenheit bezieht Nietzsche dabei sowohl auf die Physis als auch auf die Geistigkeit des Menschen. Der Übermensch sei ein „Typus höchster Wohlgeratenheit“, ein Freigeist, der nicht an einen religiösen Glauben gebunden sei – ein Machtmensch, der die alten christlichen Werte überwunden habe und seinen eigenen Verstand dazu benutze, neue Werte zu setzen. Der Übermensch sehe es als seine Herausforderung an, sich stets aufs Neue zu überwinden und sich damit neu zu erschaffen. Mit dieser radikalen Lebensbejahung, im Gegensatz zu der vermeintlichen Lebensverneinung des Christentums, ist der Übermensch für Nietzsche ein Überwinder des Nihilismus.

Quellen

- 1 Friedrich Nietzsche: *Die fröhliche Wissenschaft*, Abschnitt 125, aus [5]
- 2 Friedrich Nietzsche: *Ecce Homo, Warum ich so gute Bücher schreibe*, Abschnitt 1, aus [5]
- 3 Friedrich Nietzsche: *Jenseits von Gut und Böse*, Anaconda, Köln, 2006
- 4 Friedrich Nietzsche: *Also sprach Zarathustras*, Anaconda, Köln, 2014
- 5 Friedrich Nietzsche: *Nietzsche: Ausgewählte Werke: Die fröhliche Wissenschaft, Genealogie der Moral, Götzen-Dämmerung, Der Antichrist, Ecce homo*, Nikol, 2014

6.6 Friedrich Nietzsche II

– Moralkritik –

Schülerin: Sherifa Karim
 Betreuerin: Fiona Knoll

Der Philosoph Friedrich Nietzsche (1844-1900) war für seine scharfe Kritik an der Moral bekannt. Insbesondere die christlichen Moralvorstellungen waren ihm zuwider. Unter anderem beschäftigte Nietzsche sich mit der Bedeutung von *Gut* und *Böse* und der Entstehung dieser Begriffe, die heute stark moralisch konnotiert sind.

Nietzsche zufolge lassen sich Moralvorstellungen in zwei Grundtypen einteilen. Eine nennt er die „Herrenmoral“, welche dadurch entstand, dass Stärkere, Mächtigere und physisch Kräftigere die Schwächeren, Machtlosen und Kraftlosen unterwarfen. Die Menschen herrschender Art waren dabei wertebestimmend, da sie sich das Recht nahmen, ihr Tun als *gut* zu bezeichnen und somit Werturteile selbst zu schaffen. Folglich war das Urteil *gut* hier eher eine Ständebezeichnung. Es hat eine andere Bedeutung als die heute geläufige, die meist moralisch-wertend gemeint ist.

Diese moralisch-wertende Bedeutung entspringe der „Sklavenmoral“. Sie entstand Nietzsches Vorstellung nach dadurch, dass die beherrschte, arbeitende Klasse sich der Moralvorstellung der Herrschenden nicht anschloss. Die Mitglieder dieser Klasse entwickelten stattdessen ein zunehmendes „Ressentiment“ – einen ohnmächtigen Groll gegen die Unterdrückung und die Unterdrücker, der sich psychisch nach innen wandte, weil er nicht unmittelbar nach außen abgeführt werden konnte. Sie entwickelten also eine geistige Tiefe von Intelligenz, Verstand und Vernunft, aber auch Mitleid und Hilfsbereitschaft. Diese neue Herangehensweise nutzten sie, um ihre eigenen Moralvorstellungen durchzusetzen – die besagte „Sklavenmoral“. Entscheidende Werte dieser Moral nutzen dem schwächeren Menschen, behindern aber den Stärkeren, wie eben Mitleid und Hilfsbereitschaft.

Doch warum ist Nietzsche diese Moral so lästig?

Aus Nietzsches Texten ist abzuleiten, dass für ihn das Ziel des Lebens darin besteht, sich so weit wie möglich zu entwickeln. Der Mensch solle sein Potenzial entfalten und seine Kraft mehren, sodass er eine höhere Entwicklungsstufe erreiche: den „Übermenschen“. Dieser sei eine Weiterentwicklung des Menschen, der sich in erster Linie durch Willensstärke auszeichne, aber auch durch physische Stärke.

Deshalb übt Nietzsche harsche Kritik an der heutigen christlichen, mitleidsgeprägten Moral. Durch dieses Moralsystem, das viel Wert auf das „Seelische“ im Menschen lege und das den Schwachen das Leben erleichtere oder sogar erst ermögliche, werden die Möglichkeiten der starken Menschen eingeschränkt. Der Gleichheitsgedanke, der hinter der „Sklavenmoral“ steht, sei das Gegenteil zur Erweiterung des „Pathos der Distanz“, das Nietzsche fordert. Damit bezeichnet er ein Prinzip der Differenzierung, das er besonders in Ständehierarchien zu beobachten glaubt: Es zeige sich im Verlangen danach, immer größere Distanz zum unterlegenen, beherrschten Stand aufzubauen. Überträgt man dieses Prinzip auf ein Individuum, so erreiche man laut Nietzsche den von ihm gewollten Übermenschen.

Es geht also um Distanzierung nicht nur von anderen Ständen oder Personen, sondern auch von sich selbst – um das Bedürfnis, heute „besser“ zu sein, als man es gestern war, sich damit selbst zu überwinden und die eigenen Schwächen auszumerzen. Es ist der Wille, zu sich selbst zu finden und sich von anderen abzuheben. Daher sieht Nietzsche in der christlichen Moral die Unterdrückung des Übermenschen und die Unterstützung des schwachen, ungewollten Menschen. Er fordert deshalb zu einer Umwertung der Werte auf, die sie ins Gegenteil verkehren.

Doch unabhängig davon, was man von Nietzsches Vorstellung der „Sklaven“- und „Herrenmoral“ hält, kann man in abstrakter Weise daran arbeiten, sich einer Version des „Übermenschen“ ein Stück weit zu nähern – wohin man geht, wenn man heute „besser“ sein will als gestern, hängt schließlich nur davon ab, wie man „besser“ definiert.

Quellen

- 1 Friedrich Nietzsche: *Jenseits von Gut und Böse*, Anaconda, Köln, 2006
- 2 Friedrich Nietzsche: *Also sprach Zarathustras*, Anaconda, Köln, 2014
- 3 Friedrich Nietzsche: *Nietzsche: Ausgewählte Werke: Die fröhliche Wissenschaft, Genealogie der Moral, Götzen-Dämmerung, Der Antichrist, Ecce homo*, Nikol, 2014

6.7 René Descartes

– Meditationes de Prima Philosophia –

Schüler: Marius Moll
 Betreuerin: Melissa Oré Sanchez

René Descartes (1596-1650) war ein französischer Philosoph, Mathematiker und Naturwissenschaftler. Er war einer der bedeutendsten Vertreter des Rationalismus und gilt als einer der Begründer der modernen Philosophie. Im Kurs haben wir eine von Descartes' zentralen Überlegungen zur Erkenntnistheorie nachvollzogen. Die für ihn in diesem Kontext entscheidende Frage ist, was der Mensch zweifelsfrei, also mit absoluter Gewissheit erkennen könne.

Descartes beginnt damit, grundlegend *alles* anzuzweifeln, bis hin zu seinen eigenen Sinneswahrnehmungen. Dabei arbeitet er sich von der genauen Gestalt seiner Umwelt zu grundlegenden Eigenschaften wie Farben oder Formen vor. Selbst der Besitz einer Körpers erscheint ihm schließlich widerlegbar, da ihm zum Beispiel im Traum bereits ein falscher Körper vorgetäuscht wurde. Eine solche Täuschung außerhalb eines Traumes wäre zum Beispiel möglich durch die Existenz eines allmächtigen, aber täuschenden göttlichen Wesens.

Zuletzt stellt Descartes die Existenz seiner selbst in Frage. Würde er nicht existieren, könnte er diese Frage ja gar nicht stellen. Daraus schließt er seinen wohl berühmtesten Satz: *Cogito ergo sum* – *ich denke, also bin ich*. Dies ist für ihn die Natur eines denkenden Dings.

Für seine weiteren Überlegungen schildert Descartes zunächst den Zusammenhang von Ursache und Wirkung. Auf jede Ursache folge eine Wirkung, und eine Wirkung könne nicht ohne Ursache entstehen. Außerdem könne eine Wirkung niemals größer sein als ihre Ursache. Ein Beispiel dafür ist eine Lampe, die einen Raum erleuchtet – das Licht im Raum kann niemals heller sein als die Lampe. Descartes argumentiert dann, dass er eine Idee von Unendlichkeit und Vollkommenheit habe. Diese Idee könne er nicht aus Unvollkommenem und Endlichem hergeleitet haben, so wie man auch die Existenz von Licht nicht aus der Kenntnis von Schatten herleiten könne. Da aber in Descartes' Umwelt nichts existiere, woraus er sich Vollkommenheit ableiten könnte, müsse die Vorstellung davon angeboren sein – es müsse also eine Vollkommenheit existieren, welche ihm diese Idee eingegeben habe. Da aber, wie zuvor bemerkt, eine Wirkung niemals größer sein kann als ihre Ursache, müsse es demnach ein vollkommenes Wesen geben: *Gott*.

Nun könne dieser Gott noch ein täuschendes Wesen sein, das die Existenz der Welt vorgaukelt. Descartes deutet eine solche Vorgehensweise jedoch als Zeichen von Schlechtigkeit und Schwäche, und diese Eigenschaften widersprechen seiner Definition von Vollkommenheit. Somit kommt Descartes zu dem Schluss, dass Gott ihn nicht bewusst täusche. Er hält es allerdings für möglich, dass er als unvollkommenes Wesen seine Sinneswahrnehmungen falsch deutet, wie etwa im Traum.

Bei seiner folgenden Betrachtung der nun bewiesenen Welt untersucht Descartes seine Wahrnehmung. Gegenstände könne er aufgrund von Eigenschaften wie Aussehen, Farbe und Geruch genau benennen. Doch auch wenn einige dieser Eigenschaften sich ändern, könne er einen Gegenstand noch identifizieren. Als Beispiel dafür nennt er schmelzendes Wachs, das in Form und Konsistenz variiert. Er schließt daraus, dass wir Dinge nicht mit den Augen, sondern mit dem Geist wahrnehmen.

Ich empfinde Descartes' Methode des Zweifels als grundlegend schlüssig. Der Satz *Cogito ergo sum* ist ein spannender Ausgangspunkt für philosophische Überlegungen. Seine Idee der Wahrnehmung mit dem Geist gilt außerdem heutzutage als erwiesen: Das Gehirn wandelt Bilder in Informationen um, über welche wir unsere Umwelt identifizieren.

Problematisch wird es meiner Meinung nach bei seinem Gottesbeweis. Die meisten Schlüsse erscheinen logisch, doch der Gedankengang enthält auch viele zweifelhafte Schritte. Ich denke, dass auch ein unvollkommenes Wesen ein Idealbild seiner selbst erschaffen kann. Aus dieser oder anderen Quellen könnte die Idee von Gott abgeleitet werden. Außerdem definiert Descartes Vollkommenheit über bestimmte Attribute, die stark moralisch geprägt sind. Seine Schlüsse sind aufgrund dieser Attribute überhaupt nur möglich. Wer sagt, dass Gott uns nicht dahingehend täuschen könnte, dass Täuschung eines vollkommenen Wesens nicht würdig wäre?

All diese Punkte führen dazu, dass ich Descartes' Gottesbeweis anzweifle und nicht als stichhaltig ansehe. Leider führt er viele seiner Überlegungen auf diesen Beweis zurück, sodass er für mich persönlich auch die Existenz der Welt nicht klar bewiesen hat. Dennoch hat es mich fasziniert, deren Existenz überhaupt erst in Frage zu stellen, und ich habe daraus viele neue Denkanstöße gewonnen.

Quellen

- 1 René Descartes: *Meditationes de prima philosophia*, (1642)

6.8 David Hume

– An Enquiry Concerning Human Understanding –

Schülerin: Lara Hofacker
Betreuerin: Fiona Knoll

Der schottische Philosoph David Hume widmete sich in seinem Werk *Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand* einer der grundlegenden Fragen der Erkenntnistheorie: Aus welchen Quellen entspringt unsere Erkenntnis, und wie sicher ist diese überhaupt?

Hume beginnt seine Ausführungen mit einer Einteilung aller Gegenstände des menschlichen Denkens. Dabei unterscheidet er Vorstellungsbeziehungen („Relations of Ideas“) und Tatsachen („Matters of Fact“). Vorstellungsbeziehungen sind Behauptungen von demonstrativer oder intuitiver Wahrheit, die *a priori*, also unabhängig von der Erfahrung, entdeckt werden können. Hume meint damit zum Beispiel mathematische Sätze, wie den Satz des Thales. Tatsachen sind im Gegensatz dazu Behauptungen ohne intuitive Gewissheit. Sie können erst *a posteriori*, nach der Erfahrung, erkannt werden. Als Beispiel hierfür nennt Hume das tägliche Aufgehen der Sonne.

Unser Wissen über Tatsachen stammt laut Hume aus unseren Sinneswahrnehmungen. Darüber hinausgehendes Wissen führt er auf die Kenntnis von Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen Tatsachen zurück. Diese erhalten wir Hume zufolge durch Erfahrung, also durch die Beobachtung aufeinanderfolgender Tatsachen, die wir dann kausal miteinander verketten. Ein Beispiel, das Hume an dieser Stelle anführt, ist eine Uhr, die jemand auf einer einsamen Insel findet. Dieser Mensch würde durch seinen Fund darauf schließen, dass auf jener Insel bereits andere Menschen gewesen seien, weil er Uhren und Menschen in einer Ursache-Wirkungs-Beziehung verknüpfe.

Dabei sieht Hume keinen anderen Grund für diese Verknüpfung als die zuvor gemachte Erfahrung. *A priori* – also vor der Erfahrung, aus reiner Verstandestätigkeit – könnten wir keine Aussage über eine solche Ursache-Wirkungs-Beziehung treffen. Es bestehe zudem keine Reihe von Denkakten ohne jegliches Vorwissen, die von der einen Tatsache zur anderen führe. Die Zuordnung sei deshalb weder demonstrativ, intuitiv, noch in irgendeiner anderen Weise ohne Erfahrung nachvollziehbar. Daher habe die Erfahrung lediglich Aussagekraft über vergangene, nicht aber über zukünftige Ereignisse. Folglich stellt nach Hume nichts von dem, was wir über die Zukunft zu wissen glauben, tatsächlich sicheres Wissen dar.

Doch ohne die Möglichkeit, Prognosen über die Zukunft aufzustellen, fehlt uns die Grundlage für das Treffen von Handlungsentscheidungen. Auch Hume stößt in seinen Überlegungen auf dieses Problem. Die Lösung sieht er dabei in der Gewohnheit – einem menschlichen Prinzip, das uns erwarten lasse, dass in der Vergangenheit gemachte Erfahrungen auch in Zukunft Gültigkeit besäßen. Von diesem Prinzip müssen wir uns laut Hume mangels sicheren Wissens leiten lassen, um unseren Alltag bewältigen zu können. Er bezeichnet die Gewohnheit deshalb als „Führerin des menschlichen Lebens“.

Woher stammt unser Wissen? Humes Antwort auf diese Frage lautet also: aus unseren Sinneserfahrungen. Damit lässt er sich der Gruppe der Empiristen zuordnen, die den Ursprung des Wissens in den Sinneswahrnehmungen sehen, nicht in unserem Verstand. Er zweifelt gleichzeitig aber auch das aus den Sinneserfahrungen abgeleitete Wissen insofern an, dass er einen Schluss aus Erfahrung, wie oben erklärt, nicht für sichere Erkenntnis hält. Demnach ist Hume am treffendsten als skeptischer Empirist zu bezeichnen.

Quellen

- 1 David Hume: *Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand*, Reclam, Stuttgart, 1976

6.9 Ludwig Wittgenstein I

– Die Sprachphilosophie des Tractatus –

Schülerin: Cosima Wintermeyer

Betreuerin: Marianela Manzoni

Die frühen Werke des Philosophen Ludwig Wittgenstein (1889-1951) stellen die Logik der Sprache in den Mittelpunkt des Denkens. Wittgenstein setzt es sich zum Ziel, durch klare sprachliche Formulierungen sämtliche Fragen der Philosophie als Scheinprobleme zu entlarven. Mit dieser radikalen Sicht auf die Verbindung von Sprache und Philosophie zweifelt er die Grundlage aller bisherigen philosophischen Fragestellungen an.

Ich habe mich mit Wittgensteins *Tractatus Logico-Philosophicus* beschäftigt. Darin beschreibt er in sieben streng strukturierten Hauptsätzen, wie die Sprache ein Abbild unserer Realität darstelle. Wittgensteins Aufbau der Welt erscheint zunächst trivial: Die Wirklichkeit sei aus Sachverhalten zusammengesetzt. Diese können entweder bestehen oder nicht bestehen. Ein Ding könne theoretisch in unterschiedlichen Sachverhalten auftreten, doch die Wirklichkeit bestehe nur in den konkreten Sachverhalten, in welchen die Dinge auch tatsächlich erscheinen.

Für Wittgenstein beinhaltet die Welt also nicht bloß die Aufsummierung aller Dinge, die existieren, sondern insbesondere auch deren Zusammenhänge. Er legt ausführlich dar, wie diese Zusammenhänge sich in die Struktur unserer Sprache übersetzen.

Im Weiteren beschäftigt Wittgenstein sich mit dem Verhältnis von Sprache und Denken. Gedanken seien logische Abbilder der Tatsachen. Diese Gedanken („gedankliche Bilder“) können in Sätzen ausgedrückt werden, die der Struktur der Welt entsprechen. Diese Bilder, die wir uns von der Wirklichkeit machen, müssen jedoch mit der Realität abgeglichen werden. Ein solcher Abgleich sei notwendig, da nicht alle möglichen Modelle der Wirklichkeit auch korrekt sein können. Wir können uns ja durchaus einen Sachverhalt und dessen Negation vorstellen, ohne dass beide gleichzeitig der Fall sein können. Etwas, das sich nicht in solch modellhafter Weise zum Ausdruck bringen lasse (zum Beispiel Behauptungen der Metaphysik), könne entsprechend nicht sinnvoll philosophisch bedacht werden. Nur ein Verstummen der Sprache sei hier möglich. Die Aufgabe der Philosophie sei es schließlich, unsere Gedanken in eine logische Ordnung zu bringen. Die Sprache diene als Medium der Philosophie und müsse aufgrund dessen auf den Prinzipien der Logik beruhen. Die Philosophie solle sich darauf konzentrieren, logische Fehler in Sätzen nachzuweisen und dann durch logische Sprache zu lösen. Dies sei natürlich nur möglich, wenn es auch um tatsächlich bestehende Sachverhalte geht.

Und so endet Wittgenstein in der Einladung, die Metaphysik als etwas anzuerkennen, das über unsere Sprache und damit die Realität hinausgeht: „Wovon man nicht sprechen kann, darüber muss man schweigen“ (Siebter Hauptsatz).

Quellen

- 1 Ludwig Wittgenstein: *Tractatus logico-philosophicus. Tagebücher 1914 - 1916. Philosophische Untersuchungen*, Suhrkamp, Frankfurt am Main, 22. Auflage, 2016
- 2 Rein Ruffing: *Einführung in die Geschichte der Philosophie*, Wilhelm Fink, Paderborn, 2. Auflage, 2007
- 3 Joachim Schulte: *Wittgenstein. Eine Einführung*, Reclam, Stuttgart, 1992

6.10 Ludwig Wittgenstein II

– Philosophische Untersuchungen und die Ordinary Language Philosophy –

Schülerin: Christina Duldier
Betreuerin: Marianela Manzoni

Im Jahr 1953 wurden die *Philosophischen Untersuchungen* veröffentlicht, welche Wittgenstein als Antwort auf seinen *Tractatus Logico-Philosophicus* aus dem Jahr 1921 verfasste. Er führt darin den Begriff der „Sprachspiele“ ein, um die Struktur der Sprache zu verdeutlichen und die Abbildkonzeption des *Tractatus* zu ergänzen. Durch Sprachanalyse philosophische Probleme zu beseitigen ist für Wittgenstein noch immer die zentrale Aufgabe der Philosophie. Er stellt allerdings nun eine Wechselbeziehung zwischen Sprache und gesellschaftlichem Handeln fest: Je nach Lebenssituation habe Sprache eine unterschiedliche Funktion und Bedeutung, und ihre Verwendung werde zu einem „Sprachspiel“.

Wittgenstein führt die Grundidee des *Tractatus* konsequent weiter, als ihm klar wird, dass seine Unterscheidung zwischen *etwas abbildenden Sätzen* und *nichts abbildenden Sätzen* auch in der Philosophie gültig ist. Philosophische Sätze, wie etwa die des *Tractatus* selbst, seien hypothetische Konstrukte und beschreiben nicht zwangsläufig die Wirklichkeit. Würde man also Sprache rein auf ihre deskriptive Funktion beschränken, wären die dort aufgestellten Thesen selbst sinnlos. Stattdessen realisiert Wittgenstein, dass Sprache viel mehr Funktionen innehat als nur die Beschreibung der Wirklichkeit. Er versucht nun, herauszufinden, wie Sprache in bestimmten sozialen Situationen verwendet wird, und wie der soziale Kontext die Bedeutung von Begriffen verändern kann.

Wittgenstein korrigiert seine Vorstellung der Sprache also dahingehend, dass sie eine Tätigkeit des Alltags sei. Sie bestehe aus mannigfaltigen „Sprachspielen“. Darunter fasst er alle Kommunikationswege mittels Sprache zusammen – Diskussionen, Anweisungen, Unterhaltungen, Vorträge, Geschichten etc. Sie alle besäßen eine eigene Logik und Regeln des korrekten Schlussfolgerns. Sie seien allerdings durch „Familienähnlichkeiten“ miteinander verknüpft und können deshalb im Gesamten als Sprache bezeichnet werden, etwa dass sie alle Worte verwenden oder zur Kommunikation von Informationen dienen. Gelehrt werden diese Sprachspiele durch Abrichtung. Es werde eine Assoziation zwischen Wort und Ding hergestellt, doch dabei werde gelehrt, nicht nur die Worte zu verstehen, sondern sie auch im richtigen Kontext zu verwenden. Nicht die metaphysischen Aspekte eines Dings stellen also die Bedeutung des Wortes dar, sondern der Gebrauch innerhalb der Sprache. Somit lege eine Gruppe von Menschen die Regeln der Verwendung fest, sodass die Sprache innerhalb dieser Gruppe verständlich werde und ihren Zweck erfülle. Da die Benennung von Dingen im Grunde zufällig sei, erhielten Worte durch einen anderen Unterricht auch eine andere Bedeutung.

Missverständnisse und philosophische Probleme entstehen nach Wittgenstein immer dann, wenn Menschen miteinander kommunizieren, die einen anderen Sprach-Unterricht genossen haben. Dies bezieht sich natürlich nicht nur auf tatsächlichen „Unterricht“, etwa in der Schule, sondern auf jeden sozialen Kontext, in dem Sprache verwendet wird. Philosophische Probleme müssen somit als Probleme des sprachlichen Ausdrucks verstanden und analysiert werden.

Die Aufgabe der Philosophie ist demnach für Wittgenstein weiterhin, uns auf die Grenzen unserer Sprache aufmerksam machen. Statt aber zu versuchen, eine „beschreibende Kunstsprache“ zu konstruieren, wie er sie im *Tractatus* noch fordert, sucht er Scheinprobleme nun durch Klärung der Regeln von Sprachspielen zu lösen. Jedes Sprachspiel werde schließlich nach eigenen, spezifischen Regeln gespielt, und diese lassen sich nicht auf andere Sprachspiele übertragen. Erst die Interaktion zwischen den Teilnehmern lasse deren Aufgabe und Ziele im Spiel feststellen. Philosophie sei also Therapie durch Sprachanalyse, um Missverständnisse aufzulösen und zwischen verschiedenen Sprachspielen zu übersetzen.

Quellen

- 1 Ludwig Wittgenstein: *Tractatus logico-philosophicus. Tagebücher 1914 - 1916. Philosophische Untersuchungen*, Suhrkamp, Frankfurt am Main, 22. Auflage, 2016
- 2 Rein Ruffing: *Einführung in die Geschichte der Philosophie*, Wilhelm Fink, Paderborn, 2. Auflage, 2007
- 3 Joachim Schulte: *Wittgenstein. Eine Einführung*, Reclam, Stuttgart, 1992

6.11 Theaterstück

– Querfeldein durch die Philosophie –

Um die Ergebnisse unserer Kursarbeit zu festigen, haben wir gemeinsam ein Theaterstück erarbeitet. Ziel war dabei, unsere Ideen und Erkenntnisse im Dialog noch einmal selbstständig auszuformulieren und gegenüberzustellen. Dabei konnten wir viele spannende Parallelen und direkte Gegensätze entdecken, die uns bei der Bearbeitung der Themen im Einzelnen noch nicht bewusst geworden waren.

Um uns dem Theaterstück zu nähern, erforschten wir zunächst in Kleingruppen mögliche Besetzungen, Schauplätze und Handlungsstränge. Dabei kristallisierte sich schnell heraus, dass die SchülerInnen jeweils die von ihnen erarbeiteten Philosophen verkörpern würden. In diesen Rollen lernten sie dann verschiedene Improvisationstechniken kennen. Aus den Übungen ergaben sich verschiedene Szenen, in denen die Meinungen und Eigenheiten der Philosophen aufeinandertrafen. Diese setzen wir dann nach und nach zu einem ganzen Theaterstück zusammen. In mehreren freien Durchläufen verfeinerten wir die Dialoge und Übergänge. Am Gästenachmittag hatten wir schließlich die Möglichkeit, das Stück vor den anderen Teilnehmern und Besuchern aufzuführen.

SZENE 1

Heidegger: (*zum Publikum*) Guten Tag! Was für ein wunderschöner Nachmittag! Ach, ich fühle mich heute wieder so angesprochen vom Sein des Seienden. Spüren Sie das auch? Sie müssen nämlich wissen: Die Seins-Philosophie, das ist mein Fachgebiet. Ich bin der Philosoph Martin Heidegger, und ich beschäftige mich vor allem mit Fragen wie, sehr vereinfacht gesagt, der nach dem Sein, der nach dem Seienden und, am wichtigsten, der Frage: „Warum ist überhaupt Seiendes und nicht vielmehr Nichts?“ Und gerade auf diese letzte wichtigste Frage glaube ich nunmehr eine Antwort gefunden zu haben...

Heidegger holt mit einer großen Geste aus, um dem Publikum die Antwort auf die Frage zu erläutern. In diesem Moment bemerkt er aber Wittgenstein 2.0, der die Bühne betritt und nun auf Heidegger zukommt.

Wittgenstein 2.0: (*Heidegger unterbrechend*) Ich kann dieses unsinnige Geschwätz nicht mehr hören! Ich reagiere geradezu allergisch darauf! Wenn Sie denken, Sie würden damit das Wesen der Welt erfassen, irren Sie sich gewaltig. Wie naiv sind Sie, anzunehmen, die Grenzen der Sprache so maßlos überschreiten zu können?

Heidegger: (*empört*) Grenzen der Sprache? Was soll das denn sein? Ich kenne überhaupt keine Grenzen! ICH habe die Sprache definiert als „Haus des Seins“. Das sollten Sie sich mal vergegenwärtigen!

Wittgenstein 2.0: Ich sage: Sprache ist eine Tätigkeit des Alltags.

Heidegger: (*generöt*) Aha. Philosophieren Sie denn wenigstens auf Deutsch?

Wittgenstein 2.0: Selbstverständlich.

Heidegger: Das will ich Ihnen auch geraten haben. Man KANN überhaupt in keiner anderen Sprache philosophieren als auf Deutsch, höchstens noch auf Altgriechisch. Die altgriechische Sprache, und sie allein, ist „logos“.

Wittgenstein 1.0 betritt die Bühne von der Tür aus.

Wittgenstein 1.0: *(energiegeladen, zu Wittgenstein 2.0, auf Heidegger deutend)* Hast du das gehört? Endlich einer, der es auch verstanden hat!

Heidegger: *(etwas arrogant)* Natürlich habe ich das verstanden.

Wittgenstein 2.0: *(zu Wittgenstein 1.0)* Meine Vergangenheit – sie verfolgt mich noch bis heute!

Wittgenstein 1.0: Ich bin nur hier, weil Du die Logik vernachlässigt hast!

Wittgenstein 2.0: Du Perfektionist! Was bringen dir ideale Bedingungen, wenn sie nicht alltagstauglich sind?

Wittgenstein 1.0: Du verstehst das Prinzip nicht: Sprache MUSS logisch sein! Denn das, worüber wir nicht reden können, darüber müssen wir schweigen.

Wittgenstein 2.0 nickt zustimmend.

Wittgenstein 1.0: *(zu Heidegger)* Das hättest Du besser auch mal getan. Das nichtende Nichts, das seiende Sein..

Heidegger: *(empört)* Ich? Frechheit!

Wittgenstein 2.0: *(zu Wittgenstein 1.0)* Da gebe ich dir ausnahmsweise Recht, aber Sprache ist nicht einseitig. Sie lässt sich nicht nur auf Logik reduzieren.

Wittgenstein 1.0: Aber Sprache ist doch das logische Abbild der Wirklichkeit!

Wittgenstein 2.0 schüttelt ablehnend den Kopf.

Nietzsche kommt aufgebracht die Treppe herunter. Stolpert durchs Publikum näher.

NIETZSCHE: *(schreit)* Ich! Suche! Gott! Wohin ist er? Wo ist Gott? *(schüttelt Leute aus dem Publikum, während er schreit)* Haben Sie Gott gefunden? Gott ist tot!

Nietzsche nähert sich langsam den anderen. Bei ihnen angekommen schüttelt er Heidegger, während er weiterschreit.

Nietzsche: Und wir haben ihn getötet!

Heidegger: Oh nein, Nietzsche ist wieder ausgebüxt... Ich bringe ihn mal wieder auf sein Zimmer.

Heidegger packt Nietzsche am Arm und zieht ihn zum Rand der Bühne.

Nietzsche: Ich bin zu früh!

Heidegger: Komm, Nietzsche, ich bringe dich auf dein Zimmer. Abendessen gibt's erst um 18:30 Uhr, und der Übermensch kommt morgen.

Heidegger und Nietzsche verlassen die Bühne.

Wittgenstein 2.0: *(da Wittgenstein 1.0 auf den Tractatus weist)* Ich wünschte, ich könnte in die Vergangenheit reisen, um mich vor dieser Scham zu bewahren!

Wittgenstein 1.0: Du wirst mich nicht los!

Wittgenstein 2.0 und Wittgenstein 1.0 gehen ab.

SZENE 2

Hume betritt die Bühne von vorne rechts. Er schaut sich verwirrt um.

Hume: *(schaut sich weiterhin verwirrt um und sucht den Raum ab)* Hallo? Haalooo? Hallo? *(an das Publikum gerichtet)* Komisch! Ich habe doch Stimmen gehört. Und normalerweise bedeuten Stimmen, dass auch Menschen da sind. *(dreht sich erneut um sich selbst)* Mal wieder ein Beweis dafür, dass man sich nicht immer auf seine Erfahrung verlassen kann.

Descartes betritt die Bühne von vorne links.

Descartes: *(an Hume gerichtet)* Ach, wurden Sie auch mal wieder von ihren Sinneswahrnehmungen getäuscht?

Hume: Naja, nicht ganz. Nicht von meinen Sinnen, sondern eher von meiner Erfahrung. Aber wer sind Sie eigentlich?

Descartes: Mein Name ist René Descartes.

Descartes und Hume schütteln sich die Hände.

Hume: Sehr erfreut. Mein Name ist Hume. David Hume.

Descartes: Angenehm. Aber zurück zum Wesentlichen: Wie können Sie sich sicher sein, dass ÜBERHAUPT irgendwas existiert? Auf dieser Welt gibt es nichts Sicheres, da wir ständig von unseren Sinnen getäuscht werden.

Hume: *(auf den Stuhl deutend)* Nehmen wir zum Beispiel diesen Stuhl. Ich kann ihn sehen. Ich kann ihn anfassen, ja ich kann mich sogar auf ihn setzen. *(setzt sich auf den Stuhl)* Der Stuhl, DER existiert!

Descartes: *(setzt sich auf den anderen Stuhl und überlegt)* Wie erkläre ich ihm das am besten? *(aufspringend)* Ich hab's! Stellen Sie sich vor, Sie träumen. Sie können den Stuhl anfassen und sich sogar draufsetzen, *(setzt sich auf den Stuhl)* aber Sie träumen diesen Stuhl ja nur. Ihre Sinne hätten Sie mal wieder getäuscht. *(überlegt)* Woher weiß ich aber, dass ICH existiere? *(setzt sich wieder auf den Stuhl und überlegt kurz)* Natürlich! *(springt auf)* Cogito Ergo Sum – ich denke, also bin ich! Solange ich mich frage, ob ich existiere, muss ich existieren, da sich das sonst niemand fragen könnte. DAS muss ich mir aufschreiben! *(setzt sich auf den Stuhl und schreibt)*

Hume: *(nachdenklich)* Darüber müssen wir nochmal reden... *(steht auf)* Aber es ist wirklich extrem cool, dass ich endlich jemanden wie Sie gefunden habe, der sich auch mit dieser wichtigen Frage beschäftigt: *(an das Publikum gerichtet)* „Woher weiß ich, was ich weiß?“ ... Das wäre doch eigentlich auch ein perfektes Thema für ein Kaffeekränzchen. Wollen wir?

Descartes: Sehr gerne.

Hume läuft zum linken Bühnenrand. Descartes folgt ihm, hält aber inne und dreht sich zum Publikum.

Descartes: Moment mal. Woher weiß ich eigentlich, ob ER existiert? *(denkt nach, winkt aber dann ab)* Naja, nur für den Fall...

Descartes folgt Hume. Beide laufen durch Epikurs Garten.

Hume: Schau mal. Was für ein schöner Garten!

Descartes: Wenn er denn existiert...

Descartes und Hume gehen rechts ab.

SZENE 3

Aristoteles sitzt auf einem Stuhl und studiert. *Epikur* erfreut sich des Gartens.

Epikur: Aristoteles, erfreue dich des schönen Gartens, der uns umgibt. Ist das nicht das wahre Glück?

Aristoteles: (*blickt irritiert auf*) Ich schätze deine Freundschaft sehr, Epikur, doch du irrst dich. Aber ich helfe dir gerne, das wahre Glück zu finden. Komm her, setze dich zu mir und folge mir auf dem Pfad der Weisheit.

Epikur setzt sich zu *Aristoteles*. *Aristoteles* widmet sich wieder seinen Büchern.

Epikur: Weisheit? (*steht sofort wieder auf*) Die LUST ist doch Ursprung und Ziel eines glücklichen Lebens!

Aristoteles: (*schüttelt den Kopf*) Nein, du musst doch verstehen: Das Glück an sich ist das höchste Gut. Es ist das Ziel all unseres Handelns. Aber nur durch die Weisheit können wir es erreichen.

Horkheimer betritt die Bühne und betrachtet den Garten.

Horkheimer: Ohhh, was ein schöner Garten!

Epikur: (*nervös, aber stolz*) Aber das ist MEIN Garten!

Horkheimer: (*abwertend*) Was heißt denn „MEIN Garten“? Ein Garten ist ein Ort für alle. Eine Gesellschaft, in der ein Garten nur einer Person gehört, ist ungerecht! (*zu Aristoteles*) Du stimmst mir doch zu, oder?

Aristoteles: (*generot*) Danke für die Einladung, Epikur, aber manch einer kann ja nicht aufhören zu reden. So kann ich mich wirklich nicht konzentrieren. Ich gehe wieder nach Hause in mein Zimmer und beschäftige mich dort in Ruhe mit der Suche nach der Weisheit.

Aristoteles verlässt die Bühne. *Horkheimer* bedrängt nun *Epikur*.

Horkheimer: (*zu Epikur*) Aber was halten Sie denn von der Gesellschaft? Sie müssen sich doch für die Gesellschaft interessieren!

Epikur dreht sich weg.

Epikur: Das bereitet mir keine Lust! Ich... Ich lebe lieber im Verbogenen.

Epikur verlässt die Bühne.

SZENE 4

Horkheimer geht enttäuscht um die Stühle herum und sucht nach Menschen.

Horkheimer: Was soll ich denn jetzt hier alleine? Ich wollte doch die Gesellschaft untersuchen!

Der Übermensch kommt herein. *Horkheimer* entdeckt ihn und geht erfreut auf ihn zu.

Horkheimer: Ah, da ist ja jemand! Hey, wer bist du denn?

Übermensch: (*abweisend*) Ich bin der Übermensch.

Horkheimer: Horkheimer mein Name. Aber sag mal, was hältst du von der Gesellschaft? (*zeigt auf das Publikum*)

Übermensch: (*arrogant*) Mich interessiert die Gesellschaft nicht. Für mich bin ICH das einzig Wichtige.

Horkheimer: Aber du musst dich doch für die Gesellschaft interessieren. Du bist ein Teil davon!
(*nähert sich dem Übermenschen*)

Übermensch: Nein. Ich möchte den größtmöglichen Abstand zur Gesellschaft haben. (*driückt Horkheimer weg*)

Horkheimer: (*erfreut*) Also möchtest auch die Gesellschaft verbessern?

Übermensch: Nein. Ich möchte nicht die Gesellschaft verbessern, sondern MICH, MEIN Potenzial entfalten! (*übertrieben auf sich zeigend*)

Horkheimer: (*verwirrt*) Also... Bist du Proletarier oder Bourgeoise? (*fasst die Kleidung des Übermenschen an*)

Übermensch: Weder noch! Ich schwebe bereits über der Gesellschaft. (*imitiert Vogelflattern*)

Horkheimer: (*wütend, schüttelt den Kopf*) Das geht doch nicht. Es gibt keine Utopie. Also, auf diesem Wege werden wir die Revolution nie erreichen.

Übermensch: Wir brauchen auch keine Revolution!

Horkheimer: (*unterbricht den Übermensch*) Doch! Die kapitalistische Gesellschaft ist ungerecht und kann als solche nie gerecht werden. Und das versuche ich als Theoretiker dir die ganze Zeit zu erklären! (*stampft auf*)

Übermensch: DAS ist Moral für Schwächlinge. Und DU verschwendest meine Zeit! (*zeigt auf Horkheimer*)

Nietzsche kommt herein, verrückt.

Nietzsche: Ich lehre euch den Übermenschen! Der Mensch muss überwunden werden! Der Übermensch ist der Sinn der Welt!

Horkheimer: (*lacht abfällig*) Und DER hat dich erfunden?!

Übermensch: Naja. Seine Eltern kann man sich nicht aussuchen...

Übermensch geht ab.

Horkheimer: Und ich hole mir jetzt erstmal einen Kaffee. Die Philosophie schläft nie!

Horkheimer geht ab.

Alle Philosophen kommen auf die Bühne und verbeugen sich.

7 Faked News und Alternative Facts Von Fälschungen (in) der Geschichte

Fake News, Propaganda, Instagram-Filter, *Deepfakes*, Desinformation, *Clickbaiting* – für Historiker*innen sind das alles Old News! Denn bei genauerem Hinsehen entpuppt sich Geschichte als eine wilde Sammlung von Ungenauigkeiten, tendenziösen Halbwahrheiten und bisweilen dreisten Lügen. Seit Beginn der Geschichtsschreibung wird geschönt, gefiltert und gelogen, dass sich die Balken biegen – der Umgang damit gehört zum Alltag in der Geschichtswissenschaft.

Und tatsächlich können Historiker*innen aufzeigen, dass es bei der aktuellen *Fake-News*-Debatte um viel mehr geht als „nur“ um Journalismus. Von politischen Systemkrisen über historische Narrative bis hin zu vorsätzlicher Beeinflussung sind viele „Verfälschungen“ wichtig für den gesellschaftlichen Diskurs über Wahrheit und Unwahrheit. Das methodische Vorgehen der Geschichtswissenschaft kann hier zur Dekonstruktion von gegenwärtiger (und zukünftiger) politischer Propaganda beitragen.

Im Verlauf des Kurses wurden dementsprechend nicht nur Fälschungen der Vergangenheit aufgedeckt, sondern auch die eine oder andere Abänderung von Geschichte dekonstruiert, die sich aktuell in unserer gesellschaftlichen Gegenwart vollzieht.

Kursleitung

Dr. Peter Gorzolla, Wiss. Referent am Historischen Seminar der Goethe-Universität Frankfurt am Main

Moritz Nocher, Lehrer für Geschichte, Ev. Religion und Französisch

7.1 Zur Einführung

Moritz Nocher

Um das komplexe Gefüge von Wahrheit, Lüge und Fälschung der Vergangenheit zu erfassen, vollzog sich die Arbeit des Geschichtskurses in zwei Phasen. Bevor die Akademiezeit auf Burg Fürsteneck begann, bereiteten sich die Teilnehmenden über mehrere Monate inhaltlich vor. In Teams aus je drei Personen (ein*e studentische*r Betreuer*in sowie zwei Schüler*innen) wurden fünf ausgewählte Themen mit dem Ziel durchdrungen, diese während der Akademie vor Ort den anderen Teilnehmenden selbstständig und kreativ zu präsentieren. Die Vorarbeit umfasste dabei sowohl das Verständnis des „eigenen“ Themas als auch die Aufbereitung der Grundlagentexte für die Themen der anderen Teilnehmenden.

Während der Akademie auf Burg Fürsteneck fand die Vorbereitung der Themen dann einen intensiven Abschluss in den Teams, bevor die Inhalte anschließend in Einzelsitzungen dem gesamten Kurs präsentiert werden konnten. Als *common ground* und Ausgangspunkt der verschiedenen Arbeitsgruppen diente dabei ein Text von Arnd Hoffmann zur Bedeutung von Lüge und Fälschung in der Geschichtswissenschaft.

Je nachdem, wie die Gewordenheit des Jetzt dargestellt wird, ändert dies unseren Blick auf die Herausforderungen der Gegenwart. So weit, so bekannt. Dass *Geschichte* in diesem Sinne nicht nur die Auseinandersetzung mit der *Vergangenheit* ist, sondern stets auch rückgebunden an unsere *Gegenwart*, war den Teilnehmenden bereits vor ihrer Teilnahme an der Akademie bewusst. Je genauer wir hinsahen, umso komplexer wurde die Sache jedoch. Im Verlauf des Kurses entstand daher ein Bündel an Fragen, das die Einzelthemen der Arbeitsgruppen wie ein Netz aus roten Fäden miteinander verband.

Dies begann zunächst mit den Begriffen *Fälschung* und *Lüge*. Aus unserem alltäglichen Sprachgebrauch entnommen, ist der Vorwurf der Lüge stets auch Diskreditierung von Glaubwürdigkeit. Das Brandmarken der jeweiligen Kontrahenten als „Geschichtslügner“ zielt daher nicht nur auf die abstrakte Frage nach wahr und falsch ab, sondern ist letztlich (als emotionaler Kampfbegriff) auch eine

Waffe im Kampf um das Deutungsmonopol der Gegenwart: Sie mobilisiert Mitstreiter und denunziert Kontrahenten (Hoffmann, S. 18f.). Derart zugespitzt und in das Schema „historische Wahrheit vs. historische Lüge“ gezwungen, wird einem angemessenen Reden über das jeweilige Thema jedoch oft kein Raum gelassen. Stattdessen wird der Blick auf die Vergangenheit entdifferenziert und zu einer scheinbaren Gretchenfrage polarisiert: Hältst du es mit Partei X oder Seite Y? Um diesem Problem gerecht zu werden, haben wir uns im Kurs zunächst die unterschiedlichen Dimensionen des komplexen Begriffs der *Lüge* als Manipulation und Täuschung sowie ihrer materiellen Entsprechung als „Fälschung“ erarbeitet.

Ist der Vorwurf der Geschichts-Lüge erst einmal im Raum, wird schnell auch die Frage danach gestellt, wie es „eigentlich“ war. Wer von Lüge spricht, impliziert also auch ihr Gegenteil: die *Wahrheit*. Was ist jedoch ein passender, allgemeingültiger Wahrheitsbegriff für etwas derart (Inter-)Subjektives wie das Reden über und die Bewertung von Vergangenheit? Wenn Geschichte den Anspruch von Wissenschaftlichkeit hat, benötigt sie also einen Objektivitätsbegriff, der dem Untersuchungsgegenstand gerecht wird. Wie jedoch können Historiker*innen die *Geschichte* zu einem neutralen Objekt machen, mit dem sie sich nicht auf die eine oder andere Weise identifizieren?

Die im Folgenden präsentierten Ergebnisse geben einen Eindruck davon, wie unterschiedlich jene Fragen beantwortet werden können und wie vielschichtig Geschichte sein kann – aber auch davon, wie das Wissen um die Komplexität historischer *Wahrheit* dabei helfen kann, strittigen Themen der Gegenwart angemessen zu begegnen.

Literatur

- Arnd HOFFMANN, Klios „doppeltes Herz“. Zur Bedeutung von Lüge und Fälschung in der Geschichtswissenschaft, in: *Geschichtslügen. Vom Lügen und Fälschen im Umgang mit der Vergangenheit*, hg. v. Tillmann BENDIKOWSKI / A.H. / Diethard SAWICKI, Münster 2001, S. 15-53.

7.2 Geschichtsfälschung

Emma Grimm, Trimai Luong & Sophia Ackermann

Die Fälschung unterscheidet sich vom Original dadurch, dass sie echter aussieht.
(Ernst Bloch)

In der heutigen Gesellschaft scheinen wenige Dinge mehr Relevanz zu haben als der Unterschied zwischen *wahr* und *falsch*. Das Streben nach der Wahrheit ist in Zeiten von Social Media mit *Fake News* und Faktencheckern größer denn je. Aber jede*r glaubt auch, die Fakten zu kennen. Jede*r glaubt, Fälschungen könne man leicht entlarven – wer heute noch auf eine Fälschung hereinfällt, ist ungebildet oder selbst daran schuld. Oder?

Wir haben uns mit Geschichtsfälschungen beschäftigt, das heißt mit Fälschungen der Geschichte. Dazu haben wir uns zum einen historische Beispiele angeschaut, zum anderen aktuelle Fälle betrachtet und uns zuletzt sogar selbst als Geschichtsfälscher ausprobiert. Grundlegend für unsere Arbeit war dabei ein Text von Arnd Hoffmann zu den Beweggründen von Geschichtsfälschern, zum Wesen ihrer jeweiligen Fälschungen und zu den gesellschaftlichen Implikationen von Geschichtsfälschungen.

Ein klassisches Beispiel für Fälschungen der Geschichte in der Geschichte ist der Obelisk von Luxor, den Ramses II. als Siegestsäule errichten ließ, obwohl es den entsprechenden Sieg bei Kadesch nie gab. Doch auch das moderne Deutschland ist vor Geschichtsfälschungen nicht gefeit, wie die Tagebuch-Affäre des *Stern* zeigt. In den 1980er Jahren fälschte Konrad Kujau angebliche Tagbücher von Adolf Hitler und verkaufte sie für viel Geld an das Magazin *Stern*, der die Bücher wiederum ungeprüft veröffentlichte. Das Phänomen gefälschter Quellen und Quellentexte sind also weder ein gänzlich neues Phänomen noch Relikt einer „dunklen Vergangenheit“.

Als wir uns bei der Vorbereitung auf unser Thema dem Begriff zunächst assoziativ annähernten, gingen wir vor allem von unbeabsichtigten Verfälschungen von Geschichte aus, die durch den Einfluss von subjektiver Meinung auf einen Text entstünden. Der Geschichtsunterricht hatte uns gelehrt, Quellentexte nach den Motiven und möglichen Intentionen von Autoren (fast immer männlich) zu befragen und zu klären, wie realistisch eine bestimmte Darstellung sei. Dennoch blieb der Autor, so wurde es uns vermittelt, stets eine Autoritätsperson. Er konnte zwar voreingenommen sein, aber im Rahmen seiner eigenen Weltanschauung unterstellten wir ihm stets Ehrlichkeit. Mit Geschichtsfälschungen verbanden wir daher vor allem Übertreibungen oder Auslassungen bei der Beschreibung der Vergangenheit zugunsten von bedeutenden Individuen. Der Begriff wirkte auf uns einfach und selbsterklärend.

Je mehr wir uns jedoch mit der Thematik auf wissenschaftlicher Ebene beschäftigten, desto mehr wurde uns klar, dass die Definition von Geschichtsfälschung alles andere als einfach ist. Im Zuge der Auseinandersetzung mit Hoffmann kristallisierten sich am Ende vier entscheidende Fragen heraus, denen wir in unserer Sitzung nachgehen wollten:

- (1) Was genau ist Geschichtsfälschung und inwiefern ist diese relevant?
- (2) Wie beeinflusst uns Geschichtsfälschung (auch heute)?
- (3) Welche Taktiken und Methoden werden beim Fälschen verwendet?
- (4) Was sind die Motive, Ambitionen und Ziele von Geschichtsfälschern?

Anhand des Beispiels der von Konrad Kujau gefälschten Hitler-Tagebücher haben wir uns die einzelnen Aspekte einer Geschichtsfälschung erarbeitet. Dazu stellten wir uns drei Kernfragen: Was bewegt Geschichtsfälscher*innen bei ihrer Arbeit? Wie gehen sie bei ihrer Arbeit vor? Und warum fallen wir als Gesellschaft auf ihre Fälschungen herein?

Die erste Frage beschäftigt sich mit den Motiven von Geschichtsfälschungen. Diese lassen sich allgemein in die Kategorien „materiell“ und „emotional“ unterteilen. Unter erstere sind zum Beispiel Geld und sozialer Aufstieg zu zählen. Unter die zweite Kategorie fallen beispielsweise berufliche Ambitionen und Machterhaltung sowie Liebe, Hass, der Wunsch nach Aufmerksamkeit, Anerkennung und in manchen Fällen sogar der Glaube, Gerechtigkeit verbreiten zu können. Auch die bloße Lust am Fälschen ist in ihrer Bedeutung nicht zu verkennen, wenn es um die Gründe zu fälschen geht.

Die zweite Frage beschäftigt sich mit den Methoden und Taktiken von Geschichtsfälscher*innen. Diese sind oft eng verknüpft, da sie sich zum großen Teil gegenseitig bedingen. So wird beispielsweise möglichst mit bekannten Fakten aus originalen Quellen gearbeitet, während nur kleine Details „hinzugedichtet“ werden, um die Glaubwürdigkeit nicht zu gefährden. Viele Geschichtsfälscher*innen nutzen auch zeitgenössische Materialien, um wissenschaftliche Prüfer*innen zu täuschen. Auch ist es wichtig, eine Fälschung in den geeigneten Kontext zu setzen. Das bedeutet sowohl die Einbindung in den zeitgenössischen Diskurs, um größeres Interesse zu generieren, als auch das Entwickeln einer überzeugenden Herkunftsgeschichte der Fälschung. Diese Erzählungen können auch bekannte Persönlichkeiten involvieren, weil Bekanntes die Glaubwürdigkeit steigert. Weiter wird die Glaubwürdigkeit einer Fälschung von jeder Form von Authentizitäts-Effekt gefördert. Hier sind vor allem die Fälschungsmethoden entscheidend. Je höher die Authentizität einer gefälschten Quelle ist, desto schwerer ist es, eine Fälschung als solche zu identifizieren.

Schlaue Fälscher*innen versuchen außerdem, ihre Fälschungen so zu präsentieren, dass das Publikum ihnen gar nicht misstrauen will – zum Beispiel, weil es von der Fälschung profitieren könnte. Hier werden besonders häufig die Emotionen des Publikums manipuliert. Ein sehr anschauliches Beispiel bietet der *Fall Willkomirski*, bei dem der Fälscher Bruno Dössekker vorgab, ein Holocaustüberlebender zu sein. Er nutzte die Emotionalität des Themas, um genauere Untersuchungen und die Kritik seiner angeblichen Kindheitserinnerungen zu vermeiden. In gesellschaftlicher Hinsicht und bei einem breiten Fachpublikum hatte er damit Erfolg: Lange wagte es niemand, die Geschichten eines vorgeblichen Holocaustüberlebenden zu hinterfragen. Erst als ein Journalist den Erzählungen von Dössekker nicht den erhofften Glauben schenkte und Nachprüfungen anstellte, konnte die Fälschung aufgedeckt werden.

Die von uns gestaltete Sitzung wurde standesgemäß eingeleitet von einer eigenen Fälschung: einem CIA-Protokoll, welches von den anderen Teilnehmer*innen auf dessen Authentizität hin untersucht werden sollte. Dieses Dokument sollte angeblich den Beweis liefern, dass US-Präsident Bill Clinton die Terroranschläge vom 11. September 2001 geplant hätte. Auf diese Weise konnten die Teilnehmenden sowohl ihr Vorwissen reaktivieren als auch erste Erfahrungen im Umgang mit konkreten Quellen-Fälschungen sammeln.

Um die wichtigsten Stichworte und Fakten zum Thema *Geschichtsfälschung* aus der gemeinsamen Vorbereitung zu sichern, trugen wir im Anschluss – visuell unterstützt von einem Schaubild – einen performativen „Live-Podcast“ vor. In der Auseinandersetzung mit unserem Podcast bündelte der Kurs noch einmal sein Grundlagenwissen, sodass wir gemeinsam verbalisierte Antworten auf die oben genannten Fragen erarbeiten konnten. Gleichzeitig diente dieser Schritt als theoretische Grundlage für den praktischen Teil unserer Sitzung: die „Fälscherwerkstatt“. Hier durften die Teilnehmer*innen nun in Gruppen selber fälschen, unterstützt durch das zuvor gemeinsam entwickelte Konzept. Die Gruppen beschäftigten sich dabei zwar mit unterschiedlichen Medien, hatten jedoch die gemeinsame Aufgabe, die Glaubwürdigkeit der von uns kreierten Verschwörungstheorie um Bill Clinton zu unterstützen, indem sie weitere Quellen schufen oder veränderten, die das gefälschte Protokoll pseudo-authentisch flankieren sollten.

Gefälscht wurden von den Gruppen eine Mail von Clinton an die CIA, die Aufnahme eines Gesprächs zwischen angeblichen deutschen Helfern der Attentäter sowie Fotos, die ein Treffen zwischen Clinton, einem CIA-Agenten und einem Mitglied der Terrorgruppe al-Qaida zeigen sollten. Allen drei Arbeitsgruppen gelang es dabei sehr gut, die erarbeiteten theoretischen Grundlagen sinnvoll in die Praxis umzusetzen. So wurden beispielsweise in die gefälschte Tonaufnahme ganz bewusst Begriffe und Codenamen der Sprache der Geheimdienste um das Jahr 2000 eingebaut, die die Teilnehmenden zuvor recherchiert hatten.

Doch was nahmen wir nun – abgesehen natürlich von unserem kreativen Spaß am Fälschen – aus unserer Fälschungswerkstatt mit? Welchen Lernerfolg brachte es, selbst zu fälschen? Durch die intensive Beschäftigung mit der Literatur und der Vorbereitung der Fälscherwerkstatt wurde uns deutlich, welche Komplexität das Thema Geschichtsfälschung besitzt. Dadurch mussten wir unsere – zu Anfang noch teilweise naive – Sicht auf den Themenkomplex revidieren. Was wir stattdessen erkennen mussten, war die Gültigkeit des Bloch-Zitats: „Die Fälschung unterscheidet sich vom Original dadurch, dass sie echter aussieht.“ Denn auch heute, im Zeitalter von Google-Suchen, Faktencheckern und vollem Zugang zu vielen anderen Recherchemöglichkeiten, fällt es uns nach wie vor schwer, Fälschungen als solche zu erkennen – vielleicht sogar noch schwerer als zuvor.

Darüber hinaus konnten wir zwar einige der von uns gestellten Fragen beantworten, standen am Ende jedoch mit neuen Fragen da: Welche moralischen Implikationen ergeben sich durch das Fälschen von Texten – für die Fälscher*innen und für die Menschen, die darauf hereinfliegen? Wie bringen wir unser Wissen über die Geschichtsfälschung mit den Wahrheitskonzepten der Kohärenz-, Korrespondenz- und Konsenstheorien in Einklang? Und nicht zuletzt die entscheidende Frage: Ist Geschichtsfälschung vielleicht ein Stück von menschlichem Verhalten, dass es zu wahren gilt? Denn nur, wenn man sich aktiv mit Fälschungen beschäftigt, kann man sie auch erkennen. Das gilt heute wie gestern: So fälschte der renommierte Journalist Claas Relotius bis vor kurzem nahezu jeden seiner zahlreichen Artikel für das große Magazin *Spiegel*; und das, obwohl diese Zeitschrift äußerst großen Wert auf das Überprüfen ihrer Artikel legt. Trotzdem fielen sowohl die Zeitung als auch die Öffentlichkeit auf Relotius' Fälschungen herein. Warum das so ist, darüber können wir nur Vermutungen anstellen; Fakt ist aber, dass Relotius (wie andere klassische Geschichtsfälscher*innen!) mit seinen gefälschten Geschichten den Nerv der Zeit traf. Seine Erzählungen waren zwar erfunden, boten aber mit realexistierenden Orten, vielen passenden Kontextinformationen und für das Publikum lesenswerten Inhalten eine zusammenhängende und überzeugende Story. Und ist es nicht so, dass wir alle uns für eine gute Story auch manchmal gern ein wenig belügen lassen *wollen*?

Es bleibt uns wohl nichts Anderes übrig, als stets einen kritischen Umgang mit Quellen jeder Art zu üben, um Fälschungen nicht aufzusitzen und sie womöglich noch weiterzubreiten. Wie das gehen kann, davon haben wir uns in den folgenden Sitzungen ein Bild gemacht.

Literatur

- Arnd HOFFMANN, Klios „doppeltes Herz“. Zur Bedeutung von Lüge und Fälschung in der Geschichtswissenschaft, in: *Geschichtslügen. Vom Lügen und Fälschen im Umgang mit der Vergangenheit*, hg. v. Tillmann BENDIKOWSKI / A.H. / Diethard SAWICKI, Münster 2001, S. 15-53.
- Isa von HEYL / Malter HERWIG / Nilz BOKELBERG u.a.: *Faking Hitler*. Ein Podcast des Stern in 10 Folgen, 2019; online: <https://faking-hitler.podigee.io> [30.09.2019].

7.3 Geschichtsklitterung

Amelie Peters, Christian Weber & Veronika Münstermann

Dunkle Gassen, schwarze Roben, junge Mädchen umhüllt von lodernen Flammen – all das sind Dinge, die wir vor uns sehen, wenn wir das Wort „Mittelalter“ hören. Denn im nächsten Atemzug denken wir vielleicht an die sagenumwobene Hexenverfolgung, die angeblich im Mittelalter ihren Ursprung hat. Diese Assoziationen sind allerdings nicht gerechtfertigt, sondern einem Prozess geschuldet, den Historiker*innen *Geschichtsklitterung* nennen. Genau diesen Prozess haben wir in unserer Sitzung zu unserem Thema gemacht. Nun fragen Sie sich sicherlich, was Geschichtsklitterung überhaupt ist, wie sie wirkt, und ob sie uns immer noch betrifft. Keine Sorge, Sie sind ähnlich ahnungslos wie wir am Anfang unserer Vorbereitung!

In der Vorbereitung der Akademie stellten wir uns die Aufgabe, am Beispiel der angeblichen (inquisitorischen) Hexenverfolgung im Mittelalter einen solchen Prozess von Geschichtsklitterung herauszuarbeiten und ihn für uns verständlich zu machen. Wenn es für Sie nichts Neues ist, dass es im Mittelalter keine systematische Hexenverfolgung gab, verdanken Sie das vor allem dem Historiker Norman Cohn, der diesen enormen Fall von Geschichtsklitterung maßgeblich aufdeckte – und dadurch den Grundstein für ein breiteres gesellschaftliches Bewusstsein über die Problematik unserer heutigen Mittelalter-Vorstellungen legte.

Grundlage unserer Arbeit war vor allem ein Kapitel aus Cohns Buch *Europe's Inner Demons* mit dem aussagekräftigen Titel: „How the Great Witch-Hunt Did Not Start“. Neben der englischen Sprache des Textes stellte insbesondere auch dessen komplexe Struktur eine Herausforderung für uns dar. Dies führte zwischendurch zu mancher Verwirrung, aber durch viele intensive Diskussionen konnten wir uns den Inhalt erschließen. Außerdem brachten wir mit Schaubildern Ordnung in die komplizierten inhaltlichen Zusammenhänge und verschafften uns so eine Übersicht über die chronologische Abfolge von Ereignissen, Autoren und Rezipienten.

Cohn arbeitet im Wesentlichen mit zwei Beispielen für Geschichtsklitterung, einem Vorfall in Italien und einem in Frankreich. In beiden Fällen wurden fälschlicherweise Hexenverfolgungen späterer Jahrhunderte in das 13. Jahrhundert rückprojiziert. Auf Grundlage dieser Verfälschungen bauten Historiker und Schriftsteller der nachfolgenden Generationen und Jahrhunderte den Mythos der mittelalterlichen Hexenverfolgung immer weiter aus. Insbesondere zu Beginn des 19. Jahrhunderts sticht in Frankreich die Person des Baron de Lamothe-Langon hervor. Lamothe-Langon war ein skrupelloser Autor von Abenteuerromanen, der eine fiktive Geschichte der vermeintlich ersten Hexenverfolgung in Toulouse aufgriff und für seine Zwecke – um nämlich eine reißerische „Geschichte der Inquisition“ möglichst gut zu verkaufen – abänderte und ausschmückte. Trotz Lamothe-Langons teilweise skurriler Verfälschungen griffen mehrere renommierte Historiker dessen Geschichten auf und hielten sie für wahr. Indem sie die falschen Belege und gruseligen Erzählungen des Barons wiederholten, bestätigten und verfestigten sie das damit verbundene, ungerechtfertigte Mittelalterbild, und zwar langfristig. Bis auf den heutigen Tag treiben Hexen und Hexenverfolgungen so ihr Unwesen in der Vorstellungswelt, die die meisten Menschen vom Mittelalter haben.

Weil nun aber über die Jahrhunderte zahlreiche andere Personen mit ihren je eigenen Verfälschungen oder Missverständnissen in diesen weitreichenden Prozess der Geschichtsklitterung involviert waren, ist es gar nicht so leicht, die Zusammenhänge zu entwirren oder zu erklären. Nachdem wir

also selbst den Wirrwarr aus Akteuren und Zusammenhängen einmal entknotet hatten, standen wir vor dem nächsten Problem: Wie sollten wir anderen die Zusammenhänge aus einem Text verständlich machen, an dem wir selbst fast gescheitert wären?

Wir entschieden uns dafür, auf der Basis der im Voraus erarbeiteten Schaubilder einen Gerichtsprozess für unsere Sitzung zu konzipieren. So sollte sich der Kurs besser in die Positionen der einzelnen Akteure hineinversetzen und die Beziehungen zwischen den Personen herausarbeiten können. Im Laufe des dann sehr humorvollen Gerichtsprozesses war festzustellen, dass die Angeklagten keinen gemeinsamen Nenner finden konnten – jeder Akteur hatte seine eigenen, als richtig empfundenen Absichten und verteidigte sich damit im Gerichtsprozess. Nachdem jede Gruppe schließlich ihre Argumente vorgebracht hatte, gingen wir in einer offenen Diskussion der sich ergebenden Schuldfrage nach. Schnell kristallisierten sich bestimmte Schlüsselbegriffe (wie *Wahrheit*) und die damit zusammenhängenden Theorien als wichtig heraus. Außerdem wurden wir uns bald darüber einig, dass nicht ein Schuldiger ausgemacht werden kann und somit wohl alle Beteiligten eine Teilschuld tragen. Deshalb kamen Zweifel auf, ob es sich überhaupt lohnt, in so einem Fall die Schuldfrage zu stellen; vielmehr sollte man sich mit der Frage nach den Verantwortlichkeiten auseinandersetzen.

Ein weiterer Aspekt, auf den wir in unserer Abschlussdiskussion eingegangen sind, war das Problem der Autoritätshörigkeit. Dieses Problem stellt sich nicht nur bei Laien gegenüber „Experten“, sondern erschwert auch im wissenschaftlichen Betrieb bis heute oft die kritische Reflexion „sicherer“ Ergebnisse: Oft werden nur unzureichende Nachforschungen angestellt, was wiederum dazu führt, dass häufig verkürzte und verfälschte Ergebnisse übernommen und veröffentlicht werden.

Zum Abschluss konnten wir außerdem die eingangs gestellte Frage, was sich hinter dem Begriff der *Geschichtsklitterung* eigentlich verbirgt, wieder aufgreifen und nun differenzierter beantworten: Unserem Verständnis nach ist Geschichtsklitterung der *Prozess* einer *unkritischen* und *sinnentstellenden* Darstellung historischer Ereignisse und Zusammenhänge. Wichtig ist, dass dieser sowohl bewusst als auch unbewusst vonstattengehen kann.

Weitere faszinierende Fälle von Geschichtsklitterung finden sich in anderen Bereichen unseres Weltbildes: Ebenso falsch wie das Bild der angeblichen Hexenverfolgung im Mittelalter ist die Vorstellung, mittelalterliche Menschen hätten geglaubt, die Erde sei eine Scheibe. Auch hierbei handelt es sich um eine Rückprojektion aus der Frühen Neuzeit in Abgrenzung zum Mittelalter, die sogar noch Einzug in unsere heutigen Schulbücher findet.

Keinen Einzug mehr soll hingegen in US-amerikanischen Schulbüchern in Texas zukünftig der Ku-Klux-Klan finden – ein hochaktuelles Beispiel für die Gefahren, die von Geschichtsklitterung ausgehen! Wir merken uns also: Geschichtsklitterung ist keine Sache der Vergangenheit, sondern ein stets aktuelles und politisch brisantes Problem.

Literatur

- Norman COHN, *Europe's Inner Demons. The Demonization of Christians in Medieval Christendom. Revised Edition*, Chicago 1993 [orig. 1973], S. 181-201 [=Chapter X: How the Great Witch-Hunt Did Not Start].
- Jürgen WOLF, *Die Moderne erfindet sich ihr Mittelalter – oder wie aus der ‚mittelalterlichen Erdkugel‘ eine ‚neuzeitliche Erdscheibe‘ wurde* (=Colloquia Academica, Reihe Geisteswissenschaften / Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz, Abhandlungen der Geistes- und sozialwissenschaftlichen Klasse, Jg. 2004, Nr. 5), Stuttgart 2004.

7.4 Invented Tradition

Farah Tarek Mohamed Anwar Saleh El Hawary, Moritz Drescher & Tatiana Rocha de Oliveira

Haben Sie jemals vom Phänomen der *Invented Tradition* gehört? Falls nicht, dann wird es höchste Zeit – denn diese Form der (Ver-)Fälschung begegnet uns im Umgang mit Geschichte tagtäglich!

Grundlage für unsere Arbeit an der Thematik war der Text *Inventing Traditions* von Eric Hobsbawm aus dem Jahre 1983. Dieser befasst sich mit der Rolle und Relevanz von Traditionen in unserer Gesellschaft und Geschichte. Darin versucht Hobsbawm zunächst, den Begriff der Tradition von anderen Begriffen abzugrenzen, um ein präzises Bild davon zu konstruieren. Von diesem Punkt aus leitet er zu den „erfundenen Traditionen“ über, die dieselben Eigenschaften wie herkömmliche Traditionen aufweisen. In ihrer Darstellung erscheinen sie wie herkömmliche Traditionen, doch ihre Entstehung ist von Menschen bewusst initiiert. Weitere Merkmale ergänzen den Begriff der Invented Tradition: Grundsätzlich definiert Hobsbawm diese als „eine Reihe von Praktiken, die normalerweise durch offen oder stillschweigend akzeptierte Regeln bestimmt und von ritueller oder symbolischer Natur sind, welche versuchen, bestimmte Werte und Normen des Verhaltens durch Wiederholung zu vermitteln“ (S. 1; alle Zitate von den Verf. übersetzt). Traditionen müssen nicht weit in die Vergangenheit zurückreichen, sondern können ihren Ursprung in der Gegenwart haben und scheinen daher nur auf den ersten Blick „alt“ zu sein (1). Dadurch wird eine „vermeintliche“ Kontinuität zwischen Gegenwart und Vergangenheit impliziert, die jedoch nur von künstlicher Natur ist (1). Traditionen zu erfinden ist im Wesentlichen ein Prozess der Formalisierung und Ritualisierung, der durch den Bezug auf die Vergangenheit und durch kontinuierliche Wiederholung gekennzeichnet ist (2).

Den Zweck dieser Traditionsbildung kann man insbesondere durch ihre Typologie nachvollziehen. Hobsbawm entfaltet seine Theorie in drei kriterienbasierten Kategorien: Erstens die Herstellung und Symbolisierung des sozialen Zusammenhalts oder der Zugehörigkeit zu Gruppen, realen oder künstlichen Gemeinschaften; zweitens die Schaffung oder Legitimierung von Institutionen, Statuten oder Beziehungen von Autoritäten; und drittens die Sozialisation, Einprägung von Überzeugungen, Wertesystemen und Verhaltenskonventionen (9).

Hobsbawm führt eine Vielzahl von unterschiedlichen Beispielen auf, um den Begriff zu veranschaulichen. Aufgrund der sprachlichen Komplexität hat sich unser Team der Terminologie zunächst über uns bekannte Traditionen anzunähern versucht. Dabei bezogen wir uns vor allem auf solche, die in unserer Gesellschaft verankert sind, z.B. Feiertage, Feste und Traditionen innerhalb der Familie. Hierbei haben wir gemerkt, dass unsere Idee von Traditionen zwar einige Gemeinsamkeiten zu der von Hobsbawm aufweist, es jedoch auch Aspekte gibt, die sich davon entfernen. Interessant war bei dieser Gegenüberstellung, dass wir den Traditions-Begriff im Alltag gerne und häufig verwenden, jedoch in Wahrheit oft eher Bräuche, Konventionen oder Routinen meinen. Das hat uns gezeigt, wie unreflektiert und unkritisch wir bisher mit dem Begriff umgegangen sind – dies wollten wir nun ändern!

Wir setzten uns also intensiv mit den im Text genannten Beispielen für *Invented Traditions* auseinander und versuchten, eigene zu finden. Dieser Prozess half uns dabei, die Allgegenwärtigkeit der Problematik zu realisieren. Schließlich war ein Medium besonders von solchen erfundenen Traditionen betroffen, mit dem wir ständig konfrontiert waren: unsere Schulbücher. Da wir stets der Auffassung waren, dass insbesondere schulische Geschichtsbücher objektiv und kritisch seien, waren wir davon mehr als überrascht. Folglich entschieden wir uns, dem Problem auf den Grund zu gehen und zu verstehen, inwiefern dieses Medium mit erfundenen Traditionen arbeitet und wie das unser Geschichtsbild beeinflusst.

Begonnen haben wir dabei mit naheliegenden Fällen von Verfälschung: Bereits bei einer oberflächlichen Lektüre eines Geschichtsbuchs aus dem Deutschen Kaiserreich (einem *Lehrbuch der Geschichte für die mittleren Klassen höherer Lehranstalten* über die deutsche Geschichte der Neuzeit aus dem Jahre 1898) wird offensichtlich, wie dort Invented Traditions konstruiert werden. So heißt es dort etwa: „Kaiser Wilhelm I. war, nachdem er das große Werk der Einigung der deutschen Stämme und der

Wiederherstellung eines deutschen Reiches vollbracht, noch eine lange segensreiche Regierung im Frieden vergönnt.“ (S. 88). Bereits in einem einzelnen Satz werden verschiedene *Invented Traditions* erkennbar: Nicht nur wird die deutsche Kleinstaatenlandschaft des 19. Jahrhunderts rückwirkend auf die germanischen Stämme der Antike projiziert und so eine fragwürdige Langzeit-Identität konstruiert, auch wird hier eine Idealisierung von Kaiser Wilhelm I. vorgenommen, der als „Vater“ der deutschen Einigung bezeichnet wird. Wenn man das Geschichtsbuch aus dem Kaiserreich näher in den Blick nimmt, fällt einem auf, dass ausgesprochen viel mit Kontinuitäten zu einer (vermeintlich) glorreichen Vergangenheit, mit Verherrlichung von Personen und Taten sowie mit dem Appell an den eigenen Patriotismus gearbeitet wird. Insbesondere diese Erkenntnis war aufschlussreich für uns und unsere weitere Arbeit mit den gegenwärtigen Schulbüchern, da wir nunmehr herausfinden wollten, ob dies ebenfalls Mittel sind, die in unseren eigenen Lehrwerken verwendet werden.

Angesichts der offensichtlichen nationalen Identitäts-Konstruktion in den analysierten Büchern des Kaiserreichs erschien es uns dabei wünschenswert, dass heutige Schulbücher keine *Invented Traditions* enthalten und Sachverhalte möglichst objektiv darstellen sollten. Wie sich jedoch herausstellte, ist dies nicht immer gegeben. Im Vergleich zu den Schulbüchern im Kaiserreich bedarf es bei modernen Geschichtsbüchern einer besonders genauen Betrachtungsweise: Entsprechende Formulierungen als einseitig zu identifizieren, fällt schwer, da wir mit diesen Begriffen täglich im Schulunterricht operieren und es deswegen schwerer für uns ist, eine kritische Distanz zu ihnen aufzubauen.

Dieser Problematik stellten wir uns unter Zuhilfenahme von Wissen über den *Framing*-Effekt. *Framing* beschreibt das Phänomen, dass durch die (negative oder positive) Konnotation von Wörtern die Wahrnehmung eines Sachverhalts beeinflusst wird. Konnotation meint dabei einen größtenteils assoziativen Abruf von Kontextinformationen, die das Wort aufruft. Wir nutzten dieses Konzept als Input für unsere Kursteilnehmenden, um für die Bedeutung von nicht wertungsfreien Begriffen in Geschichtsbüchern zu sensibilisieren.

Bei der Gestaltung der Sitzung ging es uns dann vor allem darum, die genannten theoretischen Phänomene in einen praktischen Bezug zu setzen. Aus diesem Grund entschieden wir uns für zwei verschiedene Ansätze: einerseits für die Analyse aktueller Schulbücher in Form eines „Detektivspiels“ und andererseits für eine „weltanschaulich-kreative“ Schulbuchgestaltung.

Bei der Schulbuchanalyse im „Detektivspiel“ war die Aufgabe, sich mit vorgegebenen Seiten verschiedener Schulbücher kritisch auseinanderzusetzen und dabei die jeweilige Darstellungsweise und deren Wirkung zu analysieren. Dabei sollten die Teilnehmer*innen Aspekte wie die allgemeine Struktur, die Inhalte in Form von Texten, Bildern und Quellen sowie die Darstellungsabsicht berücksichtigen. Außerdem sollten sie im Geschichtsbuch Formulierungen finden, die darauf schließen lassen, dass ein Ereignis aus der Perspektive der Gegenwart konstruiert wurde.

Ein einfaches Beispiel: In einem Text über Otto von Bismarck (Das waren Zeiten 3, S. 92-93) wird dieser als alleinige Initiator und Vollstrecker der Deutschen Nationenwerdung dargestellt. Wie die *Framing*-Analyse zeigte, werden in Bezug auf seine Person dabei vor allem positiv besetzte Begriffe verwendet. Interessanterweise ist die historische Deutung der Reichseinigung als alleiniges Werk Bismarcks aber erst eine spätere Entwicklung, während in der Kaiserzeit die Reichseinigung neben Bismarck auch auf Kaiser Wilhelm I. zurückgeführt wurde.

Für die kreative Schulbuchgestaltung gaben wir zwei konkrete ideologische Einfärbungen vor, mit denen das Thema „Napoleons Wirken in Europa“ gestaltet werden sollte. Bei beiden Szenarien wählten wir möglichst unterschiedliche Positionen: zur Wahl standen eine deutschnationale sowie eine internationalistisch-proeuropäische Perspektive. Dieser Unterschied sollte in einer gestalterischen Auswahl von Texten, Bildern, Überschriften etc. erkennbar gemacht werden. In akribischer Kleinarbeit bereiteten wir also verschiedene Textausschnitte, Bilder und Quellen über Napoleon vor, mit denen sich die Teilnehmer*innen voll und ganz in ihrer Gestaltungsarbeit austoben konnten.

Der Versuch, Napoleons Wirken und Denken als europäische Position zu klassifizieren, entpuppte sich schnell als eine *Invention of Tradition*. Eine solche Darstellung musste außer Acht lassen, dass das von Napoleon dominierte Bündnissystem in seinem Selbstverständnis wenig mit der EU gemein hatte.

Wie „falsch“ ist es aber, wenn wir das europäische Symbol und einige positiv besetzte Begriffe unter eine Europakarte aus dem Jahr 1812 platzieren? Auch das explizit nationalistische Narrativ musste auf Erfindungen zurückgreifen, wenn es Napoleon als Zerstörer des Heiligen Römischen Reichs Deutscher Nation und damit auch als Zerstörer einer „deutschen“ Kultur (im Sinne des Deutschen Reiches nach 1871) darstellen sollte. Denn das Alte Reich sah sich tatsächlich in der Nachfolge des weströmischen Reiches und definiert sich eben nicht per se über eine „deutsche“ Kultur. Darüber hinaus musste man auch außer Acht lassen, dass gerade Napoleon durch die Mediatisierung einen Anteil an der Deutschen Einigung hatte. Der Kampf von Partisanen in den besetzten Gebieten wurde zu einem Kampf für die eigene Nation stilisiert, ungeachtet der Tatsache, dass in den „deutschen Landen“ der Begriff eines einheitlichen deutschen „Staatsgebietes“ überhaupt erst in diesen Befreiungskämpfen gegen Napoleon bedeutsam wurde.

Beide Aufgaben, das analytische Detektivspiel und das kreative Schulbuchgestalten, hatten das Ziel, gemeinsam zu erarbeiten, inwiefern die Darstellungen in den gegenwärtigen Schulbüchern aus der Gegenwart heraus konstruiert oder gar ideologisch verfälscht sind. Von den Ergebnissen in der Sitzung waren wir sehr angetan, da sie einerseits unsere Erwartungen erfüllten, andererseits auch neue Ideen und Konzepte entstehen ließen, die den Kurs fachlich weiterbrachten. Wir konnten festhalten, dass es nicht die *Falschdarstellungen* von historisch gesicherten Informationen sind, die Geschichtsbücher zum Gegenstand kritischer Analyse machen sollten, sondern dass diese durch *Auslassung*, einseitige *Auslegung* oder Art der *Kontextualisierung* von Informationen problematisch werden. Unsere Analysen der Geschichtsbücher haben gezeigt, dass die verfälschenden Effekte in heutigen Geschichtsbüchern subtiler sind als einfache Fehlinformationen. Sie beruhen oft auf *Framing* und auf der Wirkung von Bildern und Quellen. Auf diesen Erkenntnissen aufbauend haben wir beim Selbstgestalten die Erfahrung gemacht, dass die Darstellung von Geschichte immer ideologisch aufgeladen ist. Auf diese Weise werden Texte und Bilder emotional aufgeladen und eine kritische Betrachtung oft erschwert.

In der Hessischen Verfassung steht, dass „der Geschichtsunterricht auf eine getreue, unverfälschte Darstellung der Vergangenheit gerichtet sein [muss]“ (Art. 56, Abs. 5, Satz 1). Angesichts unserer Arbeitsergebnisse erscheint uns diese Forderung als zu idealistisch. Diese Vorgabe erkennt nicht an, dass eine unverfälschte Darstellung schon deshalb nicht möglich ist, da im Geschichtsunterricht Menschen interagieren – da ist eine subjektive Deutung von Geschichte nicht zu vermeiden. Aber auch die Schulbücher können dem Anspruch der Verfassung auf „Unverfälschtheit“ nicht gerecht werden, da die Auswahl an Texten, Bildern und Quellen und die jeweilige Auseinandersetzung damit durch Arbeitsaufträge bereits eine gewisse Perspektive beinhaltet. Mit einem Selbstverständnis des Geschichtsunterrichts muss man daher zwangsläufig brechen: Im Schulbuch können wir nach dem Spekulieren nicht nachlesen, „wie es wirklich war“! Auch die Schulbücher sind nur ein Versuch, geschichtliche Themen für Schüler*innen aufzubereiten und ihnen eine bestimmte Auslegung nahezubringen.

Im Kurs haben wir also intensive Erfahrungen mit der Wirkungsweise von Schulbüchern gemacht. Im Gegensatz zum Unterricht in der Schule war dabei nicht das *Lernen aus*, sondern das *Verstehen von* Geschichtsbüchern unser Ziel. Als wichtigste Erkenntnis nehmen wir mit, dass zukünftig jeder und jede Einzelne kritisch mit Schulbüchern umgehen sollte. In Bezug auf *Invented Traditions* bedeutet dies, die Verbindung von gegenwärtigen mit vergangenen historischen Phänomenen zu hinterfragen. Für unsere weitere Beschäftigung mit Geschichte halten wir fest, dass Begriffe, die eine gewisse zeitliche Entwicklung vollzogen haben, historisiert werden müssen. Begriffe wie *Demokratie*, *Patriotismus* oder *Staat* werden in unterschiedlichen Zeiten und Bezugssystemen unterschiedlich verstanden. Diese Erkenntnis muss in den Geschichtsunterricht integriert werden, damit das Phänomen der *Invented Tradition* sichtbar und zum Thema gemacht werden kann.

Quellen und Literatur

- Eric HOBBSAWM: Introduction: Inventing Traditions, in: *The Invention of Tradition*, hg. v. E.H., Cambridge 2000, S. 1-14.

- Heinrich Konrad STEIN: *Lehrbuch der Geschichte für die mittleren Klassen höherer Lehranstalten. Vierter Teil: Die deutsche Geschichte seit der Neuzeit 1740*, Paderborn 1898.
- *Das waren Zeiten. Unterrichtswerk für Geschichte an Gymnasien, Sekundarstufe I. Neue Ausg. Hessen (G8/G9)*, hg. v. Dieter BRÜCKNER, Bd. 3: *Vom Absolutismus bis zum Ersten Weltkrieg*, Bamberg 2014.
- *Horizonte. Geschichte Gymnasium Hessen*, erarb. von Ulrich BAUMGÄRTNER u.a., mit Beitr. von Michael BRABÄNDER u.a., Bd. 3, Braunschweig 2014.
- Der Hessische Ministerpräsident: Verfassung des Landes Hessen vom 1. Dezember 1946, in: *Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen 1946 Nr. 34*, S. 229; online: <http://starweb.hessen.de/cache/GVBL/1946/00034.pdf#page=6> [15.11.2019].

7.5 Nationalmythen

Katharina Beruda, Paul Wetzig & Leonhard Kaiser

*2 x 3 macht 4 – widdewiddewitt und 3 macht 9e!
 Ich mach' mir die Welt – widdewidde wie sie mir gefällt!
 Hey, Pippi Langstrumpf hollahi-hollaho-holla-hopsasa!
 Hey, Pippi Langstrumpf, die macht, was ihr gefällt. [...]
 3 x 3 macht 6, widdewidde wer will's von mir lernen?
 Alle, groß und klein, trallalala lad' ich zu mir ein!*
 (Astrid Lindgren)

Für viele Generationen ist Pippi Langstrumpf eine der Held*innen ihrer Kindheit. Pippi ist stark, Pippi ist witzig, Pippi ist kreativ. Im jungen Alter konnten wir uns gut mit ihrer Persönlichkeit identifizieren. Jedoch werden auch wir älter, und unsere einstigen Helden verlieren an Bedeutung. Das Bestreben, sich mit Persönlichkeiten zu identifizieren, bleibt jedoch erhalten. So treten oft Mythen an die Stelle der einstigen Kindheitshelden, mit denen sich die Erwachsenen verbunden fühlen. Sogar ganze Volksgruppen können sich durch einen Nationalmythos identifizieren. In diesem Zusammenhang stellte sich für uns die Frage, wie ein Mythos, beispielsweise der um eine historische Persönlichkeit, Menschenmassen oder sogar ganze Nationen für sich vereinnahmen kann. Zu diesem Zweck setzten wir uns im Besonderen mit der Person von Jeanne d'Arc auseinander – einer französischen Nationalheldin. Dabei waren uns sowohl ihr Mythos als auch deren unterschiedliche Vereinnahmungen in der Gegenwart besonders wichtig.

Der Mythos-Begriff, wie er in der Alltagssprache oder in den Medien verwendet wird, ist für unsere Untersuchungen allerdings ungeeignet. Denn ein Mythos im wissenschaftlichen Sinne ist nicht als ein falsches Bild historischer Ereignisse oder Personen zu verstehen, das Historiker*innen korrigieren müssten. Vielmehr charakterisiert sich der Mythos im Wesentlichen durch eine gemeinsam erlebte Geschichte, die durch bedeutungsvolle Persönlichkeiten geprägt wurde. Durch den Prozess der *Mythologisierung* wird die Geschichte neu kontextualisiert und fungiert somit als Projektionsfläche für die jeweilige Gegenwart. Der Mythos wird zu einem zeitlosen Phänomen. Dieser zeichnet sich weniger durch rationale oder logische Argumente aus als dadurch, dass die Protagonisten sowie die Erzählung eine symbolische Tiefe aufweisen. Jene symbolischen Inhalte thematisieren existentielle menschliche Erfahrungen, die an die Gefühle des Publikums appellieren. Durch diese Emotionen wird die Glaubwürdigkeit des Erzählten gestärkt, wird eine *Wahrheit* des Erzählten geschaffen. Infolgedessen ist es dem Mythos möglich, alle Gesellschaftsschichten und -kreise anzusprechen. Auf diese Weise prägen Mythen seit jeher das Geschichts- und Gemeinschaftsbild des Einzelnen und beeinflussen seit Jahrhunderten Politik und Kultur.

Die nationalen Mythen oder Nationalmythen stellen eine Untergruppe des Mythos dar. Ein Mythos, der einer Nation zugeschrieben wird, handelt in der Regel von einem politischen oder gesellschaftlichen Ereignis, welches mit Blick auf das heute noch Entscheidende neu geordnet wird. Auf diese Weise treten gemeinsame Ursprünge, Leiden oder Errungenschaften der nationalen Gruppe in den Vordergrund. Dabei versinnbildlichen Nationalmythen (ähnlich den Kindheitshelden) bestimmte

Werte und Eigenschaften, mit denen sich jede*r Einzelne identifizieren kann. Die auf eine besondere Weise präsentierten Erzählungen können Großgruppen zusammenschweißen und fungieren als Kohäsionsfaktor. Sie sind sinn- und identitätsstiftend und erschaffen ein gemeinsames (historisches) Bewusstsein – aus einem „sie“ entsteht ein „wir“. Das heißt, dass der und die Einzelne sich über die Nation definieren (das heißt: abgrenzen) kann, dass die Nation aber zugleich auch Identität schafft.

Für eine solche Wirkung des Mythos sind sogenannte *identitätsstiftende Merkmale* notwendig. Dieser Begriffskomplex klingt im ersten Moment sehr abstrakt, ist aber selbsterklärend konkret: Nationalmythen weisen bestimmte Merkmale auf, welche die erstrebenswerten Moralvorstellungen und Eigenschaften jedes einzelnen Angehörigen der jeweiligen Nation widerspiegeln. Dieses Prinzip finden wir auch bei unseren Kindheitshelden: Als Kinder eiferten wir der Stärke und Kreativität von Pippi Langstrumpf nach. Bei unseren Kindheitshelden und Nationalmythen spielen Rangordnungen oder Konkurrenz keine Rolle; beispielsweise ist jeder im selben Maße mutig. Hierbei sollte man beachten, dass dieses Bewusstsein nicht nur für eine kurze Zeit hervorgerufen wird, sondern über lange Zeit erhalten bleibt. Nationalmythen sind sozusagen der Kompass einer Nation, der die nötige Orientierung für die Selbstfindung bietet.

Dennoch können solche Merkmale mit der Zeit adaptieren, so wie auch der Charakter oder das Selbstbild einer einzelnen Person sich verändern kann. Nichts ist immerwährend festgeschrieben. Welche Merkmale für eine Nation oder einen Interessensverband identitätsstiftend sind, ist ebenfalls variabel. So kann ein Nationalmythos im Laufe der Zeit – oder aber auch zeitgleich nebeneinander – verschiedene, zum Teil gegensätzliche identitätsstiftende Merkmale aufweisen. Ein gutes Beispiel für solch einen komplexen Nationalmythos ist Jeanne d'Arc.

Als wir uns in der Vorbereitung mit der Biographie von Jeanne beschäftigten, waren wir erstaunt, wie sehr uns diese mitgerissen und bewegt hat. Die sogenannte Jungfrau von Orléans wurde um 1412 in einem lothringischen Dorf als Tochter eines Bauern geboren. Der Glaube an Gott spielte bereits in ihrer Kindheit eine große Rolle. Mit 13 Jahren hatte Jeanne ihre ersten Visionen, in denen sie Stimmen von Heiligen vernommen haben soll. Diese trugen ihr der Legende nach auf, Frankreich von den Engländern zu befreien und dem Dauphin, dem französischen Thronfolger, zu seiner Krone zu verhelfen. Nachdem sie letzteren überzeugt hatte, sie in ihrem Kampf zu unterstützen, gelang ihr am 7. Mai 1429, die Befreiung der besetzten Stadt Orléans. Mit diesem Sieg verhalf sie dem Dauphin zur Rückeroberung weiter Gebiete und zur Krönung (als Karl VII. von Frankreich) in Reims. Nach mehreren militärischen Niederlagen, unter anderem in Paris, fiel Jeanne d'Arc jedoch beim Monarchen in Ungnade. Von den Burgundern wurde sie schließlich gefangen genommen und an England verkauft. Diese ließen sie in einem Schauprozess von der Inquisition 1431 zum Tode verurteilen und richteten sie auf dem Scheiterhaufen hin; fast 500 Jahre später wurde sie jedoch von der katholischen Kirche heiliggesprochen.

Aus Jeannes Biographie und Rezeption stachen für uns zwei wichtige Punkte heraus: Zum einen tauchten fast überall, auch an unerwarteten Stellen, bildsprachliche Symbole in ihrer Biographie auf. Zum anderen sind seit dem 15. Jahrhundert zahlreiche Instrumentalisierungen ihrer Person zu finden. Daraufhin untersuchten wir die Geschichte der Jungfrau von Orléans ein weiteres Mal, nun mit einem kritischen Blick auf die aktuellen Vereinnahmungen von Jeanne.

Aktuelle Bezüge zu Jeanne d'Arc stammen aus den verschiedensten Lebensbereichen wie Religion, Politik, Gesellschaft und Unterhaltung. Auch die Motive, die den Instrumentalisierungen zugrunde liegen, können sich unterscheiden. Beispielsweise wird Jeanne häufig in Reden aufgegriffen, um die Bedeutung des Gesagten zu stärken, aber auch die Unterhaltungsmedien machen sich ihre Person zu Nutze. Am interessantesten ist der Fall natürlich in der politischen Landschaft Frankreichs. Verschiedene politische Gruppen verweisen dort in ihren Ansprachen auf Jeanne und ermutigen die Bürger, aus ihrer Geschichte Kraft und Besinnung zu ziehen.

Die französische Politikerin Marine Le Pen beispielsweise nutzt die französische Nationalheldin, um ein nationales Gemeinschaftsgefühl zu beschwören. Vor einem stilisierten Jeanne d'Arc-Bild warnt Le Pen vor den fremden Einflüssen durch das Europäische Parlament. „Nein zu Brüssel, ja zu Frankreich“ ist auf einem Banner zu lesen. Durch ihre Aussagen und den Bezug zu Jeanne will Le Pen in

den Köpfen ihrer Zuhörer*innen ein starkes Gemeinschaftsgefühl hervorrufen, dessen Existenz laut Le Pens Aussagen durch die Islamisierung und die multikulturellen Einflüsse bedroht sei. Wie zu Jeannes Zeiten im Hundertjährigen Krieg erschafft Le Pen ein klares Feindbild, welchem Frankreich sich gegenüber sieht.

Genau diesem Feindbild, so scheint es, wollen das Stadtoberhaupt von Orléans, Militärs und Kirchenoberen entgegenwirken. Alljährlich wird anlässlich der Festlichkeit zu Ehren Jeannes aus den Bürgerinnen von Orléans ein Mädchen auserkoren, das die französische Nationalheldin verkörpern soll. 2018 fiel die Wahl auf eine Frau namens Mathilde. Diese gilt als „Kämpferin“ und gute Katholikin – doch trotz dieser Parallelen zwischen ihr und Jeanne bricht ein Shitstorm über Mathilde herein. Rechtsnationalisten verübeln ihr nämlich, dass sie afrikanische und polnische Wurzeln hat. In diesem Fall wird also deutlich, wie Jeanne d'Arc einerseits als Kämpferin für Frankreich und gegen multikulturellen Einflüsse von außen verstanden werden kann, während sie gleichzeitig als Repräsentantin für ein geeintes Europa gegen Fremdenhass wahrnehmbar ist. Jeanne d'Arc bietet sich als leere Leinwand an, deren Projektionsfläche von nahezu jeder Denkrichtung neu bemalt werden kann.

Weitere Anfeindungen der Rechtsnationalisten und des *Front National* gehen gegen Greta Thunberg. Nach ihrer Rede für den Klimaschutz im französischen Parlament wird sie mit Hass und Drohungen konfrontiert. Ein Europaabgeordneter der rechtspopulistischen Sammelbewegung wirft Gretas Anhängern vor, man stilisiere sie zu einer „Johanna von Orléans des Klimas“. Diese negativ konnotierte Betitelung verdeutlicht jedoch auch eine andere Verbindung zwischen Greta und Jeanne: Beide sehen sich als Kämpferin für eine gerechte Sache.

Im Loiretal um Orléans nimmt die Vereinnahmung von Jeanne d'Arc noch einmal andere Züge an. Gelbwesten gehen auf die Straße, blockieren Kreisel und bekleben Blitzanlagen. Die Wut auf Frankreichs Regierung und den Präsidenten Macron ist allzu deutlich. Der Widerstand gegen die Zentralregierung wird mit den Zeiten Jeannes – oder gar mit der Französischen Revolution – verglichen. Die Demonstranten treten für ihre Rechte und ihre Freiheit ein, die sie von der Regierung beschnitten glauben, und mobilisieren dafür mythische Bilder ihrer Vergangenheit.

Zwei weitere Beispiele erweckten unsere Aufmerksamkeit und zeigen auf, dass die gleiche Jeanne nicht nur für nationale / nationalistische, sondern auch religiöse oder demokratische Zwecke instrumentalisiert wird – und zwar weltweit: Papst Benedikt XVI. unterstreicht in einer Rede 2006 nach der Aufführung von Charles Péguy's *Das Mysterium der Erbarmung der Jeanne d'Arc* in Castel Gandolfo den Gottesglauben und die Leidenschaft der Jeanne; der Verweis auf das beharrliche Vertrauen in Gott und auf ihr Auserkoren-Sein sollen die heutigen Gläubigen in die Gemeinschaft der Kirche zurückführen. Und in einem Tagesspiegel-Artikel über ein chinesisches Mädchen, das sich gegen die Vorherrschaft des Kommunismus in ihrem Land ausspricht, wird dieses mit Jeanne d'Arc verglichen.

In der Zusammenfassung können wir sagen, dass die herangezogenen Beispiele uns die verschiedenen Perspektiven nähergebracht haben, unter denen die Geschichte der Jeanne betrachtet werden kann. Ihre Biographie bedient nahezu jedes Lager und liefert auf unterschiedliche Weise Argumente für die jeweilige Meinung. Die verschiedenen Gruppen instrumentalisieren Jeanne d'Arc, indem sie vor allem diejenigen Eigenschaften ihrer Person herausstellen, welche für die eigenen Mitglieder förderlich sind. Auf diese Weise werden die Emotionen der Adressaten geweckt und ein Gemeinschaftsgefühl erzeugt. Darüber hinaus lässt sich klar erkennen, dass sich die Erzählung von Nationalmythen nicht nur über Worte, sondern auch durch Bilder und Feste entfaltet. Ein Mythos lebt also nicht allein durch seine narrativen Qualitäten, sondern auch durch Visualisierungen und rituelle Inszenierungen.

Quellen und Literatur

- Rudolf BALMER: Mit Jeanne d'Arc in den Kampf, in: *Neue Zürcher Zeitung online*, 22.05.2014, online: <https://www.nzz.ch/mit-jeanne-darc-in-den-kampf-1.18307242> [05.10.2019].
- Papst BENEDIKT XVI. <Joseph RATZINGER>: „Die Seelenstärke von Jeanne d'Arc muss uns einfach ergreifen.“ Ansprache nach der Aufführung von Charles Péguy's „Das Mysterium der Erbarmung der Jeanne d'Arc“ in Castel Gandolfo (19. August 2006), in: *zenit.org*, 01.09.2006, online: <http://www.kath.net/news/14580/> [01.11.2019].

- Stefan BRÄNDLE: Gelbwesten: mit Jeanne d'Arc gegen Macron, in: *Aargauer Zeitung online*, 05.12.2018, online: <https://www.aargauerzeitung.ch/ausland/gelbwesten-mit-jeanne-darc-gegen-macron-133806643> [05.10.2019].
- Gerd KRUMEICH: *Jeanne d'Arc. Die Geschichte der Jungfrau von Orleans*, 2. durchges. Auflage, München 2012.
- <AFP/lsg>: Greta Thunberg wehrt sich gegen „unglaublichen Hass und Drohungen“, in: *Welt online*, online: <https://www.welt.de/politik/ausland/article197313483/Greta-Thunberg-wehrt-sich-im-franzoesischen-Parlament-gegen-Hass.html> [05.10.2019].
- Heribert MÜLLER: Jeanne d'Arc, in: *Die Welt des Mittelalters. Erinnerungsorte eines Jahrhunderts*, hg. v. Johannes FRIED, München 2011, S. 276-294.
- Herfried MÜNKLER: Geschichtsmymen und Nationenbildung, in: *Bundeszentrale für politische Bildung online*, 28.03.2008, online: <https://www.bpb.de/geschichte/zeitgeschichte/geschichte-und-erinnerung/39792/geschichtsmymen?p=all> [27.09.2019].
- Julia PROSINGER: Massaker von Tiananmen. „Wer fotografiert, wird erschossen“, in: *Der Tagesspiegel online*, 03.06.2019, online: <https://www.tagesspiegel.de/kultur/massaker-von-tiananmen-wer-fotografiert-wird-erschossen/24412698.html> [05.10.2019].
- Axel VEILEL: Shitstorm gegen Jeanne d'Arc-Darstellerin, in: *Frankfurter Rundschau online*, 27.02.2018, online: <https://www.fr.de/politik/shitstorm-gegen-jeanne-darc-darstellerin-10996174.html> [05.10.2019].
- Matthias WAECHTER: Mythos. Version 1.0, in: *Docupedia Zeitgeschichte*, 11.02.2010, online: <http://docupedia.de/zg/Mythos> [27.09.2019].

7.6 Lügenpresse

Sarah Dylla, Jakob Kettner & Helena Hestermann

Der Begriff „Lügenpresse“ ist in Deutschland heutzutage – ebenso wie sein internationales Gegenstück „Fake News“ – in aller Munde und omnipräsent. Der eine Begriff hatte spätestens seit Donald Trumps Vorwürfen weltweite Bekanntheit erreicht; der andere erfreut sich in Deutschland immer größerer Beliebtheit, seitdem rechtsorientierte Gruppierungen und Parteien wie die AfD ihn zum Modebegriff gemacht haben. Der Lügenpresse-Vorwurf ist jedoch nicht nur ein aktuelles Phänomen, sondern wurde bereits im 19. und 20. Jahrhundert in Deutschland geprägt. Erstmals wurde er während der 1848er Revolution eingesetzt, war aber auch während und nach dem Ersten Weltkrieg sowie in der Zeit des Nationalsozialismus sehr beliebt. Aber was macht den Begriff der Lügenpresse so populär? Wer verwandt und verwendet ihn? Welche Motive stecken hinter dem Vorwurf? Und was bedeutet „Lügenpresse“ eigentlich? Diesen Fragen waren wir auf der Spur.

Im Folgenden werden wir uns dabei ausschließlich mit dem im Lügenpresse-Begriff formulierten Vorwurf beschäftigen, da die Formulierung „Lügenpresse“ als Bezeichnung der Presseform umstritten ist (um es mal freundlich zu sagen). Sie zieht – selbst in den Fällen, in denen sie gerechtfertigt ist – eine Forderung nach Zensur und Einschränkung der Meinungs- und Pressefreiheit unmittelbar mit sich.

Als Grundlage für unser Vorgehen diene der Artikel „Zwei mal drei macht vier“ von Norbert Schneider, der sich nicht nur mit den historischen Hintergründen des Begriffs und seiner aktuellen Verwendung, sondern auch mit der Macht und der Gefahr des Lügenpressevorwurfs auseinandersetzt. Bevor er auf den Vorwurf selbst eingeht, differenziert Schneider zunächst den Begriff der Lüge: Er unterscheidet zwischen einer bewussten und einer unbewussten Lüge. Bei einer bewussten Lüge weiß der Sprechende, dass er eine unwahre Aussage tätigt. Er spricht „falsch Zeugnis“, wie es schon im Dekalog heißt, ohne diese Falschaussage als ebenjene zu kennzeichnen. Wenn dieser bewusste Lügner etwas Anderes als „unwahr“ betitelt, spricht er sich im gleichen Moment die Wahrheit zu und erzeugt eine „neue Wahrheit“. Alles, was er nach dem Lügenpressevorwurf von sich gibt, hat für sein Publikum einen höheren Wahrheitsgehalt, ihm wird geglaubt. Bei der unbewussten Lüge ist der Sprechende dagegen davon überzeugt, die Wahrheit zu sagen. Er ist durch andere oder sogar durch sich selbst getäuscht. Er hinterfragt seine Aussagen nicht auf den Wahrheitsgehalt.

Wenn man heute von „Lügenpresse“ spricht, meint man den Vorwurf, welchen Menschen gegenüber der Presse oder Teilen der Presse äußern. Mit diesem stellen sie die Glaubwürdigkeit der Presse in Frage, was wiederum Einfluss auf die Journalist*innen hat. Die Motive hinter dem „Lügen“-Vorwurf sind vielschichtig, primär geht es jedoch um den Schaden für den Gegner und die damit einhergehende Darstellung der eigenen „Wahrheit“. Durch den Lügenpresse-Vorwurf werden die Gegner*innen einer Lüge bezichtigt; sie sollen an Glaubwürdigkeit verlieren. Infolge dessen wird das mit dem Vorwurf einhergehende Gesagte automatisch in das Licht der Wahrheit gerückt.

Um den Lügenpresse-Vorwurf angemessen zu analysieren, haben wir unser Augenmerk zunächst auf die historischen Hintergründe des Vorwurfs gelegt. Wir haben uns hierbei auf den Gebrauch zur Zeit des Ersten Weltkrieges und während des Nationalsozialismus fokussiert. Bei unserer Analyse lag uns die Quellenarbeit am Herzen, daher haben wir verschiedene Briefe, Reden und Schriften gelesen und analysiert.

Für unsere Recherche zu Lügenpressevorwürfen während des Ersten Weltkrieges haben wir uns auf einen Briefwechsel zwischen Gerhart Hauptmann, einem deutschen Schriftsteller, und Romain Rolland, einem französischen Literaten, konzentriert. Die deutsch-französischen Beziehungen waren durch den deutsch-französischen Krieg und die Ausrufung des Kaiserreichs in Versailles schon lange vergiftet, die Kriegserklärung Deutschlands im Jahre 1914 gegen Frankreich und die Kriegshandlungen vertieften die Gräben. In einem offenen Brief wirft Hauptmann Rolland vor, die Kriegshandlungen Frankreichs gegenüber Deutschland zu verharmlosen. Letzterer stelle es dar, als ob die Franzosen mit Palmwedeln gegen die Deutschen zögen, „wo sie doch in Wahrheit mit Kanonen, Kartätschen, ja sogar mit Dum-Dum-Kugeln“ (Hauptmann, S. 94) bewaffnet seien. Hauptmann hebt in seinem Beschwerdebrief außerdem hervor, dass die französische „Lügenpresse“ mit ihren „ekelhaften und läppischen Werwolfgeschichten“ (95) zum Schicksal Frankreichs und Belgiens beitragen würde.

Sowohl Hauptmann als auch Rolland waren in ihrem Land gefeierte Autoren und gewannen beide den Nobelpreis für Literatur (Hauptmann 1912, Rolland 1915). In Zeiten des Kriegs nutzten sie ihre Bekanntheit und ihre Verbindung zur Presse, um den jeweils anderen und dessen Land zu diffamieren. Die Motive in diesem Beispiel sind eindeutig – sowohl Rolland als auch Hauptmann wollten ihr eigenes Land und ihre eigenen Meinungen ins Licht der Wahrheit rücken, in dem sie die Landespresse des jeweils anderen der Lüge bezichtigten. Ihr Vorwurf war überzeugend und effektiv, da ihr Schriftverkehr durch die eigene Presse publiziert und die Reichweite somit vergrößert wurde. Dass sowohl Rolland als auch Hauptmann Männer der Öffentlichkeit waren und eine große Fangemeinde hatten, verlieh ihren Aussagen ebenfalls Glaubwürdigkeit.

Mit dem Vorwurf der Lügenpresse zur Zeit des Nationalsozialismus haben wir uns exemplarisch anhand von Reden und Schriften von Paul Joseph Goebbels auseinandergesetzt. Goebbels war von 1930 an als Reichspropagandaleiter tätig und stand in enger Verbundenheit zu Adolf Hitler. Seine Reden und Schriften sind für den immer wieder aufkommenden Lügenpressevorwurf auf Seiten Deutschlands gegenüber der ausländischen Presse elementar. In einer Rede zum Jahreswechsel 1938/39 spricht Goebbels vom „Gegenstand des Spottes, des Hasses, der Lüge und der Verleumdung [...] in der gesamten amerikanischen Presse, vor allem in ihrem jüdisch bestimmten Teil“ (Goebbels, S. 24). Er brüskiert sich über die Darstellung der amerikanischen Presse, die behauptete, dass es noch Gegner*innen des Nationalismus innerhalb Deutschlands gebe. Für Goebbels gibt es keinen Zweifel, dass „der seit 1933 in Amerika gegen Deutschland mit System durchgeführte öffentliche Hetzfeldzug eine bewußte und gewollte Provokation des Deutschen Reiches und des deutschen Volkes darstellt“ (25). In seiner Rede verwendet Goebbels zwar nicht das Wort „Lügenpresse“, der Vorwurf als solcher ist jedoch deutlich zu erkennen. Begrifflichkeiten wie „Hetzfeldzug“ (25), „gewollte Provokation“ (25), „Lüge“ und „Verleumdung“ (24) unterstreichen dies. Hagemann erkannte schon 1948, dass der Vorwurf der Lügenpresse von Goebbels und der deutschen Presse erhoben wurde, um deutschen Leser*innen zu verdeutlichen, „wie lügenhaft und überhaupt unglaubwürdig die Auslandspresse sei und wie [im Gegensatz dazu] wachsam und zuverlässig die deutsche Politik und Publizistik [sei]“ (Hagemann, S. 226).

Auch zur Zeit des Nationalsozialismus wurde der Lügenpressevorwurf gegenüber der ausländischen Presse erhoben, um die dort abgedruckte Kritik zu diffamieren, die Vorwürfe als Unwahrheiten zu deklarieren und die bestehenden Ressentiments auf die anderen Länder auszuweiten. Goebbels nutzte den Vorwurf auch, um den Hass auf die jüdische Bevölkerung weiter zu schüren. So sprach er die Hauptschuld des Hetzfeldzugs „dem jüdisch bestimmten Teil“ der amerikanischen Presse zu. Goebbels Worte wurden von einer Großzahl des deutschen Volkes als Wahrheit aufgenommen.

Wir sehen, dass sich sowohl zur Zeit des Ersten Weltkriegs als auch zur Zeit des Nationalsozialismus der Vorwurf der Lügenpresse gegen politische Gegner richtete, die mundtot gemacht werden sollten. Dadurch sollte die eigene Presse oder die eigene Meinung mehr Aufmerksamkeit und Glaubwürdigkeit erlangen. Meist ging der Vorwurf von einer mächtigen Institution oder bekannten Person aus, der dann von der Öffentlichkeit unreflektiert übernommen wurde.

Der Vorwurf bringt dabei eine Macht mit sich, die häufig unterschätzt wurde und bis heute unterschätzt wird. „Lügenpresse“ ist keine kritische Äußerung gegenüber der Presse, sondern der Versuch einer Rufschädigung und Beeinflussung der Bevölkerung. Wo dieser Versuch erfolgreich ist, wenden sich Menschen von der organisierten Presse ab und suchen nach alternativen, in ihren Augen vertrauenswürdigeren Quellen. Dadurch bröckelt das liberale System, in dem Meinungs- und Pressfreiheit nicht nur abstrakte Grundrechte sind, sondern auch einen hohen praktischen Wert für das Gelingen der Demokratie haben.

Bei der heutigen Verwendung des Lügenpressevorwurfs lassen sich ähnliche Motive und Ziele erkennen, die wir schon in den historischen Beispielen gesehen haben. Nichtsdestotrotz unterscheidet sich der aktuelle Begriff erkennbar von den historischen Verwendungen, da die digitalen *sozialen Medien* eine wichtige neue Komponente bilden. Die sozialen Medien ermöglichen es heutzutage, dass jede*r sich in der Öffentlichkeit äußern kann, egal, welche Stellung er oder sie innehat und wie bedeutend oder unbedeutend er oder sie für die Bevölkerung ist. Damit sind die Personen oder Organisationen, welche heute den Vorwurf aussprechen, andere als früher. Damals nutzten vor allem Angehörige von Macht-Eliten diesen Vorwurf, denn sie hatten als einzige die Möglichkeit und die Reichweite, mit ihren polemischen Worten ihre (politischen) Gegner*innen zu schädigen. Heutzutage ist es hingegen für jeden, der dies möchte, möglich, sich in einer potentiell sehr großen Öffentlichkeit zu verbreiten: um Meinungen zu äußern, Meinungen anderer zu bewerten oder zu diffamieren und alternative Fakten in die Welt zu setzen. Dabei wird die Ausbreitung nicht nur durch die Technologie erleichtert (Funktionen wie das „Teilen“ oder „Retweeten“ ermöglichen das rasante Verbreiten von Meinungen), sondern vor allem auch durch die Anonymität, mit der jede*r Einzelne seinen oder ihren Beitrag versehen kann.

Dadurch sinken im Web die Hemmschwellen, etwas zu veröffentlichen, auf die niedrigste Stufe. Die meisten Menschen lassen daher in Foren, Chats oder Kommentarfeldern ihren von Emotionen geleiteten Gedanken freien Lauf, ohne über die möglichen Konsequenzen nachzudenken.

Was heißt das also für uns, wenn der Vorwurf der Lügenpresse heute eine immer beliebtere politische Strategie wird, wenn zudem dessen Präsenz und Reichweite durch die sozialen Medien noch verstärkt werden? Wir fassen zusammen: Wer das Wort Lügenpresse nutzt, übt potentiell eine enorme Macht über das gesamte System aus, die oft verheerende Auswirkungen haben kann. Der Vorwurf der Lügenpresse ist immer schädlich für die Meinungs- und Pressefreiheit. Die Motive hinter dem Vorwurf der Lügenpresse sind eigentlich immer die gleichen: die Gegner*innen zu diffamieren und der eigenen Stimme mehr Macht und Wahrheit zuzusprechen. Der Begriff Lügenpresse steht dabei als eine Hülse für eine politische Agenda. Es handelt sich nicht einfach um ein Wort mit einer Bedeutung, das Wort und der dahinterstehende Vorwurf wurden und werden vielmehr als politisches Instrument genutzt. Hinter dem Vorwurf steht ein Frontalangriff auf den freien politischen Diskurs der Öffentlichkeit, der diesen früher schon zerstört hat, heute zerstört und auch morgen noch zerstören wird – wenn wir nicht dazulernen.

Quellen und Literatur

- Joseph GOEBBELS: *Tagebücher. 1924-1945*, hg. v. Ralf REUTH, München/Zürich 1992.
- Joseph GOEBBELS: *Die Zeit ohne Beispiel. Reden und Aufsätze aus den Jahren 1939/40/41*, München 1941.
- Walter HAGEMANN: *Publizistik im Dritten Reich. Ein Beitrag zur Methodik der Massenföhrung*, Hamburg 1948.
- Gerhart HAUPTMANN: Krieg ist Krieg, in: „*Wer schweigt, wird schuldig!*“ *Offene Briefe von Martin Luther bis Ulrike Meinhof*, hg. v. Rolf-Bernhard ESSIG / Reinhard M.G. NICKISCH, Göttingen 2007, S. 94-96.
- Norbert SCHNEIDER: „Zwei mal drei macht vier“. Über das Innenleben und die Breitenwirkung einer Hetzvokabel, in: *Lügenpresse. Anatomie eines politischen Kampfbegriffs*, hg. v. Volker LILIENTHAL / Irene NEVERLA, Köln 2017, S. 117-136.

8 Musisch-kulturelles Angebot

Im Sinne des ganzheitlichen Lernens und der umfassenden Förderung aller Begabungen gab es auf der Schülerakademie 2019 ein breit aufgestelltes musisch-kulturelles Angebot. Im Folgenden berichten die KursteilnehmerInnen von ihren Erfahrungen und Erkenntnissen.

Chorwerkstatt (Stefanie Januschko)

Der Chor auf der HSAKA ist klein, doch dadurch ist die Atmosphäre sehr persönlich und vertraut. Unabhängig davon, wie gut man singt, kann man sich mit seinen Fähigkeiten und Stärken in die Chorgemeinschaft einbringen.

In der geschützten Umgebung lernt man, aus sich herauszugehen und selbstbewusst zu singen, sodass jeder eine verantwortungsvolle Rolle im Chor übernehmen kann. Mit der Zeit verliert man sogar die Scheu, seltsame Bewegungen zu machen, welche die Technik beim Singen unterstützen.

Gemeinsam werden Stücke ausgewählt, mit denen sich die SängerInnen identifizieren können. Dadurch entsteht ein Ort, an dem verschiedene Menschen zusammenkommen und ein besonderes Gemeinschaftsgefühl erleben – wenn sie gemeinsam das tun, was sie lieben.

Instrumentalmusik (Elisa Marchetti)

Die Stimmung und die Motivation waren sehr hoch bei allen SchülerInnen. Die sehr unterschiedlichen Vorkenntnisse wurden als kein echtes Problem empfunden. Gemischte Ensembles – Duos und Trios in verschiedenen Besetzungen – und eine breite Stückeauswahl aus verschiedenartigen Stilrichtungen und Schwierigkeitsgraden sorgten für einen abwechslungsreichen, spannenden Kurs. Die SchülerInnen konnten die Bedeutung der Zusammenarbeit, des Zusammenmusizierens und des Zuhörens selbst spüren. Diese neu erlernten und vertieften Fähigkeiten hängen musikalisch und menschlich zusammen – und sie sind eines der zentralen Ziele des gemeinsamen Musizierens und Lernens.

Englisches Theater (Ingrid Baumann-Metzler, Gregor Angeloni)

This year's play was called „The Granddaughter“, written by Ingrid Baumann-Metzler. The main themes of the play were social differences and disadvantages in society. These differences lead to unexpected consequences, as per our play presented at the end of the academy. The ideal cast with two men among the participants allowed us to start playing without any changes to the script. From the very beginning we were eager to put ourselves in the positions of the characters. The English language went fluently. To our great pleasure, we were all able to separate from the script in order to move freely on the stage, and we occasionally added our own English sentences to enrich the play.

I got to know something about working with a script, and I tried putting my own thoughts and feelings into the part. I enjoyed accepting a role and becoming one of the characters in the script.

Working together with the others was amazing, but presenting a completely new play within a fortnight was quite the challenge, especially in English!

I really liked the play, and I felt very well instructed. I improved my English pronunciation and my English knowledge.

Debattieren (Marcel Giersdorf, Aline Wieders)

Der Debattierclub fand 2019 zum ersten Mal auf der Oberstufenakademie statt und war sofort ein voller Erfolg. Mit spannenden Themen von wissenschaftlich über lustig bis politisch konnten wir alle unsere Interessen einbringen und dabei jede Menge über Rhetorik, Philosophie, das politische System, demokratische Werte und vieles mehr lernen. Besonders spannend war dabei, auch mal eine Meinung auszuarbeiten und in der Diskussion zu vertreten, die man selbst überhaupt nicht teilt und sich so in andere Positionen hineinzusetzen. Dies gipfelte in einer öffentlichen Debatte während des

Gästenachmittags, bei der die Vor- und Nachteile eines gewagten Plans diskutiert wurden: Frankreich mit Käse zu überbacken (eine gute Übung, um argumentative Strukturen aufzudecken). Obwohl für beide Seiten gute Argumente gebracht wurden – dafür etwa, dass alles mit Käse besser werde und dass es Frankreichs Position als zentrale Heimat guten Käses stärken würde – konnten sich am Ende die Skeptiker durchsetzen. Laktoseintolerante Menschen werden also auch in den nächsten Jahren vermutlich noch gefahrlos nach Frankreich reisen können.

Naturkunde (Wolf Aßmus)



Abb. 1. Naturkunde mukK. Fotografie: Alexander Dick

Mit Wolf ging es rund um die Burg, durch Feld, Wald und Wiesen, wo es Allerlei zu entdecken gab.

Improvisationsangebot:

Ton-Film-Improvisation (Andreas Mlynek, Volker Kehl)

Musikimprovisation (Wolfgang Metzler)

Improvisationstheater (Simone Beege)

Das Wichtigste an Improvisation ist meines Erachtens die Schaffung einer Atmosphäre.

Insbesondere hat mir das freie und ungezwungene Musizieren Freude bereitet.

Für mich war es in dieser Ausprägung etwas komplett Neues.

Alle hören aufeinander – ohne zu sprechen.

Bei der Improvisation kann man ohne viel Nachdenken schöne Lieder spielen, die eine Atmosphäre schaffen, welche auf verschiedenen Gemütszuständen wie *locker* oder *angestrengt* beruht.

Die augenblickliche Situation wahrnehmen und in Übereinstimmung mit ihr handeln ist Geheimnis und Hilfe des Improvisierens.

Mir gefällt besonders gut, dass es kein *Richtig* und kein *Falsch* gibt, solange man es zumindest ehrlich versucht.

Improvisation heißt, sowohl Impulse zu bekommen als auch zu geben.

Zusammen im Sound getragen, jeder für sich, gemeinschaftlich. Für mich war Film-Ton-Impro eine sehr beeindruckende Erfahrung, wie ohne große Absprache harmonische Musik entsteht, und wie aus vielen einzelnen Menschen eine Gemeinschaft wird. Dankeschön.

Was mir an Impro gefällt: Zusammenarbeit – Dynamik – Musik.

Was besonders wichtig für Impro ist: einfach mal ausprobieren. Es hat mich überrascht, dass wir auch ohne musikalische Vorkenntnisse so intensive Musik erschaffen konnten.

Ich fand besonders spannend, dass niemand den gesamten Prozess kontrolliert.

Das Verhältnis von Langzeit- zu Kurzzeit-Entwicklungen hat mich fasziniert.

Ich habe gelernt, dass ich auch ich selbst bleiben kann, während ich jemand oder etwas anderes spiele. Außerdem fand ich es wunderschön, die Evolution in der Gruppe zu sehen: von einer heterogenen Masse hin zu einer gemeinsam agierenden Gruppe. Danke.

Am Impro-Theater gefällt mir, wie aus einem Kollektiv ohne Absprache und Vorplan eine fertige Geschichte entspringt.

Ein Highlight ist, wenn ein Witz gut ankommt. Oder wenn eine Szene rund ist, ein schönes, klares Ende hat und davor flüssig und stimmig lief. Die Spiele machen großen Spaß. Es ist schön zu sehen, wie der Raumlaf immer besser und intuitiver wird.

Das Schönste am Improkurs ist, dass man alles machen und darstellen kann, was man möchte, ohne sich zu schämen. Außerdem ist das praktische Üben der gelernten Schemata sehr hilfreich und macht großen Spaß.

Toll ist, dass man ausgetretene Denkpfade verlässt und Kreativität übt.

In der Improvisation liebe ich die Möglichkeit, aus mir selbst herauszutreten und für ein paar Minuten in eine andere Rolle schlüpfen zu können.

Das Schönste am Improtheater ist, dass man die verrücktesten Geschichten spielen kann und alle sich darauf einlassen.

Zeitung (Tatiana Rocha de Oliveira, Helena Hestermann, Sophia Ackermann)

Im Zeitungskurs entstand während der zwei Wochen der Akademie der „Fürstenecker Landbote“. Dicht bestückt mit Fakten, Berichten, Interviews, Memes, Rätseln und vielem mehr gab er allen Beteiligten die Gelegenheit, sich kreativ voll und ganz auszutoben. An vielen Stellen gewährten ihre Recherchen den Reportern neue, unerwartete Einblicke in das Leben und die Ideenwelten der Burgbewohner. Statistiken wie der durchschnittliche Kaffeekonsum waren dabei besonders vielsagend...

Die Arbeit an der Zeitung war ein anspruchsvolles Projekt, das den Beteiligten viel Zeit und Mühe abverlangte. Das Endprodukt war jedoch jede Minute wert. Vielen Dank für die schöne Zeit!

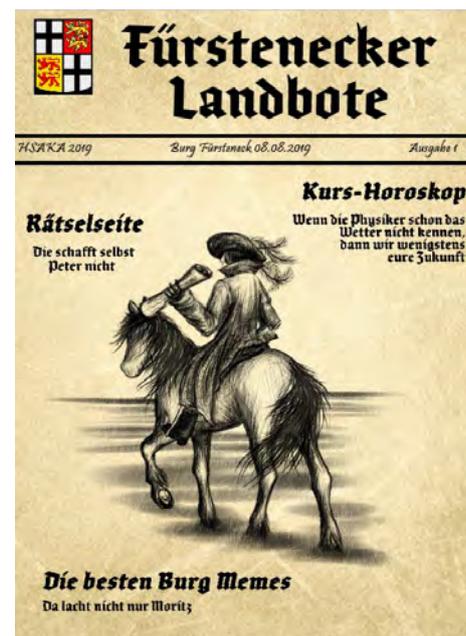


Abb. 2. Das Titelblatt des „Fürstenecker Landboten“

9 Informationen zum Sozialfonds

Auch wenn wir uns das anders wünschen: Die Teilnahme an der Hessischen Schülerakademie ist leider nicht billig.

*Es arbeiten viele Einrichtungen zusammen, um die Oberstufenakademie möglich zu machen: Das Kultusministerium, die Lehrkräfteakademie und die Goethe-Universität geben Geld, um die Honorare der Kursleitungen, Aufwendungen für Werbung und Dokumentation sowie einen Zuschuss zu den Teilnahme­kosten der studentischen Betreuer*innen zu zahlen. Hinzu kommt seit einigen Jahren die finanzielle Unterstützung durch den Alumniverein, der vor allem die Kursarbeit durch Übernahme von Materialkosten oder Honorare erleichtert. Größter Förderer ist Burg Fürsteneck, weil sie den Preis für Übernachtung und Verpflegung zum Teil selbst schultert und damit die Teilnahme­kosten auf einen bezahlbaren Wert drückt – der aber leider immer noch recht hoch ist...*

Damit aber eine individuelle Teilnahme nicht an den Kosten scheitern muss, gibt es einen Sozialfonds. Aus diesem werden auf Antrag ganze oder anteilige Stipendien für die Teilnahme­kosten vergeben.

*Wir wissen, dass ein Sozialfonds nicht in der Lage ist, dem strukturellen Problem von Bildungsbenachteiligung zu begegnen. Wir wissen aber auch, dass diese strukturelle Benachteiligung nur teilweise etwas mit Einkommensverhältnissen zu tun hat – wichtiger wiegen hier allen ernstzunehmenden Erkenntnissen zufolge spezifische Sozialmilieus. Darum unternehmen die HSAKA und der Alumniverein verschiedene Anstrengungen, um die Idee einer Teilnahme an der Hessischen Schülerakademie auch an jene Schulen und zu solchen Schüler*innen zu tragen, für die „Begabtenförderung“ keineswegs selbstverständlich ist.*

Gespeist wird der Sozialfonds aus zwei Quellen. Einzelne Großspenden – wie aktuell vom Lions-Club Sulzbach – machen den Großteil der Mittel aus. Dazu kommen die freiwilligen „Mehrzahlungen“ von Teilnehmer*innen (oder in den meisten Fällen präziser: ihrer Eltern).

Dieses Verfahren haben die Mittelstufen- und die Oberstufenakademie 2019 gemeinsam zum ersten Mal erprobt. Die Teilnehmenden erhielten – selbstverständlich erst nach Abschluss des Bewerbungsverfahrens – die Gelegenheit, in überschaubarem Ausmaß mehr als die ausgeschriebenen Teilnahmekosten zu bezahlen. Die gezahlten „Überschüsse“ fließen in den Sozialfonds für das kommende Jahr.

Statt Zahlen anzuführen und Kosten zu bilanzieren, wollen wir den Erfolg dieses Vorgehens hier in anderer Weise dokumentieren, und zwar betont subjektiv und individuell. Denn wir möchten nicht, dass über all den berechtigten bildungs- und sozialpolitischen Erwägungen vergessen geht, dass wir es auf der Hessischen Schülerakademie zunächst mal ganz konkret mit Menschen zu tun haben – und nicht mit Fällen oder Statistiken.

Peter Gorzolla & Cynthia Hog-Angeloni

Dankbrief einer Stipendiatin

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich möchte mich hiermit für Ihre finanzielle Unterstützung bedanken, die es mir ermöglicht hat, an der Hessischen Schülerakademie der Oberstufe 2019 teilzunehmen. Sie haben mir damit einen jahrelangen Traum verwirklicht, der mir vorher unmöglich schien.

Auch wenn ich diesen Brief noch auf der Schülerakademie verfasse, kann ich bereits sagen, was für einen Mehrwert die Teilnahme für mich hatte, denn ich stelle sowohl eine starke Persönlichkeits- als auch intellektuelle Entwicklung fest: Ich bin eher ein zurückhaltender Mensch, sodass es mich einiges an Überwindung kostet, vor anderen Leuten zu sprechen oder mich überhaupt in Gruppen einzubringen. Um diese Schwäche von mir zu bekämpfen, war und ist die Schülerakademie für mich eine Bereicherung. Ich habe als musisch-kulturellen Kurs den Debattierkurs belegt, was mir anfangs noch große Sorgen bereitet hat – 5 Minuten substanziell über ein Thema zu sprechen, von dem ich wenig bis gar keine Ahnung habe? Beängstigend. Aber nach ein paar Akademitagen, an denen ich jeden Tag debattierte, verschwand die Aufregung immer mehr. Ich wurde selbstsicherer und meisterte sogar eine Debatte auf Englisch! Damit habe ich mich weit aus meiner Komfortzone begeben – und es nicht bereut. Ich bin so stolz auf mich, das alles geschafft zu haben und meine Angst zu überwinden. Für mein weiteres Leben bin ich sicher, dass es mir sowohl in ähnlichen Situationen wie bei den Debatten als auch in meinem Umgang generell mit Angst helfen wird.

Die Akademie war sozial gesehen ebenfalls etwas ganz Besonderes für mich. Ich bin kein Gruppenmensch: Ich fühle mich immer unwohl, mit vielen Menschen auf einmal zusammen zu sein. Auf der Akademie war das anders. Ich denke nicht, dass ich jemals in meinem Leben so glücklich über die Gesellschaft von Gleichaltrigen war wie in den letzten zwei Wochen. Mit ihnen habe ich gelacht, geweint, gearbeitet und musiziert. Diese Zeit werde ich nie vergessen, und ich bin unendlich dankbar dafür. Der Hauptaspekt während der Akademie war allerdings natürlich die Arbeit in meinem Fachkurs. Neben all dem neuen Wissen, was ich erworben habe, ist für mich besonders wichtig zu erwähnen, wie viel ich tatsächlich für mein weiteres Leben mitgenommen habe. Mein Verständnis für wissenschaftliche Arbeit hat sich maßgeblich verbessert. Das Behandeln der Kursthemen fand ich sehr faszinierend, und es hat mich nachdenklich über meine eigenen Arbeitsschritte gemacht. Ich bin mir sicher, dass ich in Zukunft noch häufig auf die gelernten Methoden zurückgreifen werde.

Diese persönlichen Errungenschaften wären ohne finanzielle Unterstützung nicht möglich gewesen, denn leider ist meine Familie nicht in der Lage, den Akademiebetrag zu übernehmen. Ich hoffe, dass ich irgendwann diese Großzügigkeit an jemanden zurückgeben kann, der eine genauso große Leidenschaft wie ich für Bildung hat und Hilfe benötigt.

Ich bin Ihnen zutiefst dankbar, dass Sie mich in meiner Entwicklung unterstützt und damit mein Leben bereichert haben.

Anonymisiert und leicht gekürzt.

10 Teilnehmende

Kursleitungen

| | | |
|-------------------|-----------|---|
| Ackermann | Sophia | Zeitung |
| Angeloni | Gregor | Leitungsassistentz & Englisches Theater |
| Aßmus | Wolf | Physik & Naturkunde |
| Baumann-Metzler | Ingrid | Englisches Theater |
| Beege | Simone | Improtheater |
| Bühner | Bertram | Physik |
| Giersdorf | Marcel | Debattieren |
| Gorzolla | Peter | Akademieleitung & Geschichte |
| Hestermann | Helena | Zeitung |
| Hog-Angeloni | Cynthia | Akademieleitung & Mathematik |
| Höllthaler | Birthe | Philosophie |
| Januschko | Stefanie | Chor |
| Kehl | Volker | Ton-Film-Improvisation & Musikalische Improvisation |
| Kumpitsch | Theresa | Mathematik |
| Marchetti | Elisa | Instrumentalmusik |
| Metzler | Wolfgang | Musikalische Improvisation |
| Mlynek | Andreas | Ton-Film-Improvisation & Musikalische Improvisation |
| Müller | Christian | Philosophie |
| Nocher | Moritz | Geschichte |
| Rocha de Oliveira | Tatiana | Zeitung |
| Sturm | Marina | Leitungsassistentz |
| Wieders | Aline | Debattieren |

Studentisches Team in den Fachkursen

| | | | | | |
|------------|----------|-------------|-------------------|-----------|-------------|
| Ackermann | Sophia | Geschichte | Kaiser | Leonhard | Geschichte |
| Dick | Alex | Physik | Knoll | Fiona | Philosophie |
| Dressel | Anna | Philosophie | Lohr | Jakob | Physik |
| Ellwanger | Jonas | Mathematik | Manzoni | Marianela | Philosophie |
| Fotakis | Jan | Physik | Müller | Nicolas | Mathematik |
| Gerspach | Maxim | Mathematik | Münstermann | Veronika | Geschichte |
| Gleditzsch | Moritz | Philosophie | Oré Sanchez | Melissa | Philosophie |
| Hestermann | Helena | Geschichte | Rocha de Oliveira | Tatiana | Geschichte |
| Januschko | Stefanie | Mathematik | Sturm | Marina | Mathematik |
| Jones | Jesse | Physik | Walter | Erik | Mathematik |

Schülerinnen und Schüler

| Geschichte | | Mathematik | | Philosophie | | Physik | |
|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|----------|------------|
| Beruda | Katharina | Arkhypov | Oleksandr | Czinkota | Sarah | Buchenau | Hannah M. |
| Drescher | Moritz | Arnold | Vivian | Duldier | Christina | Decker | Elisabeth |
| Dylla | Sarah H. | Bonin | Viktor | Effler | Felix | Fluck | Benjamin |
| Grimm | Emma | Braun | Jonas | Fluck | Caroline | Henning | Jan |
| Kettner | Jakob | Buhl | Felix | Hofacker | Lara | Krüger | Jacob |
| Luong | Trimai | Donskoj | Constantin | Bin Kayed | Sherifa | Lang | Annalena |
| Peters | Amelie C.Y. | Hesse | Vera | Liebig | Johannes | Lassek | Bjarne G. |
| El Hawary | Farah | Marquardt | Alexandra | Moll | Marius | Loder | Jan |
| Wetzig | Paul | Schmid | Tobias R. | Sprehe | Laurine K. | Mettlach | Ricarda M. |
| Weber | Christian | Schwarz | Marlene | Wintermeyer | Cosima | Seiffert | Philipp |
| | | Tränkner | Solveig | | | | |
| | | Vormwald | Max | | | | |