



CIVIMATICS



INTERDISZIPLINÄRE MATHEMATISCHE
MODELLIERUNG MIT POLITISCHER
BILDUNG



Co-funded by
the European Union

Erasmus+

Enriching lives, opening minds.

Project information

Project Acronym:	CiviMatics
Project Title:	CiviMatics - Interdisciplinary mathematical modelling meets civic education
Project Number:	2020-1-DE01-KA203-005707
Disclaimer:	This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.
National Agency:	Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)
Project Website:	https://www.civimatics.eu
Authoring Partner:	Institut für Didaktik der Demokratie, Leibniz University Hannover
Publishing Date:	October 2023
Editors:	Bastian Vajen & Lara Gildehaus
Suggested Citation:	Vajen, B., & Gildehaus, L. (Hrsg). (2023). <i>CiviMatics - Interdisziplinäre mathematische Modellierung mit politischer Bildung</i> . The CiviMatics Consortium.

Copyright:



This document is licensed under CC BY-NC 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>. The copyright of each chapter remains with the author(s).

Disclaimer: This license does not include the permission to use third-party figures or pictures included in this book. The respective copyrights still apply.

Consortium



Leibniz
Universität
Hannover

Leibniz University Hannover
Welfengarten 1
30167 Hannover, Germany
Bastian Vajen
b.vajen@ipw.uni-hannover.de



UNIVERSITATEA
BABEŞ-BOLYAI

Babeş-Bolyai University
Strada Mihail Kogălniceanu 1
Cluj-Napoca 400000, Romania
Florin Fesnic
fesnic@fspac.ro



NTNU

Norwegian University of
Science and Technology

Norwegian University of Science and
Technology
Høgskoleringen 1
7491 Trondheim, Norway
Heidi Strømskag
heidi.stromskag@ntnu.no



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Paderborn University
Warburger Str. 100
33098 Paderborn, Germany
Lara Gildehaus
lara.gildehaus@math.uni-paderborn.de



universität
wien

University of Vienna
Universitätsring 1
1010 Wien, Austria
Nicola Nagy
nicola.nagy@univie.ac.at

INHALTSVERZEICHNIS

<i>Bastian Vajen / Lara Gildehaus / Heidi Strømskag</i> Einleitung	5
<i>Heidi Strømskag</i> Mathematische Modellierungen mit Studien- und Forschungspfadern („Study and Research Paths“)	7
<i>Jakob Steinbachner / Nicola Nagy</i> Ist die Klimakatastrophe gerecht? Fairness, Verantwortung und dekoloni- ale Perspektiven	39
<i>Bastian Vajen</i> Interdisziplinäre politische Bildung	51
<i>Lara Gildehaus / Michael Liebendörfer</i> Implementationen zur Modellierung in der Lehramtsausbildung	110
<i>Florin Fesnic</i> Geschichten über wissenschaftliche Forschung	124
<i>Bastian Vajen</i> Zusammenfassung und Ausblick	144

KAPITEL 1

Einleitung

Bastian Vajen, Lara Gildehaus & Heidi Strømshag

mit *Yael Fleischmann, Timon Foss-Jähn, Michael Liebendörfer, Nicola Nagy, Frode Rønning, and Jakob Steinbacher*

Ziel und Rahmen des CiviMatics-Projekts

Dieses Handbuch beinhaltet die Ergebnisse des Erasmus+-Projekts CiviMatics, das sich unterschiedlichen Ansätzen zur Verknüpfung von Mathematikdidaktik und politischer Bildung im Bereich der Hochschulbildung widmete. Das Ziel des Projektes war es, Lehrveranstaltungen zu entwickeln, die Kompetenzen zukünftiger Lehrkräfte für die interdisziplinäre Behandlung komplexer gesellschaftlicher Herausforderungen im Rahmen des schulischen Unterrichts zu verbessern. In diesem Kontext lag der Fokus auf einer Verbindung politikdidaktischer und mathematikdidaktischer Perspektiven und hier vor allem auf der normativen Modellierung, d.h. die Art und Weise, wie mathematische Modelle und deren Anwendungen unsere Realität formen und gesellschaftliche Diskurse sowie individuelles und kollektives Verhalten beeinflussen. Zur Veranschaulichung dieser Dimensionen mathematischer Modellierungen werden im Rahmen dieses Handbuchs unterschiedliche Beispiele herangezogen, die die Verschränkung von mathematischer und politischer Perspektive verdeutlichen.

Der mit der Modellierung verbundene Begriff des Modells beruht auf dem Konzept eines Systems Systems, d.h. einer Realität, die ihren eigenen Gesetzen unterliegt. Ein Modell ist das Ergebnis einer Transformation eines Systems, in der Regel einer Vereinfachung, die dazu beitragen soll, neues Wissen über das untersuchte System zu gewinnen. In der Praxis versucht man, zur Beantwortung einer Frage, die sich auf ein System bezieht, ein Modell zu erstellen, das einfacher, sicherer und schneller zu untersuchen ist als das System selbst. Modelle werden also zur Beantwortung von Fragen oder zur Erforschung von Phänomenen eingesetzt, wobei man sich häufig von Forschungsfragen leiten lässt. Modelle haben immer eine deskriptive Funktion, sie können aber auch Aussagen darüber enthalten, was ein Individuum tun sollte, und zur Analyse des Systems, das sie modellieren, verwendet werden. Wenn dies der Fall ist, werden Modelle als präskriptiv oder normativ bezeichnet. Je nach Fall kann ein Modell also deskriptive, normative oder präskriptive Zwecke haben. So werden beispielsweise Prognosemodelle (z. B. Modelle für Treibhausgasemissionen) als deskriptiv eingestuft, können aber auch normativ angewendet werden.

Unter Modellierung versteht man den Prozess der Erstellung eines Modells eines Systems und die Verwendung dieses Modells zur Beantwortung von Fragen über das betreffende System. Soweit die Modellierung Bewertungen beinhaltet, sprechen wir von normativer Modellierung. Modelle können präskriptiv, aber nicht normativ sein (z. B. ein Kuchenrezept), allerdings gestalten sich präskriptive Modelle häufig als normativ, weil bestimmte Handlungen oder Ergebnisse als wünschenswert angesehen werden. Es ist hier allerdings hervorzuheben, dass auch deskriptive Modelle normativ sein können, wenn z. B.

die verwendeten beschreibenden Kategorien wertend sind ("normales Gewicht") oder implizit bestimmte Handlungen oder Ergebnisse bewerten. Ein Modell, das die CO₂-Emissionen in einem Land mit der Bevölkerungsanzahl in Beziehung setzt, legt beispielsweise andere Konsequenzen nahe als ein Modell, das dieses mit der Wirtschaftsleistung tut. Kurzgefasst: Ein Modell kann auf rein deskriptive Weise verwendet werden, beispielsweise im Rahmen von physikalischen Gesetzen, es kann aber auch auf normative Weise verwendet werden, als Modell für etwas oder dafür, wie etwas sein sollte. Der hiermit verbundene normative Gehalt und seine Reflexion stellen dabei das Bindeglied dar, das für eine Verbindung von Politikdidaktik und Mathematikdidaktik genutzt werden.

Aufbauend auf diesen Aspekten enthalten die in diesem Handbuch vorgestellten Module verschiedene Ansätze zu einer Umsetzung in unterschiedlichen Bereichen der Hochschulbildung. Sie wurden in Lehramtsstudiengängen für angehende Politik- oder Mathematiklehrkräfte (Deutschland und Norwegen), in der allgemeinen Lehrerbildung (Österreich) sowie in einem politikwissenschaftlichen Studiengang (Rumänien) umgesetzt. Bei den Beschreibungen der Module in diesem Handbuch handelt es sich um Kurzfassungen. Weitere Einzelheiten zum theoretischen Rahmen, zu den Aufgaben, den Materialien und den didaktischen Vorschlägen finden sich in der englischen Fassung des Handbuchs.

KAPITEL 2

Mathematische Modellierungen mit Studien- und Forschungspfaden („Study and Research Paths“)

Heidi Strømskag

*Department of Mathematical Sciences, Norwegian University of Science and Technology,
Trondheim, Norway*

Einleitung

„Mathematical Modelling Using Study and Research Paths“ (MA3001, n.d.) ist ein 7,5 ECTS-Masterkurs in der Mathematiklehramtsausbildung an der Norwegischen Universität für Wissenschaft und Technologie in Trondheim (NTNU). Er richtet sich an Studierende, die im Masterstudiengang „Natural Science with Teacher Education“ (Naturwissenschaften mit Lehramtsoption) eingeschrieben sind, wobei insbesondere das Lehramt der Klassenstufen 8–13 adressiert wird. Die Autorin dieses Kapitels war Dozentin in diesem Kurs im Jahr 2022, als er zum ersten Mal durchgeführt wurde. Der Kurs wurde von neun Studierenden absolviert, die alle Mathematik als Hauptfach und entweder Physik (5), Informatik (2), Biologie (1) oder Chemie (1) als zweites Fach im Studiengang hatten. Die Anzahl der Studierenden, der jeweiligen Zweitfächer ist in Klammern angegeben.

In dem Kurs geht es um generierte Fragestellungen, die mithilfe mathematischer Modellierungen beantwortet werden. Die meisten der Fragen beziehen sich dabei auf den Klimawandel. Die Untersuchungen und Fragestellungen werden in einem neuen didaktischen Paradigma gestaltet – dem der Befragung der Welt („questioning the world“; Chevallard, 2015) –, das in der anthropologischen Theorie der Didaktik, ATD (Chevallard, 2019), verwurzelt ist. Die in der ATD entwickelte Methodik zur Befragung der Welt wird als Studien- und Forschungspfade („Study and Research Paths“, SRP) bezeichnet. In einem SRP gibt es eine Dialektik zwischen Forschung und Studium, die jede Lernaktivität kennzeichnet. „Forschen“ bezieht sich auf das Erforschen oder Lösen von Problemen, während „Studieren“ die Konsultation von vorhandenem (und verfügbarem) Wissen bezeichnet, die nicht nur von der Lehrkraft, sondern auch von den Studierenden initiiert wird. Der Begriff „Pfad“ bezeichnet die möglicherweise offenen Wege, die bei einer solchen Untersuchung beschriftet werden. In der Lehramtsausbildung ist ein SRP ein Werkzeug mit einem doppelten Zweck: Zum einen sollen sich die Lehramtsstudierenden der Gründe für das Wissen bewusst werden, das sie ausreichend kennenlernen müssen, um generierende Fragen zu beantworten; zum anderen sollen sie Wissen darüber entwickeln, wie ein SRP ein didaktisches Werkzeug ist, um offene Modellierungsfragen zu untersuchen.

Struktur des Kurses

Lernziele

Dies sind die miteinander verknüpften Lernziele des Kurses:

- Mathematische Modellierung von Systemen: die Begriffe System und Modell; Phänomene der realen Welt.
- Elementare Algebra als Modellierungswerkzeug: Formeln als algebraische Modelle; Formeln als Gleichungen mit Parametern.
- Die anthropologische Theorie der Didaktik: die Infragestellung des Weltparadigmas; Studien- und Forschungswege (SRP); das Herbart'sche Schema.

Nach Abschluss des Kurses können die Studierenden Systeme mit Parametern modellieren und Fragen zu diesen Systemen beantworten, indem sie elementare Algebra und andere Modellierungswerkzeuge verwenden. Darüber hinaus können die Studierenden die Generierung von Fragen, Q , durch Anfragen im Format von SRPs untersuchen. Dies beinhaltet erstens die Durchführung von Zyklen mit folgenden Elementen: Suche nach vorhandenen Antworten auf Q (in der Literatur und weiteren multimedialen Ressourcen); Studium verschiedener Werke (Theorien, Versuchspläne, historische Studien, Berichte usw.), um die vorhandenen Antworten zu verstehen; und das Stellen und Finden von Teilantworten auf neue, abgeleitete Fragen, um etwas über die darauf aufbauenden Werke zu erfahren. Zweitens geht es darum, eine endgültige (wenn auch notwendigerweise vorläufige) Antwort auf Q zu finden, indem eine Bestandsaufnahme der gefundenen Teilantworten gemacht und ein Abschlussbericht verfasst wird.

Lehrmethoden und studentische Aktivitäten

Der Kurs hat verschiedene Lehr- und Studienformate: Vorlesungen, Übungen, Untersuchungen in Form von SRP und Seminare. Die Vorlesungen dienen der Einführung in das theoretische Wissen in der Mathematik sowie in die mathematische Bildung, einschließlich der Methoden der Untersuchung und Modellierung. In den Übungen werden mathematische Aufgaben besprochen, die sich auf den Inhalt der Vorlesungen beziehen und auf den Lösungen der Studierenden basieren. SRPs sind wie folgt organisiert: Eine generierende Frage Q wird von der Dozentin vorgestellt, die die SRPs der Veranstaltung betreut. Die Studierenden arbeiten in Teams an der Untersuchung und Beantwortung von Q , wie in der Einleitung erläutert. Die Studierenden und die Dozentin treffen sich regelmäßig, um die Arbeit an Q zu überprüfen und die SRPs zu bestätigen oder anzupassen. Es werden auch Seminare organisiert, in denen die Teams ihre vorläufigen Berichte vorstellen und von anderen Teams und der Dozentin Rückmeldungen zu den in Arbeit befindlichen Antworten erhalten und möglicherweise Vorschläge zu Werken erhalten, die sie verwenden könnten.

Obligatorische Aktivitäten sind die folgenden: Teilnahme an Vorlesungen und Übungen, Durchführung und mündliche Präsentation eines SRP-Pilotprojekts, Durchführung eines SRP, Verfassen und mündliche Präsentation eines SRP-Halbzeitberichts, Feedback zum SRP-Halbzeitbericht eines anderen Teams, Verfassen eines SRP-Abschlussberichts und Gestaltung eines Posters auf der Grundlage des durchgeführten SRP.

Anforderungen, Lehrplan und Bewertung

Der Kurs setzt die Zulassung zum Studiengang „Naturwissenschaften mit Lehramtsoption“ an der NTNU und mindestens 60 ECTS in Mathematik voraus. Die Pflichtlektüre für alle Studierenden wird zu Beginn des Semesters angegeben (siehe Anhang A). Für jedes Team sind die Ressourcen, die für ihre Untersuchungen ausgewählt und verwendet werden, obligatorisch und kommen zu der gemeinsamen Literatur hinzu.

In der Lehrveranstaltung werden zwei Arten der Bewertung eingesetzt. Die formative Beurteilung erfolgt in zwei Phasen: erstens durch das Feedback der Kommiliton*innen und der Dozentin zu einem vorläufigen (halbfertigen) SRP-Bericht; zweitens durch das schriftliche Feedback der Dozentin zu einem Entwurf des endgültigen SRP-Berichts. Die summative Bewertung erfolgt in Form einer individuellen mündlichen Prüfung, bei der die Studierenden ein vom Team entworfenes Poster vorstellen, das auf dem durchgeführten SRP basiert. Die Notenskala für die mündliche Prüfung besteht aus Buchstaben (A–F).

Kursplan: Struktur und Inhalt der Lerneinheiten

Einheit 1

Titel	Modellierung von Systemen mit Algebra als Modellierungswerkzeug – Ein neues didaktisches Paradigma
Dauer	6 Stunden.
Organisation	5 × 45 min (Vorlesungen) + 3 × 45 min (Übungskurse).
Gemeinsame Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Chevallard, Y. (2015). Teaching mathematics in tomorrow’s society: A case for an oncoming counter paradigm. In S. J. Cho (Ed.), <i>Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education</i> (pp. 173–187). Springer. - Niss, M. (2015). Prescriptive modeling: Challenges and opportunities. In G. Stillman, W. Blum, & M. S. Biembengut (Eds.), <i>Mathematical modeling in education research and practice: Cultural, social and cognitive influences</i> (pp. 67–79). Springer. - Strømskag, H., & Chevallard, Y. (2022). Elementary algebra as a modelling tool: A plea for a new curriculum. <i>Recherches en Didactique des Mathématiques</i>, 42(3), 371–409.
Themen	<p>Das Paradigma, die Welt zu hinterfragen.</p> <p>Modellierung von Systemen.</p> <p>Algebra als Modellierungswerkzeug: Formeln als algebraische Modelle und Formeln als Gleichungen mit Parametern.</p>
Fragen	<p>Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Celsius- und der Fahrenheit-Skala?</p> <p>Wie hoch ist die Isolierfähigkeit von zwei Thermoskannen?</p> <p>Wie kann man bei einer Person, die ein positives Testergebnis für eine Krankheit hat, die Wahrscheinlichkeit ermitteln, dass sie die Krankheit hat?</p>

Einheit 2

Titel	Einige Instrumente aus der anthropologischen Theorie der Didaktik
Dauer	3 Stunden.
Organisation	2 × 45 min (Vorlesungen) + 2 × 45 min (Übungskurse).

Gemeinsame Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Bosch, M., & Gascón, J. (2014). Introduction to the anthropological theory of the didactic (ATD). In A. Bikner-Ahsbahr & S. Prediger (Eds.), <i>Networking of theories as a research practice in mathematics education</i> (pp. 67–83). Springer. [pp. 67–73] - Chevallard, Y. (2019). Introducing the anthropological theory of the didactic: An attempt at a principled approach. <i>Hiroshima Journal of Mathematics Education</i>, 12, 71–114. - Markulin, K., Bosch, M., & Florensa, I. (2021). Project-based learning in statistics: A critical analysis. <i>Caminhos da Educação Matemática em Revista</i>, 11(1), 200–220.
Themem	<ul style="list-style-type: none"> - Didaktisches System. - Studien- und Forschungswege. - Herbartsches Schema.
Fragen	Wie unterscheiden sich Studien- und Forschungswege vom problem- bzw. projektorientierten Lernen?

Einheit 3

Titel	Der Klimawandel
Dauer	5,25 Stunden.
Organisation	1 × 45 min (Vorlesung) + 4 × 45 min (SRP _{pilot}) + 2 × 45 min (Präsentation und Diskussion).
Literatur	Von jedem Team während seines SRP ausgewählt.
Themen	Grundkenntnisse über den Klimawandel.
Erstellende Frage	Grundkenntnisse über den Klimawandel: Was ist der Klimawandel und warum findet er statt?

Einheit 4

Titel	Unterirdische Kohlenstoffspeicherung
Dauer	30 Stunden.
Organisation	6 × 45 min (Vorträge und Fragestunde) + 30 × 45 min (SRP) + 4 × 45 min (Präsentation und Diskussion).
Gemeinsame Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Strømskag, H. (2022, 21 January). <i>A note on the Herbartian schema: A dynamic model for a study of a generating question</i>. Department of Mathematical Sciences, NTNU. - Literatur, die von jedem Team während seines SRP ausgewählt wurde.
Themen	<ul style="list-style-type: none"> - Von Wissenschaftler*innen erstellte Modelle zu CCS. - Parameter und ihre Zusammenhänge.
Erstellende Frage	Wie wird die unterirdische Kohlenstoffspeicherung in der Literatur modelliert? Welche Mathematik steckt in diesen Modellen? Welche Parameter werden einbezogen, und welche Beziehungen bestehen zwischen ihnen?

Einheit 5

Titel	Die Rolle des Modellierens in der Schulmathematik – Gestaltung von Modellierungsaufgaben
Dauer	3,75 Stunden.
Organisation	3 × 45 min. (Vorlesungen) + 2 × 45 min. (Übungskurs).
Gemeinsame Literatur	Strømskag, H., & Chevallard, Y. (2022). Elementary algebra as a modelling tool: A plea for a new curriculum. <i>Recherches en Didactique des Mathématiques</i> , 42(3), 371–409.

Themen	Systeme in der natürlichen und sozialen Welt.
Frage	Wie können Mathematikaufgaben strukturiert werden, damit die Studierenden Kenntnisse über die beteiligten Systeme erwerben?

Mathematisches Modellieren im Kurs

Der Begriff Modell, wie er im Kurs verwendet wird, basiert auf dem Begriff System, wobei ein System alles ist, was eine Realität hat, die ihren eigenen Gesetzen unterliegt. Eine (geometrische) Kugel ist ein Beispiel für ein System, die Ausbreitung eines Virus in einer Bevölkerung ist ein weiteres Beispiel. Sei S ein System. Wir sagen, dass S' ein Modell von S ist, wenn wir durch das Studium des Modells S' bestimmte Fragen über das System S beantworten können. Man versucht, ein Modell S' von S zu bauen, das es einfacher, sicherer und schneller macht, die Fragen über das System S zu beantworten, indem man das Modell S' studiert, als indem man S „direkt“ studiert. Strømskag und Chevallard (2022) haben vier Grundsätze für die Verwendung der elementaren Algebra bei der Modellierung von Phänomenen und Objekten in der natürlichen und sozialen Welt skizziert:

1. Die Studierenden gehen von einem System S und einer dazu gestellten Frage Q aus, deren angemessene Beantwortung mathematische Elemente beinhaltet.
2. Die Studierenden erstellen ein Modell S' von S in Bezug auf die Frage Q , welches mit elementarer Algebra aufgebaut wird (und so viele Parameter enthält wie sinnvoll erscheint).
3. Die Studierenden arbeiten an S' , um eine Antwort abzuleiten, die als angemessen für Q angesehen wird.
4. Gleichzeitig entdecken die Studierenden, angeregt durch diesen Prozess des Nachfragens nach S , die Ressourcen der Algebra, und studieren diese (erneut), um einen angemessenen und effizienten Gebrauch der so gewonnenen Werkzeuge zu ermöglichen.

In dem hier betrachteten Kurs gibt es zwei verschiedene Operationen, die sich auf die mathematische Modellierung beziehen: Bei der einen konstruieren die Studierenden selbst Modelle von Systemen, bei der anderen untersuchen sie Modelle von Systemen, die von Wissenschaftlern aus verschiedenen Bereichen erstellt wurden. In beiden Fällen besteht das Ziel darin, Systeme zu verstehen, doch nur im ersten Fall sind die Studierenden selbst am Modellierungsprozess beteiligt. Bei der Modellierung von Systemen erstellen die Studierenden mathematische Modelle, die ihnen die Beantwortung von Fragen zu den betreffenden Systemen erleichtern. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe ist die „Modellierung des Wärmedämmvermögens von Thermoskannen“. Die Aufgabe ist in Anhang B1 beschrieben, der Lösungsvorschlag ist in Anhang B2 zu finden. Ein weiteres Beispiel ist die Aufgabe „Modellierung der Erkrankungswahrscheinlichkeit bei positivem Testergebnis“, die in Anhang B3 ausführlich beschrieben wird. Die entsprechende Lösung wird im folgenden Abschnitt vorgestellt.

Andererseits untersuchen die Studierenden bei der Untersuchung von Modellen, die von Wissenschaftler:innen erstellt wurden, die Beziehungen zwischen den Parametern in diesen Modellen, indem sie mathematisches und anderes Wissen anwenden, das sie entweder bereits beherrschen oder das sie sich während der Untersuchung aneignen müssen. Vor den Haupt-SRPs zu den Modellen der Wissenschaftler wurden Pilot-SRPs durchgeführt, um zwei Ziele zu erreichen: breites Wissen über den Klima-

wandel zu generieren und Erfahrungen mit einer klein angelegten SRP zu sammeln. Ein mögliches Ergebnis der Pilotuntersuchung, wie von Team B festgelegt, ist in Anhang B4 dargestellt. Die Fragestellung für die Haupt-SRP im Jahr 2022 betraf die unterirdische Kohlenstoffspeicherung (CCS), eine Technologie, bei der Kohlendioxid (CO_2) aus Industriequellen und Kraftwerken gesammelt und in geologischen Formationen unter dem Meeresboden gespeichert wird.

Die beiden folgenden Abschnitte enthalten Zusammenfassungen von Untersuchungen, die von den Studierenden des Kurses durchgeführt wurden, und zeigen die beiden Modellierungsverfahren.

Untersuchung 1: Wahrscheinlichkeit einer Krankheit bei einem positiven Testergebnis

Die in diesem Abschnitt vorgestellte Untersuchung betrifft die eigene mathematische Modellierung der Studierenden.

Das zu modellierende System

Ausgangspunkt ist ein System S , das aus einer Population mit einer Infektionskrankheit und einem Screening-Test für diese Krankheit mit einer Zuverlässigkeit von 95 % besteht. Der Test produziert keine falsch-negativen Ergebnisse (d. h. jeder, der die Krankheit hat, wird positiv auf sie getestet). In den Medien wird darauf hingewiesen, dass Screening-Tests in dem Sinne völlig illusorisch sein können, dass eine Person, die für infiziert erklärt wird, ein äußerst geringes Risiko hat, die Krankheit tatsächlich zu haben. Da die Zuverlässigkeit des Tests recht hoch ist, klingt dies paradox, und es stellt sich die Frage, ob die Behauptung wirklich wahr sein kann. Genauer gesagt lautet die zu beantwortende Frage Q : Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine zufällig ausgewählte Person, die den Test macht und positiv getestet wird, tatsächlich die Krankheit hat? (Die bereits erwähnte spezifische Aufgabe wird in Anhang B3 ausführlich beschrieben).

Bei der Konstruktion eines Modells dieses Systems ging es in erster Linie darum, die Bedeutung der elementaren Algebra als Modellierungsinstrument zu verdeutlichen. Obwohl die Studierenden Q durch die Modellierung von S beantworteten, basiert die hier gemachte Darstellung auf der Lösungsdeemonstration der Dozentin. Sie sollte im Unterricht als Maßstab dienen, um wichtige Eigenschaften eines Modellierungsprozesses und die entscheidende Rolle der Parameter zu verdeutlichen.

Erstellung eines Modells von S und dessen Verwendung zur Gewinnung von Wissen über S

Dies sind die Parameter von S , die wir umsetzen wollen:

- N ist die Populationsgröße
- a ist die Inzidenzrate (d. h. die relative Häufigkeit der Krankheit in der Population)
- r ist die Zuverlässigkeit des Screening-Tests
- p ist die Wahrscheinlichkeit, an der Krankheit zu erkranken, wenn der Test positiv ist

Dabei ist aN die Anzahl der mit der Krankheit infizierten Personen und $(1 - a)N$ die Anzahl der nicht infizierten Personen. Von den nicht infizierten Personen sind $(1 - r)(1 - a)N$ positiv auf die Krankheit getestet worden. Daraus ergibt sich, dass die Gesamtzahl der Positiven gleich $aN + (1 - r)(1 - a)N$ ist. Die Wahrscheinlichkeit, an der Krankheit zu erkranken, wenn man positiv getestet wurde, ist also gegeben durch:

$$p = \frac{aN}{aN + (1 - r)(1 - a)N} = \frac{a}{a + (1 - r)(1 - a)}.$$

Die Vereinfachung dieses Ausdruck ergibt $p = \frac{a}{a + (1-r)(1-a)} = \frac{a}{1-r+ra} = \frac{a}{a\left(\frac{1-r}{a} + r\right)} = \frac{1}{\frac{1-r}{a} + r} = \frac{1}{r + \frac{1-r}{a}}$. Das heißt, die folgende Gleichung ist ein Modell für die gesuchte Wahrscheinlichkeit:

$$p = \frac{1}{r + \frac{1-r}{a}} \quad (S').$$

S' zeigt die Beziehungen zwischen den Parametern des Systems S und gibt eine Antwort auf die Frage Q . Die folgende Beobachtung erklärt das scheinbare Paradoxon in S :

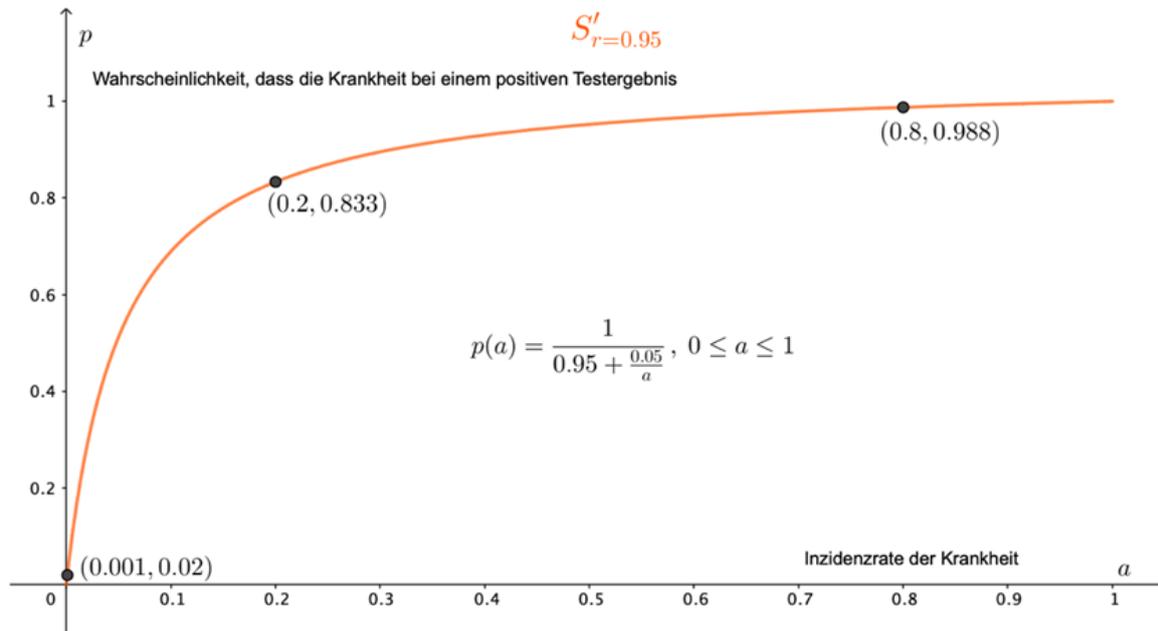
Für ein festes r zeigt sich, dass der Bruch $\frac{1-r}{a}$ kleiner wird, wenn a zunimmt, und somit wird auch der Nenner $r + \frac{1-r}{a}$ kleiner, so dass die Wahrscheinlichkeit p zunimmt.

Wir stellen bei S' fest, dass p nicht nur von r , sondern auch von der relativen Häufigkeit der Krankheit, a , abhängt. Das heißt, kleine Werte von a ergeben kleine Werte von p . Wir legen $r = 95\% = 0,95$ fest und führen Berechnungen zu $S'_r = 0,95$ durch, um die Beziehung zwischen p und a darzustellen. Unser Modell $S'_r = 0,95$ wird durch die nachstehende Funktion gegeben, deren Graph in Abbildung 1 dargestellt ist.

$$p(a) = \frac{1}{0,95 + \frac{0,05}{a}}, \text{ for } 0 \leq a \leq 1 \quad (S'_{r=0.95}).$$

Abbildung 1

Ein Modell von S mit $r = 0,95$



Die im Diagramm eingezeichneten Punkte zeigen die folgenden Beziehungen zwischen a und p :

- $a = 0,1 \%$ entspricht $p \approx 2 \%$
- $a = 20 \%$ entspricht $p \approx 83 \%$
- $a = 80 \%$ entspricht $p \approx 99 \%$

Der Artikel “Why Every Clinician Should Know Bayes' Rule” (Weshalb alle Ärztin*innen den Satz von Bayes kennen sollten) von Tiemens et al. (2020) wird zur weiteren Lektüre empfohlen.

Zusammenfassend wurden statistisches Denken und elementare Algebra verwendet, um S' zu erstellen, ein Modell, das die Wahrscheinlichkeit, bei einem positiven Testergebnis krank zu werden, mit der Inzidenzrate der Krankheit und der Zuverlässigkeit des Tests in Beziehung setzt. Mit Hilfe der Algebra wurde untersucht, wie sich Änderungen eines einzelnen Parameters auf das System S auswirken. Außerdem wurden algebraische Transformationen verwendet, um auf der Grundlage des ursprünglichen Modells S' neue Formeln abzuleiten. ($S'_{r=0,95}$ ist eine von mehreren Formeln, die während der Untersuchung entwickelt wurden). Generell können wir das Verhalten von Systemen quantitativ und präzise erforschen, indem wir die Algebra als Werkzeug zur Modellierung von Phänomenen der realen Welt verwenden. Dies kann uns helfen, neue Einsichten in komplexe Systeme zu gewinnen und genaue Vorhersagen und sinnvolle Entscheidungen zu treffen.

Untersuchung 2: SRPs zur unterirdischen Speicherung von Kohlenstoffdioxid

Die in diesem Abschnitt beschriebene Untersuchung befasst sich mit der Prüfung der von Wissenschaftler*innen erstellten Modelle durch die Studierenden. Die Ausgangsfrage für die Untersuchung war folgende:

Q. „Wie wird die unterirdische Kohlenstoffdioxidspeicherung in der Literatur modelliert? Welche Mathematik steckt in diesen Modellen? Welche Parameter werden einbezogen, und welche Beziehungen bestehen zwischen ihnen?“

Die Leitlinien für den SRP-Bericht sind in Anhang B5 zu finden.

Einige grundlegende Kenntnisse zur Untersuchung von Modellen der unterirdischen Kohlenstoffdioxidspeicherung („Carbon Capture and Storage“, CCS) wurden in dem Kurs in einer Mischung aus Vorlesungen und Seminaren vermittelt. Kontextbezogenes Wissen über CCS wurde als Ausgangspunkt eingeführt, und zusätzliches Wissen wurde später auf der Grundlage der während des Studien- und Forschungsprozesses entstehenden Bedürfnisse vermittelt. Zwar wurden einige Veröffentlichungen von der Dozentin vorgeschlagen, doch die meisten Ressourcen, die die Studierenden nutzten, entstanden aus der Notwendigkeit, abgeleitete Fragen während ihrer Untersuchung zu untersuchen. Eine Zusammenfassung des für die CCS-Untersuchungen vermittelten Wissens wird in den folgenden beiden Unterabschnitten vorgestellt.

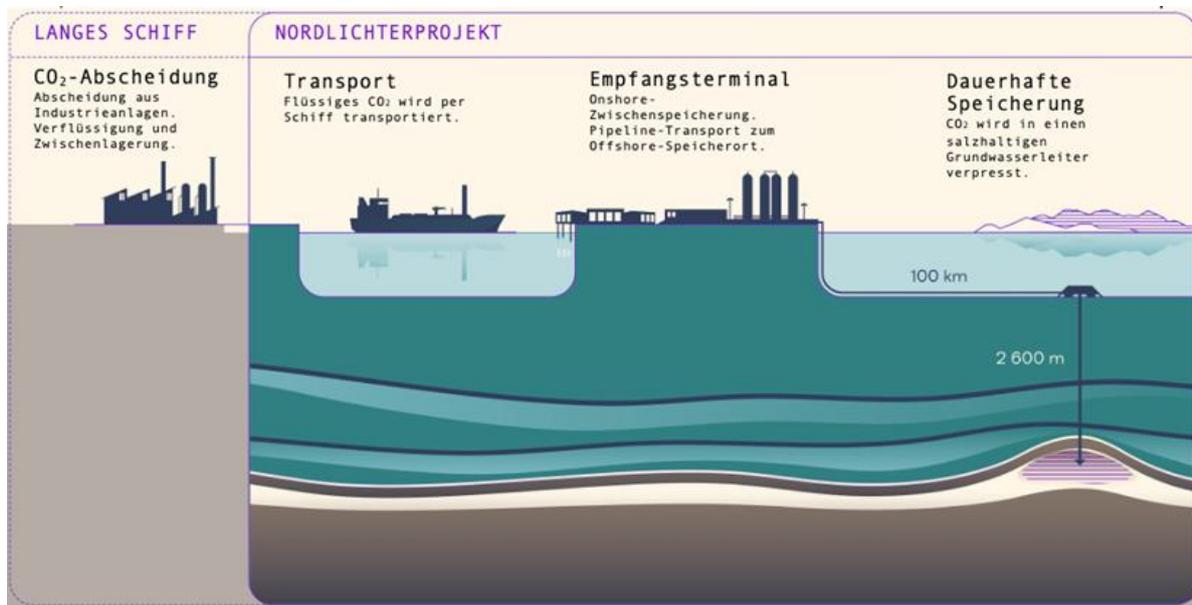
Was ist unterirdische Kohlenstoffspeicherung?

CCS umfasst zwei Prozesse: erstens die Sammlung von Kohlendioxidemissionen (CO₂) aus industriellen Prozessen wie der Stahl- und Zementherstellung oder aus Kraftwerken; zweitens den Transport per Schiff oder Pipeline und die unterirdische Speicherung des ausgestoßenen CO₂. Ziel von CCS ist es, die Menge an CO₂, die in die Atmosphäre gelangt, zu verringern und so zur Eindämmung des Klimawandels beizutragen.

Die norwegische Regierung beschloss 2020, in die großtechnische CO₂-Sammlung in der Zementfabrik von Norcem in Brevik (Norwegen) und in das Transport- und Speicherprojekt Northern Lights zu investieren (Bericht an das norwegische Parlament Nr. 33, 2019-2020). Die Sammelanlage von Norcem ist die erste ihrer Art weltweit, und Northern Lights JV, eine Zusammenarbeit zwischen Equinor, Shell und TotalEnergies, ist die erste CO₂-Speicheranlage in Europa, die europäischen Unternehmen offensteht. Das CO₂ wird per Schiff zu einem Landterminal in Westnorwegen transportiert, bevor es über eine Pipeline zu einer Offshore- CO₂-Speicheranlage 2 600 Meter unter dem Meeresboden in der Nordsee zur dauerhaften Speicherung weitergeleitet wird (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2

Der CCS Process



Note. Die Abbildung stammt aus „The Longship Project“ (Über das Langschiff-Projekt). Nachdruck mit Genehmigung.

Dieses Projekt mit der Bezeichnung soll 2024 voll einsatzfähig sein (siehe „Carbon Capture, Utilisation and Storage“, 2023).

In einem frühen Stadium der Untersuchung von CCS im Kurs beschlossen die Dozentin und die Studierenden, die untersuchten Modelle entweder auf die Kohlenstoffsammlung oder die Kohlenstoffspeicherung zu beschränken. Im Folgenden gebe ich einen kurzen Überblick über die Kohlenstoffspeicherung, der die Grundlage für eine spätere Zusammenfassung der Untersuchung eines Teams zu dieser Komponente der CCS-Technologie bildet.

Unterirdische Kohlenstoffspeicherung: Ein kurzer Überblick

Es gibt vier Prozesse im Zusammenhang mit der unterirdischen Kohlenstoffspeicherung (siehe z. B. Niemi et al., 2017): thermische, hydrologische, chemische und mechanische Prozesse. Team A konzentrierte sich auf hydrologische Prozesse, bei denen es um die Bewegung und das Verhalten von Fluiden wie Wasser und CO₂ geht. Zu diesen Prozessen gehören der Flüssigkeitsstrom durch poröse Gesteinsformationen, die Verdrängung von Sole und anderen Flüssigkeiten durch injiziertes CO₂ und die Auswirkungen des hydrostatischen Drucks auf Gesteinseigenschaften und geomechanische Stabilität. In den folgenden Abschnitten wird kurz beschrieben, was die Auflösung von CO₂ in einer hydrologischen Hintergrundströmung bedeutet.

Wenn Gas in eine Gesteinsschicht injiziert wird, sammelt es sich normalerweise in strukturellen Fallen wie Antiklinalen an. Eine Antiklinale ist eine geologische Formation, bei der eine Gesteinsschicht nach oben in eine hügelartige Form gefaltet ist. In diesen Strukturen kann Gas eingeschlossen werden, das sich nicht unbedingt in der umgebenden Gesteinsformation ausbreitet oder auflöst. Bei der CO₂-

Injektion in poröses Gestein fließt das Wasser in diesen Gesteinen jedoch aufgrund der Grundwasserströmung ständig weiter. Während das Wasser fließt, löst es kontinuierlich das CO₂, das in die Gesteinsformation injiziert wurde, und lässt es nicht einfach in einer Falle zurückbleiben. Im Mittelpunkt dieses Auflösungsprozesses steht das Darcy'sche Gesetz, das in der Geologie, der Hydrologie und im Bauwesen zur Modellierung des Flusses von Grundwasser, Öl und anderen Flüssigkeiten durch poröse Medien verwendet wird. Das Darcy-Gesetz besagt, dass die Fließgeschwindigkeit einer Flüssigkeit durch ein poröses Medium proportional zum hydraulischen Gradienten und der effektiven Permeabilität des Mediums ist (Fleurant & Bodin-Fleurant, 2019). Mathematisch kann dieses Gesetz wie folgt ausgedrückt werden:

$$\dot{V} = \frac{dV}{dt} = -kA \frac{dh}{dl} \quad (1).$$

Die Parameter der Gleichung (1) sind: \dot{V} ist die volumetrische Durchflussrate des Fluids (d.h. das Volumen des Fluids, das pro Zeiteinheit durch eine bestimmte Querschnittsfläche fließt); k ist die effektive Permeabilität des porösen Mediums (d.h., seine hydraulische Leitfähigkeit); A ist die Querschnittsfläche des Mediums, durch die das Fluid fließt, $\frac{dh}{dl}$ ist der hydraulische Gradient, der die Änderung der hydraulischen Druckhöhe (Druckdifferenz) pro Entfernungseinheit entlang der Fließrichtung darstellt; und das negative Vorzeichen bedeutet, dass das Fluid von einer höheren hydraulischen Druckhöhe zu einer niedrigeren fließt. Anhang B6 enthält eine Aufgabe mit dem Titel „Modellierung in der Hydrogeologie“, die das Darcy'sche Gesetz verwendet.

Eine Untersuchung zur unterirdischen Kohlenstoffspeicherung

In diesem Abschnitt wird eine Kurzfassung des SRP von Team A vorgestellt. Das untersuchte System S ist die unterirdische Kohlenstoffspeicherung in salinen Formationen, die sich über ein relativ großes Gebiet erstrecken und potenziell erhebliche Mengen an CO₂ speichern können. Die in ihrem Bericht verwendeten Konzepte sind die folgenden:¹

- *Aquifer* bezeichnet eine geologische Formation im Boden, deren Gesteine oder Sedimente einen hohen Gehalt an Grundwasser aufweisen.
- *CO₂-Fahne* in Aquiferen bezieht sich auf ein CO₂-Volumen, das zum Zweck der Kohlenstoffspeicherung in einen tiefen salzhaltigen Aquifer eingeleitet wurde. Die CO₂-Fahne breitet sich in den Porenräumen des Gesteins aus, verdrängt die Sole und füllt den verfügbaren Porenraum.
- *Injektionsbohrung* ist eine Art von Bohrung, die dazu dient, Flüssigkeiten oder andere Stoffe in den Boden zu injizieren.
- Ein *Injektionsfeld* ist eine Gruppe von Injektionsbrunnen, die gemeinsam genutzt werden.
- Das *Mobilitätsverhältnis* ist in der Geologie ein Maß dafür, wie leicht eine Flüssigkeit durch ein poröses Medium fließt.
- Die *Durchlässigkeit* ist ein Maß dafür, wie leicht ein Gas oder eine Flüssigkeit in ein poröses Medium eindringen kann.
- Die *Porosität* ist das Verhältnis zwischen dem Volumen der Hohlräume in einem Material und dem Gesamtvolumen.
- *Sättigung* bezieht sich auf den Anteil des Porenvolumens, der von einer bestimmten Flüssigkeit eingenommen wird.

¹ Excerpts from Team A's report, written originally in Norwegian, were translated into English, from which the German version was derived.

- *Überkritisches CO₂* bezieht sich auf einen Zustand von CO₂ oberhalb seiner kritischen Temperatur (31,1 °C) und seines kritischen Drucks (72,9 atm). Hier weist CO₂ sowohl gasähnliche als auch flüssigkeitsähnliche Eigenschaften auf.
- Die *Viskosität* ist ein Maß für den Fließwiderstand einer Flüssigkeit.

Team A präsentierte eine Antwort auf Q_0 , die aus einem Modell zur Berechnung der CO₂-Speicherkapazität in tiefen, salzhaltigen Aquiferen auf regionaler Ebene bestand, das von den MIT-Experten für Umwelttechnik, Szulczewski und Juanes (2009), vorgeschlagen wurde:

$$C = \frac{2M\Gamma^2(1-s_{WC})}{\Gamma^2 + (2-\Gamma)(1-M+M\Gamma)} \rho_{CO_2} \phi HWL_{total} \quad (2).$$

Gleichung (2) ist ein analytisches Modell, das durch einen expliziten Ausdruck in geschlossener Form dargestellt wird, der eine bestehende Antwort auf Q_0 darstellt. Das Modell ist eine rationale Gleichung mit 9 Parametern: C ist die Masse des eingeschlossenen CO₂; M ist das Mobilitätsverhältnis, das die Fluidität/Viskosität einer Substanz durch ein poröses Medium misst; Γ ist der Einschlusskoeffizient von CO₂; s_{WC} ist die Sättigung des Konnatwassers (d. h., salzhaltigen, natürlich vorkommenden) Wassers in der Lagerstätte; ρ_{CO_2} ist die Dichte von CO₂; ϕ ist die Porosität der Lagerstätte; H ist die Netto-Sandsteindicke der Lagerstätte; W ist die Länge der Injektionsanordnung in der Lagerstätte; und L_{total} ist die Gesamtausdehnung der CO₂-Fahne nach dem Einschluss (Szulczewski & Juanes, 2009, S. 3309). Was die einbezogenen Parameter betrifft, so stellte Team A Formeln für Γ und M auf. Der Einschlusskoeffizient Γ wurde als Verhältnis zwischen der CO₂-Restsättigung (s_{rg}), die sich auf den Anteil des Porenraums bezieht, der von eingeschlossenem CO₂ eingenommen wird, und der Konnatwasser-Sättigung (s_{WC}) definiert, die sich auf den Anteil des Porenraums bezieht, der von eingeschlossenem Konnatwasser eingenommen wird:

$$\Gamma = \frac{s_{rg}}{1-s_{WC}} \quad (3).$$

Das Mobilitätsverhältnis M wurde in Form der Viskosität der Sole (μ_w), der Viskosität des CO₂ (μ_g) und der relativen Endpunktpermeabilität des CO₂ (k_{rg}^*) formuliert:²

$$M = \frac{\frac{1}{\mu_w}}{\frac{k_{rg}^*}{\mu_g}} \quad (4).$$

Abhängigkeiten zwischen den Parametern

Die Identifizierung der an S beteiligten Parameter und ihrer Zusammenhänge war Teil von Q_0 . Q_0 veranlasste die Studierenden jedoch nicht dazu, die mathematischen Aspekte dieser Beziehungen zu untersuchen, was auch in dem von ihnen herangezogenen Artikel nicht der Fall war. Daher wird die Autorin, aufbauend auf den Erkenntnissen von Bachu (2015) und Ketzer et al. (2009), quantitatives Denken anwenden, um das Verständnis der Gleichungen (3) und (4) in den folgenden Abschnitten zu erweitern.

Der Einschlusskoeffizient. In Gleichung (3) steht Γ für den Anteil des injizierten CO₂, der tatsächlich in der unterirdischen Lagerstätte eingeschlossen wird. Der Nenner, $1 - s_{WC}$, steht für den „freien“ Raum in der Lagerstätte, der für die Speicherung von CO₂ zur Verfügung steht, und der Zähler, s_{rg} , steht für den Anteil dieses Raums, der tatsächlich von dem gespeicherten CO₂ eingenommen wird. Gleichung

² Die *relative Endpunktpermeabilität* von CO₂ wird experimentell bestimmt, indem der Durchfluss von CO₂ und Grundwasser durch eine Probe des porösen Mediums bei festem Druck und fester Temperatur gemessen wird.

(3) vergleicht also im Wesentlichen die Menge an eingeschlossenem CO_2 (s_{rg}) mit der Menge an verfügbarem Raum für die Einschließung ($1 - s_{wc}$), um den Anteil des injizierten CO_2 zu bestimmen, der tatsächlich eingeschlossen ist (Γ). Mit anderen Worten, wenn die Sättigung des fossilen Grundwassers s_{wc} relativ hoch ist, dann steht weniger „freier“ Raum für die CO_2 -Einlagerung zur Verfügung, so dass der Einlagerungskoeffizient Γ ebenfalls hoch sein würde. Ein hoher s_{wc} bedeutet weniger Porenraum für die CO_2 -Speicherung, aber auch mehr Wasserverdrängung durch CO_2 , was die Speicherungseffizienz erhöhen kann. Darüber hinaus kann Konnatwasser mit CO_2 reagieren und Kohlensäure bilden, die die Mineralien im Lagerstättengestein auflösen und neuen Porenraum für CO_2 schaffen kann. Dies ist als Mineralieneinschluss bekannt, ein wichtiger Mechanismus für die langfristige Speicherung von CO_2 in der Formation.

Wenn s_{rg} niedrig ist, bedeutet dies, dass ein kleinerer Teil des verfügbaren Raums in der unterirdischen Lagerstätte von eingeschlossenem CO_2 eingenommen wird. Dies könnte auf Faktoren wie die geologischen Merkmale des Reservoirs, die Injektionsstrategie oder die Eigenschaften des eingeleiteten CO_2 zurückzuführen sein. Wenn s_{rg} niedrig ist, wäre auch der Einschlusskoeffizient Γ niedrig, was darauf hindeutet, dass ein kleinerer Teil des injizierten CO_2 tatsächlich eingeschlossen wird. Dies könnte sich auf die Gesamtwirksamkeit von CCS als Strategie zur Eindämmung des Klimawandels auswirken, da ein geringerer Rückhalteoeffizient bedeuten würde, dass ein größerer Teil des eingeleiteten CO_2 im Laufe der Zeit in die Atmosphäre entweichen könnte.

Im Allgemeinen ist ein hoher Rückhalteoeffizient für eine wirksame und langfristige Speicherung von injiziertem CO_2 wünschenswert, da er ein höheres Maß an CO_2 -Retention innerhalb der Gesteinsformation anzeigt. Insgesamt bietet Gleichung (3) eine einfache Möglichkeit, den Einschlusskoeffizienten von injiziertem CO_2 in einem unterirdischen Reservoir auf der Grundlage der Eigenschaften des Reservoirs selbst zu schätzen.

Das *Mobilitätsverhältnis*. In Gleichung (4) ist M eine dimensionslose Größe, die das Verhältnis der Flüssigkeitsmobilität zwischen der verdrängten Flüssigkeit (Sole) und der injizierten Flüssigkeit (CO_2) in einer unterirdischen Lagerstätte darstellt. Sie gibt Aufschluss darüber, wie die beiden Fluide bei Prozessen wie der Kohlenstoffspeicherung interagieren und sich durch das Reservoir bewegen. Der Zähler, $\frac{1}{\mu_w}$, stellt den Kehrwert der Viskosität der Sole (d. h. ihrer Fließfähigkeit) dar. Mit zunehmender Viskosität der Sole sinkt das Mobilitätsverhältnis, was bedeutet, dass es für CO_2 schwieriger ist, durch die Lagerstätte zu fließen. Umgekehrt steigt das Mobilitätsverhältnis mit abnehmender Viskosität der Sole, was bedeutet, dass das CO_2 leichter durch die Lagerstätte fließen kann. Der Nenner von Gleichung (4), $\frac{k_{rg}^*}{\mu_g}$, stellt das Verhältnis zwischen der relativen Endpunktpermeabilität von CO_2 (k_{rg}^*)—die ein Maß dafür ist, wie leicht CO_2 im Vergleich zur Sole durch die Lagerstätte fließen kann - und der Viskosität von CO_2 dar. Mit steigendem k_{rg}^* nimmt das Mobilitätsverhältnis M ab, was darauf hindeutet, dass CO_2 im Vergleich zur Sole leichter durch die Lagerstätte fließen kann. Umgekehrt steigt mit abnehmendem k_{rg}^* das Mobilitätsverhältnis M , was bedeutet, dass es für CO_2 schwieriger ist, durch die Lagerstätte zu fließen als für Sole.

Ein höheres Mobilitätsverhältnis deutet darauf hin, dass die injizierte Flüssigkeit im Vergleich zur verdrängten Flüssigkeit eine größere Mobilität aufweist. Dies bedeutet, dass das injizierte CO_2 leichter durch die Lagerstätte fließen kann, was zu einer schnelleren Bewegung und einer möglicherweise

weniger effizienten Verdrängung der Sole führt. Umgekehrt bedeutet ein geringeres Mobilitätsverhältnis, dass das injizierte Fluid im Vergleich zum verdrängten Fluid eine geringere Mobilität aufweist. Dies deutet darauf hin, dass das CO₂ auf mehr Widerstand stößt oder es schwerer hat, durch die Lagerstätte zu fließen, was zu einer langsameren Bewegung und potenziell effizienteren Verdrängung der Sole führen kann.

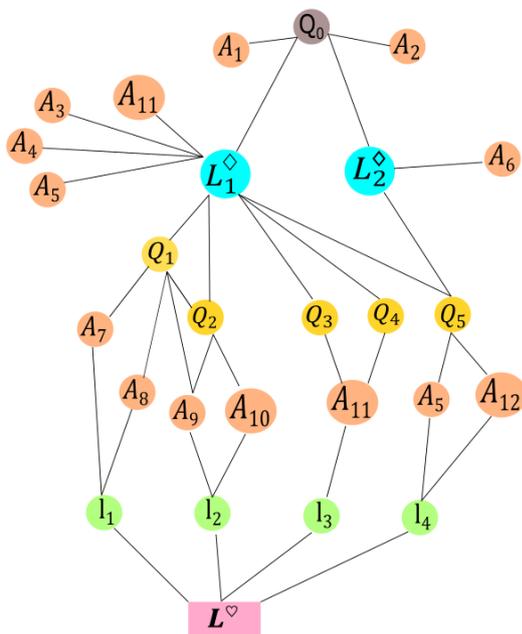
Abschließend lässt sich zu M sagen, dass die Beziehung zwischen den Parametern in Gleichung (4) komplex ist und von den spezifischen Bedingungen der Lagerstätte abhängt. Im Allgemeinen ist jedoch ein geringeres Mobilitätsverhältnis für eine effektive CO₂-Speicherung wünschenswert, da es darauf hindeutet, dass das CO₂ weniger wahrscheinlich migriert und möglicherweise aus der unterirdischen Speicherung austritt.

Ein Pfaddiagramm zur Untersuchung von Team A

Abbildung 3 ist ein gerichteter Graph, der den Verlauf des SRP von Team A illustriert, begleitet von Tabelle 1, die die Elemente des Milieus beschreibt, die während der Untersuchung geschaffen und genutzt wurden.³ Beachten Sie, dass die in Tabelle 1 zitierten Publikationen nicht in der Referenzliste enthalten sind, da die Tabelle nur als kurzer Überblick über die durchgeführte Untersuchung gedacht ist.

Abbildung 3

Der SRP zur Kohlenstoffspeicherung, durchgeführt von Team A



Note. Q_0 = generierende Frage; Q_j = abgeleitete Fragen; L_i^\diamond = vorhandene Antworten (L für “lösning” auf Norwegisch); A_k = Arbeiten; l_m = Teilantworten; L^\heartsuit = endgültige Antwort auf Q_0 . Nachdruck mit Genehmigung.

³ Beachten Sie, dass die in Tabelle 1 zitierten Publikationen nicht in der Referenzliste enthalten sind, da die Tabelle nur als kurzer Überblick über die durchgeführte Untersuchung gedacht ist.

Table 1

Das "Milieu" welches während des SRP von Team A erarbeitet wurde:

Generierende Frage
Q_0 : Wie wird die Kohlenstoffspeicherung in der Literatur modelliert? Welche Mathematik steckt in diesen Modellen? Welche Parameter werden einbezogen, und welche Beziehungen bestehen zwischen ihnen?
Vorhandene Antworten L_i^\diamond
L_1^\diamond : Berechnung der CO ₂ -Speicherkapazität in tiefen, salinen Aquiferen (Szulczewski & Juanes, 2009).
L_2^\diamond : Schätzung der CO ₂ -Speicherkapazität (Bachu et al., 2007).
Abgeleitete Fragen Q_j
Q_1 : Welche Beziehung besteht zwischen Viskosität und Durchlässigkeit bei der CO ₂ -Speicherung?
Q_2 : Was hat es mit dem Mobilitätsverhältnis auf sich, und warum ist es eine wichtige Komponente in CO ₂ -Speichermodellen?
Q_3 : Welche Vereinfachungen wurden an den Modellen vorgenommen und welche Folgen haben diese?
Q_4 : Werden die Parameter in der Regel theoretisch berechnet oder beruhen sie auf empirischer Arbeit?
Q_5 : Wie wichtig ist der Druck bei der Berechnung der Speicherkapazität?
Arbeit A_k
A_1 : "Das müssen Sie über die unterirdische Speicherung von CO ₂ wissen" (Sintef, 2019)
A_2 : Speicherung und Transport von CO ₂ auf dem Kontinentalschelf (Norwegisches Ministerium für Erdöl und Energie, 2014)
A_3 : CO ₂ -Einfangmechanismen (CCP, n.d.)
A_4 : Artikel zur Kapillarabscheidung für die geologische CO ₂ -Speicherung (Krevor et al., 2015).
A_5 : Video über CO ₂ -Speicherung von einem Experten zu diesem Thema (Benson, 2021).
A_6 : Norwegische Website zur Terminologie in der Erdölindustrie (Petroleumstilsynet, 2022)
A_7 : Darcy'sches Gesetz für die Flüssigkeitsströmung in einem porösen Medium ("Darcy's law", 2022).
A_8 : Masterarbeit über CO ₂ -Speicherung in Sandstein und Kalkstein (Kvinge, 2012)
A_9 : Lagerstättentechnik (Satter & Iqbal, 2016)
A_{10} : Artikel über Mobilitätskennzahlen (Bamidele et al., 2009)
A_{11} : Mathematisches Modell des CO ₂ -Fußabdrucks in tiefen, salinen Aquiferen (MacMinn & Juanes, 2009)
A_{12} : Wie kann CO ₂ unter der Erde gespeichert werden? (Nationales Labor für Energietechnologie, 2022)

Note. Die Teilantworten (l_m) sind an anderer Stelle im Bericht von Team A zu L^\diamond zusammengefasst. Nachdruck mit Genehmigung.

Abschließende Anmerkungen

Die im Kurs durchgeführten Modellierungsaktivitäten brachten den Studierenden mehrere Vorteile, darunter ein größeres Engagement, kritisches Denken, Forschungskompetenz, Kreativität und Problemlösungskompetenz. Die Zusammenfassungen der beiden Untersuchungen zeigen, dass die elementare Algebra ein wesentliches Werkzeug für die Modellierung von Systemen ist, da sie uns ermöglicht, die Abhängigkeit zwischen Parametern auszudrücken, Veränderungen zu analysieren, die Leistung zu optimieren, Probleme zu lösen und Vorhersagen zu treffen. Durch den Einsatz elementarer algebraischer Methoden und quantitativen Denkens können wir ein tieferes Verständnis der Welt um uns herum gewinnen und fundierte Entscheidungen auf der Grundlage quantitativer Daten treffen.

Mit dem Paradigma des Hinterfragens der Welt zu arbeiten – insbesondere mit ergebnisoffenen Fragestellungen wie bei CCS – ist sowohl für Dozierende als auch für Studierende eine Herausforderung. Es muss ein neuer didaktischer Vertrag (Brousseau, 1997) ausgehandelt werden, da Dozierende im Allgemeinen keine „Expert*innen“ für die untersuchten Systeme sind. Der Gedanke, Dozierende

nicht mehr als die letzte Autorität in Sachen Wissen zu sehen, kann für beide Seiten schwierig sein, denn er erfordert, dass die Studierenden mehr Verantwortung für ihr eigenes Lernen übernehmen und nicht zuletzt, dass Dozierende ihnen dies erlauben. Darüber hinaus bringt die Übernahme des neuen didaktischen Paradigmas neue Aufgaben für Dozierende und Studierende mit sich: In der Terminologie der ATD ändern sich die Aufgaben der Dozierenden und der Studierenden. Auf Seiten der Dozierenden ist die Formulierung geeigneter generierender Fragen eine kritische Aufgabe, die sowohl neu als auch herausfordernd ist. Wie bereits erwähnt, hatte die generierende Frage Q_0 zu CCS die Einschränkung, dass sie bis zu einem gewissen Punkt keine produktive Diskussion über die Zusammenhänge zwischen den in den betrachteten Modellen untersuchten Parametern anregte. Aus dieser Erfahrung wurden wertvolle Erkenntnisse gewonnen, die für eine bessere Überwachung künftiger Untersuchungen genutzt werden können. Eine demnächst erscheinende Publikation, Strømskag (in press), berichtet von einem anderen ergebnisoffenen SRP in der Lehrerbildung – einem zur Differentialrechnung –, der eine detailliertere Analyse der Potentiale und Herausforderungen im Zusammenhang mit der Arbeit innerhalb des Paradigmas des Hinterfragens der Welt bietet.

Literaturverzeichnis

- About the Longship Project*. (n.d.). Northern Lights. <https://norlights.com/about-the-longship-project/>
- Bachu, S. (2015). Review of CO₂ storage efficiency in deep saline aquifers. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 40, 188–202. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2015.01.007>
- Brousseau, G. (1997). *The theory of didactical situations in mathematics: Didactique des mathématiques, 1970–1990* (N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, & V. Warfield, Eds. & Trans.). Dordrecht: Kluwer. <https://doi.org/10.1007/0-306-47211-2>
- Carbon capture, utilisation and storage*. (2023). Equinor.com. <https://www.equinor.com/energy/carbon-capture-utilisation-and-storage>
- Chevallard, Y. (2015). Teaching mathematics in tomorrow's society: A case for an oncoming counter paradigm. In S. J. Cho (Ed.), *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 173–187). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_13
- Chevallard, Y. (2019). Introducing the Anthropological Theory of the Didactic: An attempt at a principled approach. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 12, 71–114. https://www.jasme.jp/hjme/download/05_Yves%20Chevallard.pdf
- Fleurant, C., & Bodin-Fleurant, S. (2019). *Mathematics for Earth science and geography*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-69242-5>
- Ketzer, J. M., Iglesias, R., Einloft, S., Dullius, J., Ligabue, R., & de Lima, V. (2009). Water–rock–CO₂ interactions in saline aquifers aimed for carbon dioxide storage: Experimental and numerical modeling studies of the Rio Bonito Formation (Permian), southern Brazil. *Applied Geochemistry*, 24(5), 760–767. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2009.01.001>
- Klein, É. (2020). *Je ne suis pas médecin, mais je...* [I am not a medical practitioner, but I...]. Paris: Gallimard. <https://lesmardisdelaphilo.com/wp-content/uploads/2020/04/Eienne-Klein-1.pdf>
- MA3001. (n.d.). *Mathematical modelling using study and research paths*. https://wiki.math.ntnu.no/ma3001/2022v/matematiskmodellering/start#mathematical_modelling_using_study_and_research_paths_spring_2022
- Niemi, A., Bear, J., & Bensabat, J. (2017). *Geological storage of CO₂ in deep saline formations*. Dordrecht: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-024-0996-3>
- Report to the Norwegian Parliament No. 33. (2019–2020). *Longship: Carbon capture and storage* [White Paper]. Norwegian Ministry of Petroleum and Energy. <https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/meld.-st.-33-20192020/id2765361/?ch=1>
- Strømskag, H. (in press). Study and research paths on differential calculus in teacher education. In *Proceedings of the 7th International Conference of the Anthropological Theory of the Didactic*. Birkhäuser.
- Strømskag, H., & Chevallard, Y. (2022). Elementary algebra as a modelling tool: A plea for a new curriculum. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 42(3), 371–409. <https://revue-rdm.com/2022/elementary-algebra-as-a-modelling-tool-a-plea-for-a-new-curriculum/>
- Szulczewski, M., & Juanes, R. (2009). A simple but rigorous model for calculating CO₂ storage capacity in deep saline aquifers at the basin scale. *Energy Procedia*, 1(1), 3307–3314. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2009.02.117>
- Tiemens, B., Wagenwoorde, & Witteman, C. (2020). Why every clinician should know Bayes' rule. *Health Professions Education*, 6(3), 320–324. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2020.05.002>

Anhang

Anhang A – Reading List

Literature for Mathematical Modelling Using Study and Research Paths

Core texts (for all students)

- Bosch, M., & Gascón, J. (2014). Introduction to the anthropological theory of the didactic (ATD). In A. Bikner-Ahsbahr & S. Prediger (Eds.), *Networking of theories as a research practice in mathematics education* (pp. 67–83). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05389-9_5 [Pages to read: 67–73.]
- Chevallard, Y. (2015). Teaching mathematics in tomorrow’s society: A case for an oncoming counter paradigm. In S. J. Cho (Ed.), *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 173–187). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_13
- Niss, M. (2015). Prescriptive modeling: Challenges and opportunities. In G. Stillman, W. Blum, & M. S. Biembengut (Eds.), *Mathematical modeling in education research and practice: Cultural, social and cognitive influences* (pp. 67–79). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18272-8_5
- Strømskag, H. (2022, 21 January). *Et notat om det herbartiske skjemaet – En dynamisk modell for studiet av et spørsmål* [A note on the Herbartian schema—A dynamic model for the study of a question]. Department of Mathematical Sciences, NTNU.
- Strømskag, H. (2022, 23 March). *Et notat om begrepet «didaktisk kontrakt»* [A note on the concept of “didactic contract”]. Department of Mathematical Sciences, NTNU.
- Strømskag, H. (2022, 8 April). *Om dialektikken mellom systemer og modeller: Et eksempel med bremselengde* [On the dialectic of systems and models: The case of braking distance]. Department of Mathematical Sciences, NTNU.
- Strømskag, H., & Chevallard, Y. (2022a). Conditions for revitalizing the elementary algebra curriculum. In J. Hodgen, E. Geraniou, G. Bolondi, & F. Ferretti (Eds.), *Proceedings of the 12th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 620–627). Free University of Bozen-Bolzano and ERME. <https://hal.science/hal-03745443v1/document>

Supplementary texts (for all students)

- Barquero, B., Bosch, M., & Wozniak, F. (2019). Modelling praxeologies in teacher education: the cake box. In U. T. Jankvist, M. Van den Heuvel-Panhuizen, & M. Veldhuis (Eds.), *Proceedings of the 11th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1144–1151). Utrecht University and ERME. <https://hal.archives-ouvertes.fr/CERME11/hal-02408705v1>

- Bauman, Z. (2007). Forbrukersamfunn [Consumer society] (A. Peretz, Trans.). In G. E. Schjelderup & M. W. Knudsen (Eds.), *Forbrukersosiologi: Makt, tegn og mening i forbrukersamfunnet* (pp. 229–250). Cappelen.
- Chevallard, Y. (2019). Introducing the anthropological theory of the didactic: An attempt at a principled approach. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 12, 71–114. https://www.jasme.jp/hjme/download/05_Yves_Chevallard.pdf
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed., pp. 201–204). Routledge.
- Doerr, H. (2007). What knowledge do teachers need for teaching mathematics through applications and modelling? In W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 69–78). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_5
- Education is key to addressing climate change*. (n.d.). United Nations. Climate Action. <https://www.un.org/en/climatechange/climate-solutions/education-key-addressing-climate-change>
- Ely, R., & Adams, A. E. (2012). Unknown, placeholder, or variable: What is x ? *Mathematics Education Research Journal*, 24, 19–38. <https://doi.org/10.1007/s13394-011-0029-9>
- Markulin, K., Bosch, M., & Florensa, I. (2021). Project-based learning in statistics: A critical analysis. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*, 11(1), 200–220. https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/755/631
- Oversby, J. (2015). Teachers' learning about climate change education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 167(8), 23–27. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.637>
- Strømskag, H., & Chevallard, Y. (2022b). Elementary algebra as a modelling tool: A plea for a new curriculum. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 42(3), 371–409. <https://revue-rdm.com/2022/elementary-algebra-as-a-modelling-tool-a-plea-for-a-new-curriculum/>
- Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse: En innføring i kvalitative metoder* [Systematics and empathy: An introduction to qualitative methods] (3rd ed.). Fagbokforlaget. [Pages to read: 62–63.]

Texts for the individual team

In addition to the texts listed above, the required reading for each team includes the literature and other resources utilized in their SRP on carbon capture and storage.

Anhang B

B1 – Modelling of *thermal insulating capacity* of thermoses

The picture below shows two 1-liter thermoses, with Sarek on the left and Eva Solo on the right.



The question to be answered is:

What are the thermal insulating capacities of the Sarek and Eva Solo thermoses?

Newton's law of cooling will play a role in the modelling of the temperature in the two containers. It states that:

“The rate of change of the temperature of an object is proportional to the difference between its own temperature and the temperature of its surroundings”.

An experiment has been done where boiling water has been poured into the two containers, and the temperature has been measured at certain points in time after filling. The temperature in the room where the containers were placed during the experiment was 24.2 °C. The temperature of the water just before the lids were screwed on the thermoses was 94.3 °C.

- For each thermos, build a model that gives the temperature of its water as a function of time after filling of hot water. Use this information: after 3 hours, the water in Sarek measured 88.9 °C, and the water in Eva Solo measured 83.7 °C.
- Explain whether the models you have built are descriptive or normative.
- Use the models to designate a *descriptor* of the thermal insulating capacity of each thermos. Give this descriptor an explanatory name that may be used by vendors of thermoses.

- d) Several observations were made, as shown in the table below. Discuss the validity of your models in light of these measurements.

Time passed after filling (hours)	Sarek	Eva Solo
0	94,3 °C	94,3 °C
1	92,6 °C	89,0 °C
2	90,3 °C	85,8 °C
3	88,9 °C	83,7 °C
5	85,9 °C	78,7 °C
7	82,9 °C	74,6 °C
11	77,8 °C	67,8 °C
12	76,5 °C	66,5 °C
53	47,5 °C	37,0 °C
75	39,9 °C	32,1 °C
96	34,8 °C	28,9 °C

Table 1. Temperatures of the water at points in time after filling of water

Anhang B

B2 – Proposed solution: Modelling of thermal insulating capacity of thermoses

- a) Let $S(t)$ and $E(t)$ denote the temperature in the Sarek and Eva Solo thermos respectively at time t (in hours). We use Newton's law of cooling to set up a differential equation in each case.

Sarek (k_s is the proportionality factor):

$$\frac{dS}{dt} = k_s(S - 24.2). \text{ Initial condition: } S(0) = 94.3 \text{ og } S(3) = 88.9.$$

Eva Solo (k_e is the proportionality factor):

$$\frac{dE}{dt} = k_e(E - 24.2). \text{ Initial condition: } E(0) = 94.3 \text{ og } E(3) = 83.7.$$

Solving the differential equation for Sarek:

$$\frac{dS}{dt} = k_s(S - 24.2) \Leftrightarrow \int \frac{dS}{S-24.2} = \int k_s dt \Leftrightarrow \ln|S - 24.2| = kt + C$$

$$\Leftrightarrow S - 24.2 = e^{k_s t + C} \Leftrightarrow S(t) = C_1 e^{k_s t} + 24.2.$$

Using the initial conditions to decide C_1 og k_s :

$$S(0) = 94.3 \Leftrightarrow C_1 = 70.1.$$

That is to say, we have $S(t) = 70.1e^{k_s t} + 24.2$.

Solving the differential equation for Eva Solo:

Because the temperature at $t = 0$ is the same for Eva Solo, we have:

$$E(t) = 70.1e^{k_e t} + 24.2.$$

We find the proportionality factor in the two cases:

Sarek:

$$S(3) = 88,9 \Leftrightarrow 70.1e^{3k_s} + 24.2 = 88,9 \Leftrightarrow e^{3k_s} = \frac{64.7}{70.1} \Leftrightarrow 3k_s = \ln\left(\frac{564.7}{70.1}\right)$$

$$\Leftrightarrow k_s \approx -0.0267.$$

That is to say, we have: $S(t) = 70.1e^{-0.0267t} + 24.2$

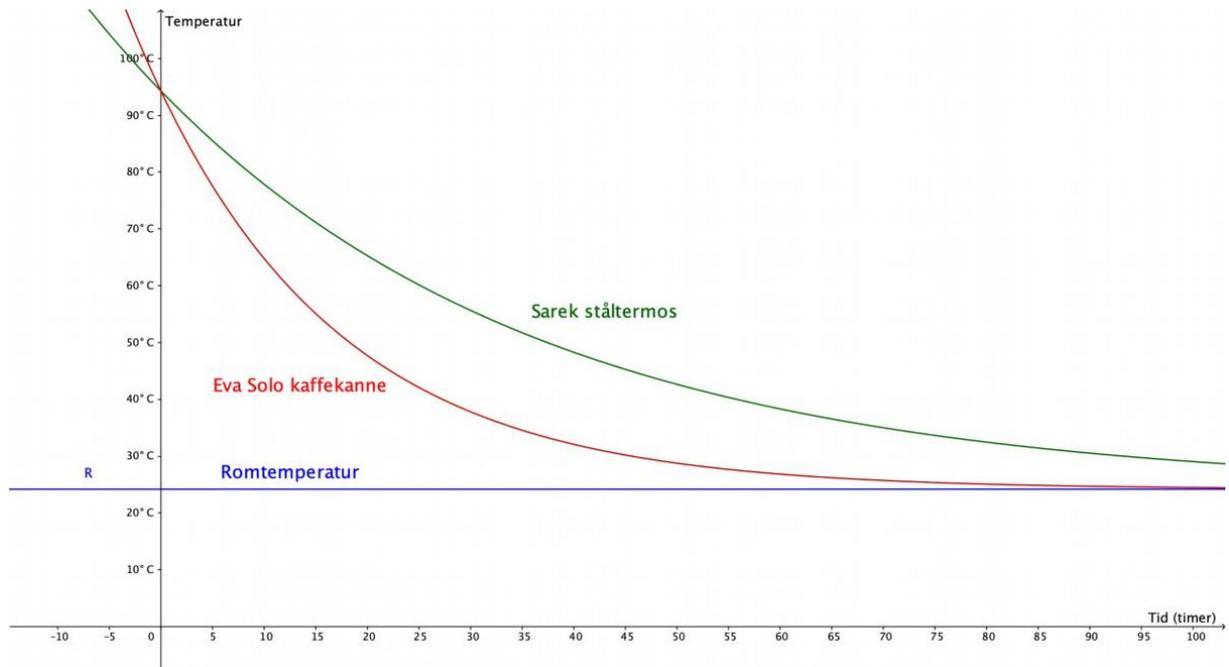
Eva Solo:

$$E(3) = 83.7 \Leftrightarrow 70.1e^{3k_e} + 24.2 = 83.7 \Leftrightarrow e^{3k_e} = \frac{59.5}{70.1}$$

$$\Leftrightarrow 3k_e = \ln\left(\frac{59.5}{70.1}\right) \Leftrightarrow k_e \approx -0.0546.$$

That is to say, we have: $E(t) = 70.1e^{-0.0546t} + 24.2$

The functions $S(t)$ and $E(t)$ are *analytic models*, depending on the choice of initial conditions. Below are *graphical models* for the temperature development in the two thermoses.



The proportionality factor is negative in both cases, and the one with the largest absolute value will give the greatest reduction in temperature per unit of time. We see that the temperature is best maintained in Sarek. This is consistent with the fact that the proportionality factor in the model for Sarek has a smaller absolute value than the model for Eva Solo.

- b) These are *descriptive* models. They also have the further property of being *deterministic*, in that they are constructed on the basis of a physical law for temperature development for bodies placed in an environment with a constant temperature (Newton's law of cooling).
- c) *Suggestion*. A measure of insulating properties can be called the insulation coefficient, I . This will be a *descriptor* (see Niss, 2015) and can be calculated according to the equation $I = 100(1 - |k|)$. Note that this equation is an *invention*.

This gives the following insulation coefficients:

Sarek: $I = 97,3$

Eva Solo: $I = 94,5$

Furthermore, the insulation coefficient can be linked to intervals that qualitatively describe the insulating properties of thermoses, for example:

$I \in [100, 95)$	very good
$I \in [95, 90)$	good
$I \in [90, 85)$	acceptable
$I \leq 85$	poor

Note: The systems we model differ in terms of how far into the future it is appropriate to consider. For example, a thermos for use in an indoor party does not need to retain heat for as many hours as a thermos for bringing on a longer journey in sub-zero temperatures.

- d) Factors contributing to inaccuracy in the data: measurement inaccuracy (the tool used), heat loss when opening-closing, not equal time for measurement in the two thermoses, etc. A *data logger* could have been used to get more accurate data.

Finally, it is possible to use *regression analysis* (e.g., in GeoGebra) to find a model for each thermos. In general, regression models are derived from actual data. They are used to describe the relationship between variables and predict future outcomes. Regression models do not necessarily represent the underlying physics or theoretical principles of a system, but instead provide a statistical relationship between variables.

Reference

Niss, M. (2015). Prescriptive modeling: Challenges and opportunities. In G. Stillman, W. Blum, & M. S. Biembengut (Eds.), *Mathematical modeling in education research and practice: Cultural, social and cognitive influences* (pp. 67–79). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18272-8_5

Anhang B

B3 – Modelling of probability of having a disease given a positive test result

The system S is a population with an infectious disease, where the relative frequency of the disease is equal to a , and the reliability of a screening test for the disease is equal to r . Moreover, the screening test is designed in a way that ensures that everyone who has the disease tests positive (i.e., no false negatives).

- a) Create a model of the given system that gives you the answer to this question, Q : What is the probability, p , that a person with a positive test result really has the disease?
- b) Explore the model you have created for different values of p . Find out, for example, what relative frequency of the disease corresponds to 98% probability of having the disease after receiving a positive test result.

Anhang B

B4 – What is climate change, and why is it happening?



Image from Pixabay

Appendix B4

**Q_0 : What is climate change,
and why does it happen?**

Pilot SRP by student team
(translated into English by H. S.)

Existing answers

- FN-sambandet. (2021). *Klimaendringer* [Climate change].
<https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>
- Miljødirektoratet. (2021). *Klimaendringene skjer her og nå* [Climate change is happening here and now]
<https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/>
- Earth's temperature is rising
- Ice at the poles is melting
- Sea level rises and becomes more acidic
- More extreme weather



Student Team B

Appendix C6

2

Derived questions and answers

Q_1 : What is climate, and why does it change?

- W_1 : FN-sambandet. (2021). *Klimaendringer* [Climate change].
<https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>
- a_1 : Climate is an average of the weather measured over a long period of time. It changes as a result of the Earth emitting more greenhouse gases than it naturally should do. This contributes to an increased greenhouse effect and means that less heat escapes through the atmosphere. Result: increasing temperatures.

Student Team B

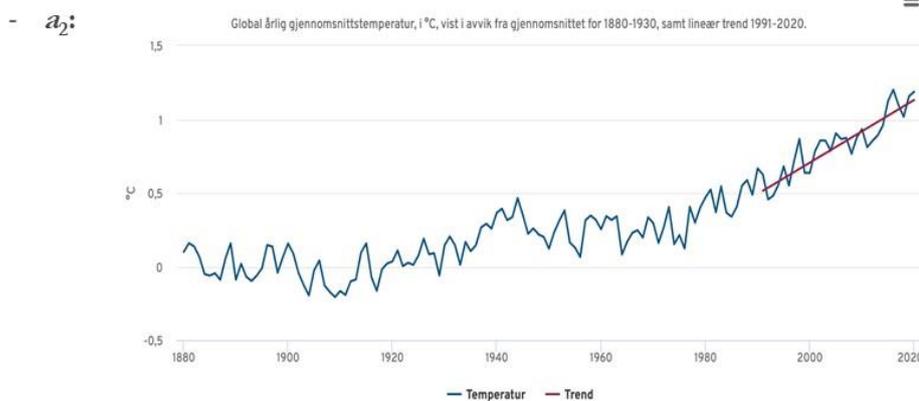
Appendix C6

3

Derived questions and answers (cont.)

Q₂: How has the global temperature changed over the last 200 years?

- **W₂:** Energi og klima. (2021). *En varmere klode* [A warmer planet]. <https://energiogklima.no/klimavakten/global-temperatur>



Student Team B

Appendix C6

4

Derived questions and answers (cont.)

Q₃: Why is there more extreme rainfall than before?

- **W₃:** Sorteberg et al. (2019). <https://www.uib.no/klimaenergi/123978/derfor-f%C3%A5r-vi-ekstremnedb%C3%B8r-knyttet-til-klimaendringene>
- **a₃:** Simplified: A warmer atmosphere can retain more water vapour than a cold atmosphere. The amount of water vapour increases exponentially as a function of temperature, resulting in increased condensation at higher temperatures.

Q₄: How has the coronavirus pandemic affected climate change?

- **W₄:** Le Quéré et al. (2020). Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement. <https://www.nature.com/articles/s41558-020-0797-x.pdf>
- **a₄:** Despite reduced CO₂ emissions (up to 17% in April 2020), this has had an equivalent zero effect on climate change.

Q₅: How are changes in sea level measured?

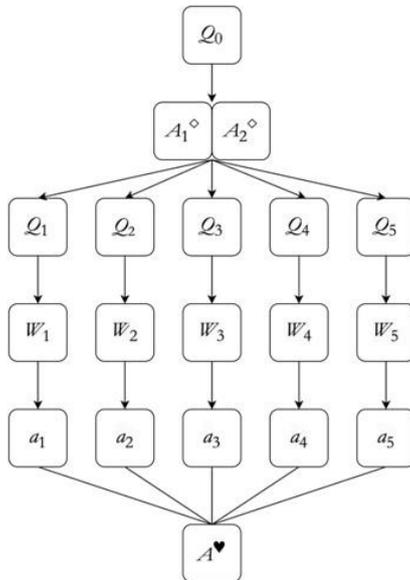
- **W₅:** Lindsey, R. (2020). *Climate change: Global sea level*. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level>
- **a₅:** Sea level is measured using two main methods: tide gauges and satellite altimeters.

Student Team B

Appendix C6

5

Herbartian schema



Q_0 generating question

A_i^\diamond existing answers

W_j works to be used

a_k partial answers

A^\heartsuit final answer

Student Team B

Appendix C6

6

Final (though provisional) answer to Q_0

Our final answer A^\heartsuit will be a combination of the existing answers and a synthesis of derived questions:

- **Changes in the average weather over a longer period of time.**
Unfortunately, a reduction in a short period (like COVID-19) has little effect overall
- **Main cause: Changes in the amount of greenhouse gases in the atmosphere**
As a result of increased CO_2 in the atmosphere, the pH value of the ocean becomes lower → more acidic (consequences for the ecosystem)
- **Temperature rise causes the ice to melt and the ocean to warm up.**
The sea is rising: both as a result of “warm” water taking up more space and ice melting
- **More rainfall due to more water vapour in the atmosphere (especially in Norway)**
This can trigger both floods and landslides

Student Team B

Appendix C6

7

Anhang B

B5 – A study and research process into Carbon Capture and Storage

Generating question

Q₀. How is carbon capture and storage modelled in the literature?

What mathematics is involved in these models? Which parameters are included, and what are the relationships between them?

Guidelines for the final SRP report

Length: Max. **6 500 words** (excluding reference list, table of contents, and any appendices).

Note 1: With the exception of “Table of contents” (which is not a proper chapter), the chapter headings below can be replaced with more informative headings. Chapters that span several pages should be divided into sub-chapters with suitable headings.

Note 2: APA 7 style should be used for both references in the text itself and in the formatting of the reference list.

The final SRP report shall be given an appropriate **title** and shall contain the following **chapters**:

Table of contents (titles of chapters and sub-chapters)

1. Introduction

- What is this study about? Why is the topic important? Why should it be a topic in education?

2. Didactic framework and theory

- Brief account of the didactic paradigm in which the study is anchored
- Presentation of theoretical tools (e.g., model – system; Herbartian schema)
- Possible glossary of technical terms (briefly explained)

3. Methodology

- Presentation of the research strategy used: SFL and documentary study.
- Presentation of didactic tools in the form of a directed graph with an accompanying table showing the course of the study with the following elements: the generating question, existing solutions, derived questions, works, partial answers.

4. Results

- Presentation of existing answers A_i^\diamond and works W_j that are central to understanding A_i^\diamond .
- Presentation of derived questions Q_k and partial answers a_m that are results of studying Q_k, A_i^\diamond , and W_j .
- Discussion of the partial answers a_m and presentation of the final (though provisional) answer A^\heartsuit .

5. Discussion and concluding remarks

- Comments on the investigation process. Include an overview of derived questions and work that has been omitted (for various reasons that do not need to be explained). What have you learnt

from conducting this inquiry? What has been challenging? What are open questions that need further study?

6. References

Milestones/deadlines:

- 18 March at 23.55: Submit a preliminary report to response team and Heidi (guidelines for this report will be given later).
- 22–23 March: Presentation of a preliminary report in class. System for feedback.
- 11 April at 23.55: Submit a draft of final report to Heidi for feedback.
- 13 May at 23.55: Submit a final report .
-

Anhang B

B6 – Hydrogeological modelling: Evaluating aquifer flow and contaminant transport⁴

To determine the flow rate of water in an aquifer, Darcy's law can be used. It gives the relation between the flow through this medium (Q), the hydraulic gradient i , the surface perpendicular to the flow A , and a parameter that characterizes the aquifer k : permeability (expressed in m/s).

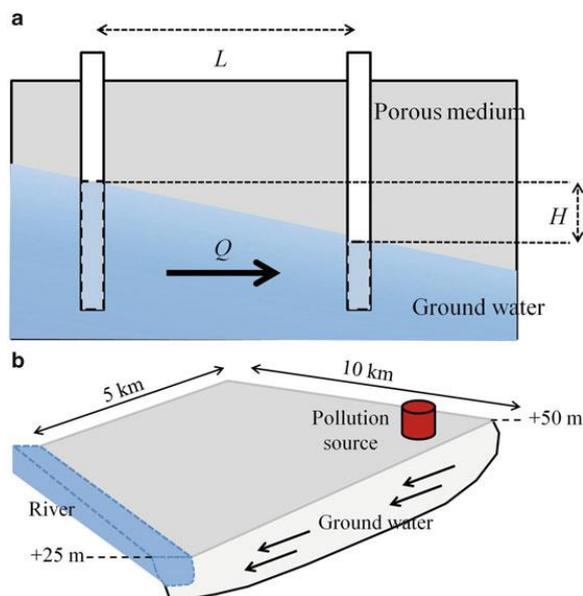
Darcy's law is given by the relation $Q = A \times k \times i$.

The hydraulic gradient is the ratio between the difference in water depth in two boreholes and the distance between these two boreholes. The hydraulic gradient is $i = \frac{H}{L}$ (see Figure 1).

- 1) What is the unit of measure of the gradient? Of the flow?
- 2) Justify mathematically and physically that $Q = 0 \text{ m}^3/\text{s}$ when $i = 0$.
- 3) It is assumed that this aquifer consists of limestone whose estimated permeability is 8.64 m/day, and that the river is 15 m deep. From the graph in Figure 1, determine the flow (in L/s) that goes from the aquifer to the river.
- 4) By imagining that a soluble contaminant escapes from the tank shown in the figure by a cylinder, calculate the time it will take the contaminant to reach the river.

Figure 1

Principle of flow in an aquifer: The flow rate is proportional to the hydraulic gradient



Note. The figure is taken from Fleurant and Bodin-Fleurant (2019, p. 53). The figure (1) is taken from Fleurant and Bodin-Fleurant (2019, p. 53) and is reproduced with permission. This figure is not covered by the chapter's CC BY-NC 4.0 license and should not be reproduced without obtaining separate permission from the copyright holder, Springer.

⁴ The task is taken from Fleurant and Bodin-Fleurant (2019, p. 52).



Reference

Fleurant, C., & Bodin-Fleurant, S. (2019). *Mathematics for Earth science and geography*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-69242-5>



KAPITEL 3

Ist die Klimakatastrophe⁵ gerecht? Fairness, Verantwortung und dekoloniale Perspektiven

Jakob Steinbachner & Nicola Nagy

Department of Teacher Education, University of Vienna, Vienna, Austria

Politische Bildung und Lehrer*innenausbildung in Österreich

Politische Bildung wird als Möglichkeit und Notwendigkeit für die Entwicklung individueller und gesellschaftlicher Kompetenzen in einer zunehmend komplexen Alltagswelt angenommen. Politische Bildung soll helfen, sich mit individuellen Fragen wie der eigenen Identität oder auch gesellschaftlichen Themen wie der ungleichen Verteilung von Macht und Ressourcen zwischen den Geschlechtern auseinanderzusetzen und dabei einen aktiven Beitrag zur Gestaltung der Gesellschaft und zur Weiterentwicklung von Demokratie und Menschenrechten zu leisten. Das Ziel des Unterrichts in der politischen Bildung in Österreich ist ein reflektiertes und reflexives politisches Bewusstsein (BMBWF 2018).

Politische Bildung wird in Österreich in verschiedenen Bildungseinrichtungen auf unterschiedliche Weise durchgeführt. Beispiele dafür sind einerseits die politische Bildung in den Lehrplänen der Schulen und andererseits die Lehrerausbildung in Geschichte und politischer Bildung an der Universität Wien.

Wie bereits erwähnt, ist sowohl die Ausbildung als auch das Fach Politische Bildung in Österreich stark mit dem Schulfach Geschichte verbunden. Die Schulstunden werden mit dem Fach Geschichte (in den allgemein bildenden Schultypen) geteilt (vgl. BMBWF/Zentrum Polis 2022). Ebenso gehört die politische Bildung in Österreich zu den "fächerübergreifenden Unterrichtsprinzipien", was bedeutet, dass politische Themen und demokratisches Handeln in der Schule als Gesamteinrichtung und über alle Unterrichtsfächer hinweg behandelt werden sollen (vgl. BMBWF 2015). In Österreich ist die Ausbildung von Lehrkräften für politische Bildung auch mit dem Fach Geschichte verknüpft. Ein Beispiel dafür ist das Curriculum des Faches Geschichte und Politische Bildung für das Bachelorstudium Lehramt an der Universität Wien. Hier ist die Politische Bildung in einer "Pflichtmodulgruppe" mit einem Umfang von 10 ECTS enthalten (vgl. Universität Wien 2022). Von besonderem Interesse für dieses Modul ist die Zielsetzung, die Studierenden zu befähigen, Themen der ökologischen Nachhaltigkeit und deren politische Implikationen sowie die Kompetenzen zur Partizipation auf verschiedenen Ebenen zu behandeln und zu vermitteln (Universität Wien 2022, 11-12).

⁵ In diesem Text wird vor allem der Begriff "Klimakatastrophe" anstelle der Alternativen "Klimawandel" oder "Klimaerwärmung" verwendet, da die Auswirkungen dieses Phänomens für die Menschheit katastrophal sein können und die Begriffe "Erwärmung" oder "Wandel" dem nicht gerecht werden.

Climate Justice

Das zentrale Thema, um das sich die Frage nach politischer Bildung und Handlungsmöglichkeiten in diesem Modul entwickelt, ist das con Climate Justice. Zum einen sollen die Ursachen und Handlungsmöglichkeiten gegen die Klimakatastrophe diskutiert werden, zum anderen wird die ungerechte Verteilung von Ursache und Wirkung in den Blick genommen. Dabei werden verschiedene Perspektiven eingenommen und das Problem aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet.

Fleischmann et al. betonen, dass das Klima unseres Planeten im Laufe der Erdgeschichte ständigen Veränderungen unterworfen war, einschließlich “significant variations in global average temperatures.” Sie fahren damit fort, dass “the current climatic warming is happening much more rapidly than past warming events. It has become clear that mankind has caused most of the warming of the last century by emitting greenhouse gases to power our modern lives. We do this through burning fossil fuels, agriculture and land use and other activities that drive climate change. The World Meteorological Organization (WMO) reported in 2017 that greenhouse gas emissions in Earth’s atmosphere have reached the highest level ever in 800,000 years (Schlein, 2017). [...] Climate change involves not only rising temperatures, but also extreme weather events, rising sea levels, changing wildlife populations and habitats, and a number of other impacts.” (Fleischmann et al., 6).

Neben den wissenschaftlichen Debatten sind die ungerechten Auswirkungen der Klimakatastrophe auch in die Aufmerksamkeit und den Blick von Journalist*innen gerückt und werden diskutiert, wie Chris Mooney in seinem Artikel zeigt "Why climate change is really, really unfair". Er gibt an, dass "The general rule is, at a global scale, if you're a nation that is going to suffer from climate change, you're very likely not contributing to the problem, ". In seinem Artikel zeigt er, dass die Länder, die am meisten "environmental bads" oder „Umweltvergehen“ begehen, oft am wenigsten unter den Auswirkungen leiden, während die Länder, die bereits strukturell benachteiligt sind, stärker von der Klimakatastrophe betroffen sind (Mooney, 2016). Diese Ansicht wird durch wissenschaftliche Artikel weitgehend bestätigt. Harlan et al. (2015) gehen zum Beispiel davon aus, dass die Klimakatastrophe von reichen und armen Menschen sehr unterschiedlich wahrgenommen wird - eine Perspektive, die sich in Zukunft noch verstärken wird, weil politische Maßnahmen zur Bewältigung der Klimakatastrophe arme und machtlose Menschen nicht berücksichtigen. Sie sind sogar der Ansicht, dass die Klimakatastrophe hauptsächlich durch Ungleichheiten verursacht wird, da die am stärksten marginalisierten Länder und Gesellschaften weitaus weniger Emissionen produzieren als wohlhabende Menschen. In Anbetracht dieser Tatsachen bezeichnen Harlan et al. die Klimakatastrophe als eines der überzeugendsten Themen für die Theoretisierung von Ungerechtigkeit und Ungleichheit, da diese Ungleichheiten und Ungerechtigkeiten systematisch erzeugt werden und nicht das Ergebnis von individuellem Handeln sind (2015, 127-128).

Diese Wahrnehmung und zunehmende Popularität und Bedeutung hat in den letzten Jahren zu vielfältigen wissenschaftlichen Publikationen und journalistischen Ausarbeitungen sowie zu weiteren umfassenden Projekten wie dem globalfootprintnetwork, internationalen wissenschaftlichen Gremien wie dem IPCC und entsprechenden Relativierungsbewegungen wie dem NIPCC geführt.

Gerechtigkeitsdebatten

Zunächst konzentrieren wir uns auf Gerechtigkeitsdebatten in philosophischer Hinsicht, um unsere Konzepte von justice, equality, equity und fairness.⁶

Das Konzept von Equality und Justice wurde von Cook & Hegtvedt (1983) und Preisendörfer (2014) in ihren jeweiligen Arbeiten untersucht. Cook & Hegtvedt konzentrieren sich in erster Linie auf Tauschtransaktionen, und ihre Vorstellung von Gleichheit basiert auf dem Nutzen, den jeder Akteur aus dem Austausch zieht. Sie betrachten einen Austausch als gleich, wenn alle beteiligten Akteure gleichermaßen profitieren, und Ungleichheit liegt vor, wenn das Verhältnis von Geben und Nehmen zwischen den Akteuren variiert (1983, 218).

Preisendörfer hingegen untersucht den Begriff von Injustice und versucht, ihn von Inequality abzugrenzen, die oft synonym verwendet werden. Er versucht, durch empirische Überlegungen Faktoren zu identifizieren, die einen Übergang von Inequality zu Injustice markieren könnten (2014, 34-35). Preisendörfer stützt sich auf David Schlosbergs trivalentes Paket, das "Justice als Verteilung", "Justice als Teilhabe" und "Justice als Anerkennung" umfasst. Die erste Komponente betrachtet Justice im Sinne von Verteilung, die zweite beinhaltet die Frage nach gerechten Verfahren und Partizipationsmöglichkeiten, während die dritte Mindeststandards der Menschenwürde, die Achtung der individuellen, sozialen und kulturellen Integrität und den Schutz vor Missachtung und Diskriminierung anspricht (Preisendörfer 2014, 33). Preisendörfers empirische Gerechtigkeitsforschung versucht, Faktoren zu identifizieren, die Inequality von Injustice unterscheiden, und die skizzierten Faktoren dienen als Indikatoren aber nicht definitive Übergänge. Durch die Analyse dieser Faktoren ist es möglich, Ungerechtigkeiten zu identifizieren und Strategien zu entwickeln, um solche Situationen zu korrigieren.

Preisendörfer skizziert mehrere Faktoren, die den Übergang von Inequality zu Injustice erleichtern (2014, 35-40):

1. Deutlich ausgeprägte sozialräumliche Inequality bei den Umweltbelastungen
2. Umweltbelastungen über das zumutbare Maß hinaus
3. Kumulierung von Nachteilen
4. Beeinträchtigung des subjektiven Wohlbefindens
5. Disaggregation von Verursachern/Nutznießern und Betroffenen
6. Freiwilligkeit und Möglichkeiten der Umgehung
7. Mitwirkungs- und Mitbestimmungsmöglichkeiten

Mathematische Modellbildung in Gerechtigkeitsdebatten

Politische Fragestellungen in der modernen Welt werden immer komplexer und beziehen sich auf verschiedene, auch mathematische Disziplinen (vgl. Goldenhaus et al. 2021, 5-6; Lauß 116-117). Eine Auseinandersetzung mit mathematischen Modellen in der politischen Bildung ist daher unumgänglich, um darauf basierende Entscheidungsprozesse zu ermöglichen bzw. zu verstehen. Dies ist zum einen wichtig, um selbst Entscheidungen treffen oder Entscheidungen anderer verstehen zu können, und zum anderen, um die Gültigkeit und Verlässlichkeit der Modelle, auf denen die Entscheidungen beruhen, beurteilen

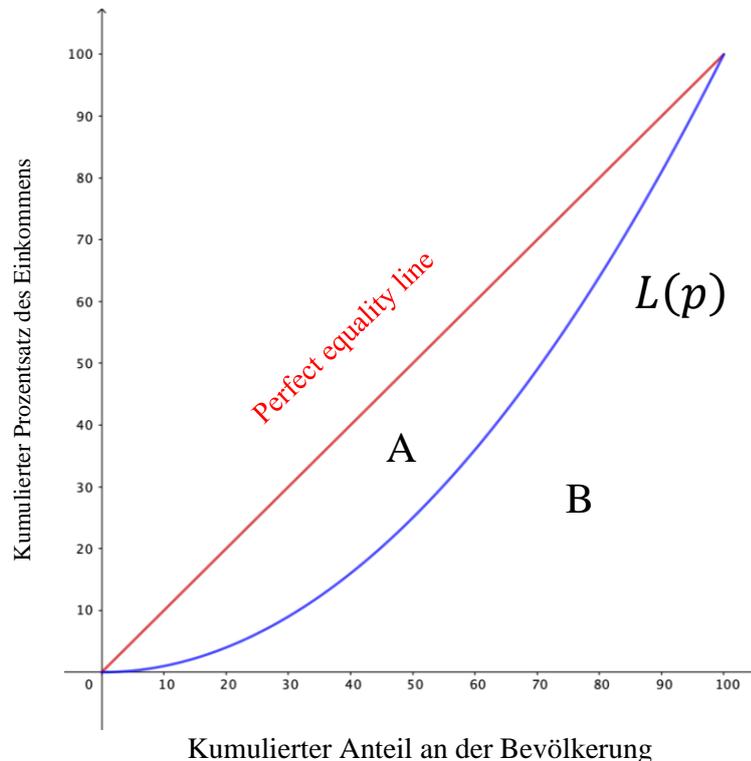
⁶ In diesem Text werden anstelle der deutschen binären Unterscheidung von Gleichheit und Gerechtigkeit die englischsprachigen, dreigeteilten Äquivalente von Equality, Equity, Justice und insbesondere auch der Begriff von Climate Justice verwendet, da im Rahmen des Projektes auch diese Begriffe genutzt wurden und so eine auch in der Übersetzung stattfindende Nutzung dieser Begriffe sinnvoll erscheint.

zu können (Gildenhaus et al. 2021, 6). Ein Modell wird hier als eine Transformation eines Systems bezeichnet, “usually a simplification, which is supposed to help in generating knowledge about the studied system. In practice, to answer a question relating to a system, one tries to build up a model which is easier, safer, and quicker to study than the system itself. Models are thus used for answering questions or exploring facts, guided by research questions. Models always have a descriptive function, but they can also contain statements about what an individual should do. If this is the case, models are referred to as prescriptive, or normative. Depending on the case, a model can thus have descriptive, normative or prescriptive uses.” (Gildenhaus et al. 2021, 7). Bei der Beschäftigung mit politischen Problemen, die auf mathematischen Modellen basieren, ist es einerseits wichtig, den mathematischen Hintergrund zu kennen und zu verstehen. Normative Modelle erfordern aber auch eine politische Analyse, um politische Handlungsmöglichkeiten und Urteile innerhalb dieses Systems erkennen zu können (Gildenhaus et. al. 2021, 10). Ein Beispiel für ein politisches Problem, das in unterschiedlichen Perspektiven auch auf mathematisch-deskriptive und normative Modelle verweist, ist die Klimakatastrophe, ein anderes könnten Justicedebatten sein. Deskriptive Modelle zum Thema Klimakatastrophe finden sich z.B. auf der Website des [globalfootprintnetwork](https://www.globalfootprintnetwork.org/).

Um sich dieses Modell der normativen Aspekte und Schlussfolgerungen für politische und gesellschaftliche Entscheidungen bewusst zu machen, muss dieses Modell z.B. hinsichtlich Ursachen, Folgen und mögliche Veränderungsmaßnahmen analysiert werden.

Ein weiteres Thema, das mit mathematischen Modellen beschrieben werden kann, ist eine Justicedebatte. Der Gini-Koeffizient kann als Beispiel für ein mathematisches Modell dienen, das vor allem sozioökonomische Inequality innerhalb einer Gesellschaft (aber auch jede andere Größenverteilung in Datensätzen mit nicht-negativen Größen) beschreibt (Sitthiyot & Holasut 2020, 2).

Abbildung 2
The Gini-index



Der Gini-Index (siehe Abbildung 2) lässt sich aus der Lorenz-Kurve ableiten, die den kumulativen normalisierten Rang des Einkommens auf der x-Achse und das kumulative normalisierte Einkommen auf der y-Achse abbildet. Die ersten 10 % auf der x-Achse stellen die 10 % der Personen mit dem niedrigsten Einkommen dar. Der Index wird berechnet, indem die Fläche zwischen der perfekten Gleichheitslinie und der Lorenzkurve durch die Gesamtfläche unter der Gleichheitslinie geteilt wird. Ein Wert von 0 bedeutet vollkommene Equality, während ein Wert von 1 für maximale Inequality steht (Sitthiyot & Holasut 2020, 2).

Die Verwendung des Gini-Index hat mehrere Vorteile. Erstens fasst er die gesamte Einkommensverteilung in einer einzigen Statistik zusammen und ist daher relativ leicht zu interpretieren. Außerdem ermöglicht er einen einfachen Vergleich zwischen Ländern und Gesellschaften mit sehr unterschiedlichen Bevölkerungsgrößen. Darüber hinaus wird der Gini-Index regelmäßig von verschiedenen Ländern und internationalen Organisationen aktualisiert (Sitthiyot & Holasut 2020, 2).

Der Gini-Index hat jedoch auch seine Grenzen. Ein niedrigerer Gini-Index deutet nicht immer auf eine gleichmäßigere Einkommensverteilung hin, da er wohlfahrtsstaatliche Einrichtungen nicht berücksichtigt. Außerdem reagiert der Gini-Index empfindlicher auf Veränderungen in der Mitte der Einkommensverteilung und weniger empfindlich auf Veränderungen am oberen oder unteren Rand. Sitthiyot & Holasut zufolge bedeutet dies, dass zwei oder mehr Länder denselben Gini-Index haben können, aber eine sehr unterschiedliche Einkommensverteilung aufweisen (2020, 3).

Bei der Analyse dieses Modells und der Diskussion über equal und unequal Verteilungen und deren just oder unjust Auswirkungen können normative Aspekte von Justicedebatten sichtbar gemacht werden.

*Gender*⁷

The Die Frage von Inequality zwischen den Geschlechtern ist im Diskurs über Climate Justice immer wichtiger geworden, wie die United Nations (UN) Women (2022) und der Ausschuss für die Beseitigung der Diskriminierung der Frau (CEDAW) auf ihrer 44. Im Jahr 2009 hat die OEDAW “*expresse[d] its concern about the absence of a gender perspective in [...] global and national policies and initiatives on climate change.*” (OEDAW 2009, 7). Es wird fortgeführt, “[...] that climate change does not affect women and men in the same way and has a gender-differentiated impact. [But] [...] women are not just helpless victims of climate change – they are powerful agents of change and their leadership is critical.” (OEDAW 2009, 7).

Die von Arora-Jonsson (2011) vorgestellten Perspektiven heben zwei Hauptaspekte im Zusammenhang mit Gender und Klimakatastrophe hervor. Erstens sind Frauen im globalen Süden eher von einer Klimakatastrophe betroffen als Männer, und zweitens sind Männer im globalen Norden eher für die Umweltverschmutzung verantwortlich als Frauen. In beiden Fällen sind Frauen in den Entscheidungsgremien weniger stark vertreten.

In neuerer Literatur zum Thema Gender und Klimawandel wird die Notwendigkeit betont, sich auf die Perspektive von Frauen in Bezug auf Climate Justice zu konzentrieren, da sie die Ärmsten der Armen sind (Arora-Jonsson 2011, 745-746), anfälliger für Naturkatastrophen (Arora-Jonsson 2011, 746-747) und umweltbewusster sind und daher in geringerem Ausmaß die Umwelt verschmutzen (Arora-Jonsson 2011, 747-748), aber dennoch weniger Einfluss auf die Einleitung von Veränderungen haben (Arora-Jonsson 2011, 749). Arora-Jonsson warnt jedoch davor, Frauen als homogene Gruppe zu behandeln, da dies dazu führen kann, sie als Leidtragende ihrer marginalen sozialen Position im Vergleich zu Männern darzustellen. Eine solche Darstellung kann ihnen die Handlungsfähigkeit absprechen, ihre Verletzlichkeit als spezifisches Problem ihres Gender konstruieren und Machtungleichgewichte ignorieren, wodurch die Unterschiede zwischen Frauen und Männern als gegeben und unveränderlich angenommen und verfestigt werden. Stattdessen ist es wichtiger, die Konfiguration der sozialen Machtverhältnisse und die Art und Weise, wie sozialen Benachteiligung erzeugt wird, zu verstehen, als die Benachteiligungen von Frauen zu verallgemeinern. In ihrer Argumentation vertritt Arora-Jonsson die Ansicht, dass die Steigerung der Effizienz des Umweltmanagements die aktive Beteiligung von Frauen voraussetzt. Die Einbeziehung von Frauen in Entscheidungsprozesse stärkt sie nicht nur, sondern rückt auch nicht-männliche Perspektiven in den Vordergrund und bereichert so das Umweltmanagement (Arora-Jonsson 2011: 749).

Die Schlussfolgerungen von Arora-Jonsson werden durch die Erklärung des Committee on the Elimination of Discrimination against Women (CEDAW) in dessen Statement zum 44. Treffen bestätigt, welches aussagt dass “gender equality is essential to the successful initiation, implementation, monitoring and evaluation of climate change policies. The committee calls on states parties to include gender equality as an overarching guiding principle in the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) agreement” (CEDAW 2009, 8).

⁷ Der englische Begriff Gender wird im Rahmen des Projekts verwendet, da er auf die soziale Konstruiertheit von Geschlechtern verweist und in Debatten mittlerweile gebräuchlicher ist, als der deutsche Begriff „soziales Geschlecht“.

Decoloniale Perspektiven

Um dekoloniale Perspektiven zu diskutieren, muss man sich zunächst auf einen Kolonialismusbegriff festlegen. Wir folgen hier dem Vorschlag von Osterhammel & Jansen (1995, 18-28).

In der weiteren Diskussion wird Rachel Harnett (2021, 139) gefolgt, welche annimmt, Imperien und Imperialismus ein wesentlicher Faktor für die Entstehung von der Klimakatastrophe sind. Es wird davon ausgegangen, dass moderne Imperien eine bedeutende Rolle bei der Entstehung fossiler Brennstoffe gespielt haben. Darüber hinaus wird argumentiert, dass die Klimakatastrophe bereits bestehende soziale, wirtschaftliche und rassische Ungleichheiten, die im Kolonialismus entstanden sind, neu definiert. Die Klimakrise stellt somit eine neue Form des Imperialismus dar.

Dass die Klimakatastrophe, welche von Harnett (2021, 139) als "single greatest thread to human civilisation" (Harnett 2021, 139) bezeichnet wird, weit weniger Aufmerksamkeit erhält als isolierte Naturkatastrophen, wird mit der "slow-violence theory" (Nixon 2011 in Harnett 2021, 140) erklärt. Diese Theorie geht davon aus, dass punktuelle Katastrophen mit einigen Tausend Todesopfern aufgrund der weniger direkt spürbaren Auswirkungen deutlich mehr Aufmerksamkeit erhalten als Katastrophen über längere Zeiträume mit deutlich höheren Opferzahlen.

Im Durchschnitt sind die Gesellschaften des globalen Nordens in einem wesentlich höheren Ausmaß für die Folgen der und für die Klimakatastrophe verantwortlich, während die Menschen des globalen Südens deren Auswirkungen oft zuerst und stärker spüren. Zusätzlich zu den Auswirkungen der Klimakatastrophe auf ihr unmittelbares Lebensumfeld (wie häufigere Krankheitswellen, steigende Meeresspiegel und extreme Temperaturen) haben diese Gesellschaften weitere Nachteile, die oft aus ihrer früheren kolonialen Vergangenheit resultieren. Sie sind weniger industrialisiert und haben Mühe, mit den früher kolonialisierenden Wirtschaften und Gesellschaften in Ressourcenfragen mitzuhalten. Darüber hinaus werden diese Länder durch Klimaschutzmaßnahmen oft weiter benachteiligt, da es für diese Industrien oft schwieriger ist, die Maßnahmen von stärker industrialisierten Gesellschaften umzusetzen (Harnett 2021, 139-146). Dies bezeichnet Harnett (2021, 146) als "green neocolonialism" oder „Grünen Neokolonialismus“.

Generationenfragen

Die Veränderung des Konsumverhaltens ging einher mit einer Verlagerung von einem Konsum motiviert durch die Frage nach prekärem Überleben hin zu wachsendem Wohlstand (Dirpose et al. 2021, 103-106). Diese Veränderungen haben zu einer weniger nachhaltigen Produktions- und Konsumweise geführt, was zu generationellen und regionalen Konflikten führt (Dirpose et al. 2021, 107). Trotz des gestiegenen Bewusstseins der jüngeren Generationen für Fragen des Klimawandels greifen sie häufiger zu kurzlebigen oder luxuriösen Produkten und erwecken bei älteren Generationen den Eindruck, keinen nachhaltigen Lebensstil zu führen (Dirpose et al. 2021, 109-114). Diese Unterschiede in den Beobachtungen zum Konsumverhalten sind auch zwischen Stadt- und Landbevölkerung angenommen, wobei letztere den Stadtbewohner*innen mitunter nachsagen, keine verantwortungsvolleren und gesünderen Konsumgewohnheiten anzunehmen (Dirpose et al. 2021, 115-117).

Individuelle und Systemische Fragen

Das Phänomen der Klimakatastrophe stellt uns vor eine noch nie dagewesene Herausforderung. Unser kollektiver Beitrag zu diesem komplexen Thema betrifft uns alle, doch die Zuweisung von Verantwortung für die daraus resultierenden Todesfälle ist auf individueller Ebene schwierig, wenn nicht gar unmöglich (Dale 2015, 23-24). Bei der Diskussion verschiedener Verantwortungskonzepte wie kausaler, moralischer und rechtlicher Verantwortung kommt Dale zu dem Schluss, dass diese Konzepte aus verschiedenen Gründen kaum geeignet sind, das Handeln und die Verantwortung zu Handeln in der Klimakatastrophe zu beschreiben oder anzuleiten (Dale 2015, 23-38). Dies führt für ihn zur Schlussfolgerung einer „intervention responsibility“, um der Klimakatastrophe in globalem Maßstab mit Konzepten von Verantwortung begegnen zu können (2015, 38). Diese Idee beinhaltet ein zukunftsorientiertes Konzept, das uns darauf verweist, was Handlungsoptionen im globalen oder lokalen System von verschiedenen Akteuren, die Dale als "agents" bezeichnet, sind, und nicht, was diese „agents“ bisher getan haben. Diese Akteure agieren auf verschiedenen Ebenen des Systems und verfügen über ein unterschiedliches Maß an Macht und Ressourcen, um einen Wandel herbeizuführen, wie z. B. eine Einzelperson, die auf anderen Ebenen mit anderen Optionen und Ressourcen handeln kann als staatliche Akteure. Dale identifiziert vier verschiedene "families" von "agents" (jedes Individuum in einer „family“) in Bezug auf die Klimakatastrophe (Dale 2015, 38-41): internationale Organisationen und Regime, Nationen und andere Rechtssysteme, Individuen und Unternehmen. Jeder „agent“ und jede „family“ hat die Möglichkeit, in die Klimakatastrophe unterschiedlich einzugreifen (Dale 2015, 38).

Didaktische Ansätze zur Lehre von Klimagerechtigkeit

Das hier entwickelte Lehr- und Lernmodul orientiert sich an dem von Georg Lauß (2022) entwickelten Ansatz Social Science Issues (SSI). Er geht davon aus, dass sich aktuelle politische Diskurse zunehmend auf wissenschaftliche Erkenntnisse beziehen, was ein grundlegendes Verständnis wissenschaftlicher Methoden und Begriffe bei den Teilnehmenden voraussetzt, um sinnvolle Diskussionen führen zu können (vgl. Lauß 116-117, aber auch Gildenhaus et al. 2021, 5-6;). Hier setzt diese Macromethode an: Der SSI-Ansatz erweitert den Rahmen der politischen Bildung, indem er wissenschaftliche Fragen und ihre Verflechtung mit ethischen, moralischen und politischen Dimensionen miteinbezieht. Das Hauptziel ist die Förderung eines kritischen Bewusstseins auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse, wobei aktuelle Kontroversen als Ausgangspunkt für das Lernen dienen. Der Ansatz basiert auf forschendem Lernen und möglichst eigenem Erkenntnisgewinn durch den*die Lernende*n, welcher die Lernenden dazu befähigt, ein Verständnis für komplexe Probleme zu entwickeln, mehrere Lösungsmöglichkeiten zu finden, ihre Standpunkte zu begründen und die Auswirkungen dieser Lösungen auf unterschiedliche Gruppen zu bewerten (Lauss 2022, 117-118).

Zur Operationalisierung des SSI-Ansatzes im Bereich der politischen Bildung schlägt Lauß eine sechsstufige Makromethode vor (Lauss 2022, 118-120), die aus folgenden Schritten besteht:

- 1) Der Fall wird vorgestellt (idealerweise ohne Erkenntnisse vorwegzunehmen; z.B. durch Zeitungsartikel, Nachrichten, ...)
- 2) Stellen von kontroversiellen Fragen (durch die Lehrkraft; Lernende werden dazu eingeladen, Vorwissen und eigene Positionen beizutragen, Fehlvorstellungen werden identifiziert)

- 3) Naturwissenschaftliche Theorien, Konzepte und Resultate mit Bezug auf den Konflikt einführen (Lehrervortrag ist hier im Vordergrund)
- 4) Elemente des forschenden Lernens (Lernende erheben selbst Daten; z.B. Recherche von Feinstaubgrenzwerten an bestimmten Orten)
- 5) Diskussion sozialer und ethischer Konfliktdimensionen (Welche Bevölkerungsgruppen leiden unter dem derzeitigen Problem, wie viele leiden unter einer potenziellen Lösung?)
- 6) Lernprozess reflektierende Entscheidungsfindung (Bewertung der Relevanz wissenschaftlicher Argumente für die pol. Urteilsfindung)

Ein weiterer wichtiger didaktischer Ansatz dieses Moduls ist das "Historische und politische Lernen mit Konzepten" (Hellmuth & Kühberger, 2016), das die Bedeutung der Verwendung von Konzepten zur Strukturierung von Informationen und zur Erleichterung des Lernens historischer und politischer Themen hervorhebt. Die Lernenden werden dazu angeleitet, neu gewonnenen Informationen auf ihren bestehenden, aus ihren Alltagserfahrungen gewonnenen Konzepten aufzubauen und diese an neue Situationen anzupassen. Dieser Ansatz ermöglicht es ihnen, abstrakte historische und politische Sachverhalte besser zu verstehen und die Komplexität der neuen Information zu reduzieren.

Im Einklang mit dem SSI-Ansatz zielt das vorliegende Modul darauf ab, das kritische Bewusstsein der Lernenden zu fördern. Die übergreifende Frage "Ist die Klimakatastrophe fair? / Is climate catastrophe fair?" verlangt von den Lernenden, sich mit naturwissenschaftlichen Konzepten, insbesondere mit denen der mathematischen Modellierung, auseinanderzusetzen, die mit der Klimakatastrophe und ihren Ursachen zusammenhängen. Darüber hinaus spricht die Frage philosophische Begriffe wie Equality, Equity und Justice an, die sich auf Konzepte der Gerechtigkeit beziehen, sowie Ansätze der politischen Bildung, die das Problem der Klimakatastrophe und Fragen zu Gerechtigkeit in der Klimakatastrophe im globalen politischen System thematisieren. Diese Themen und die dazugehörigen Leitideen stehen im Mittelpunkt des Moduls, das damit Perspektiven der Politikwissenschaft, der Philosophie, der Mathematik und weiterer verbindet.

Das Modul ist vollständig durch diesen Ansatz strukturiert. Zunächst wird das Thema Climate Justice durch einen journalistischen Artikel eingeführt und damit erste Assoziationen zu diesem Thema und seinen Begriffen geweckt, die in der Klasse gesammelt und diskutiert werden. Anschließend werden zu verschiedenen Unterthemen (Gerechtigkeit, mathematische Modelle, Nachhaltigkeit, Gender und Klimakatastrophe, ...) kontroverse Fragen gestellt (z.B. ob sie die Klimakatastrophe für gerecht halten oder welche Probleme der ungleichen Verteilung von Ursache und Wirkung der Klimakatastrophe zugrunde liegen), um die Lernenden zur Perspektivenübernahme und zur kritischen Auseinandersetzung anzuregen. In einem dritten Schritt werden wissenschaftliche Theorien zu verschiedenen Unterthemen vorgestellt, die die Lernenden in einem vierten Schritt selbst auf die vorgestellten Fälle anwenden sollen, um selbstständig relevante Daten zu finden (z.B. durch die Beschäftigung mit der Website des global-footprintnetwork). Anschließend werden Argumente zu den sozialen und ethischen Dimensionen des Problems diskutiert, z.B. anhand von Konzepten der Verantwortung, bevor in einem letzten Schritt, spätestens am Ende des Seminars, in der Regel am Ende der Hauptthemen, reflektierende Fragen und Entscheidungen zum Thema unter Einbeziehung der neu erlernten wissenschaftlichen Theorie geübt und beantwortet werden.

Lernziele

Angelehnt an den "Referenzrahmen für Kompetenzen für eine demokratische Kultur" des Europarats (2018) und abgestimmt auf die Ziele dieses Moduls, wird der erfolgreiche Abschluss dieses Moduls die Studierenden befähigen, Folgendes zu erreichen:

- # 36 Diskutiert, was getan werden kann, um die Gemeinschaft zu einem besseren Ort zu machen.
- # 38 Ergreift Maßnahmen, um sich über bürgerliche Themen zu informieren.
- # 62 Kann die zuverlässigsten Informationsquellen oder Ratschläge aus dem verfügbaren Angebot auswählen.
- # 69 Kann explizite und spezifizierbare Kriterien, Prinzipien oder Werte anwenden, um sich ein Urteil zu bilden.
- # 121 Kann die Auswirkungen der Gesellschaft auf die Natur beurteilen, z. B. in Bezug auf Bevölkerungswachstum Bevölkerungswachstum, Bevölkerungsentwicklung, Ressourcenverbrauch.
- # 122 Kann kritisch über die mit Umweltschäden verbundenen Risiken nachdenken.
- # 1140 Kann explizite und spezifizierbare Kriterien, Prinzipien oder Werte verwenden, um Urteile zu fällen.
- # 2028 Kann kritisch über die Zusammenhänge zwischen wirtschaftlichen, sozialen, politischen und umweltbezogenen Prozessen mentalen Prozessen reflektieren.
- # 2059 Kann erklären, welche Auswirkungen persönliche Entscheidungen, politisches Handeln und Konsummuster in anderen Teilen der Welt haben können.

Abschlussleistung und ECTS-Umfang

Dieses Modul wurde unter Berücksichtigung der Anforderungen des Abschnitts "UF GP 08 Sozialkunde und Politische Bildung 2" im Curriculum für das Lehramt des Unterrichtsfaches Geschichte, Politische Bildung im Bachelorstudium der Universität Wien erstellt. Dieser Abschnitt entspricht einem Umfang von 4 ECTS-Credits.

Als Beurteilung der Lehrveranstaltung wird empfohlen, parallel zur Seminarteilnahme ein Lerntagebuch zu führen. Ein Lerntagebuch ist einerseits ein Instrument zur Erfassung der Ergebnisse eines Lernprozesses und kann zur Beurteilung durch den*die Lehrende*n herangezogen werden, andererseits liegt der Fokus auf einem Reflexionsprozess über den Wissenszuwachs durch den/die Lernende/n selbst. Die explizite Gestaltung kann variieren (Forum Umweltbildung).

Zusammenfassende Bemerkungen

Um aktuelle politische Probleme zu verstehen und zu bewerten, ist Wissen aus verschiedenen Disziplinen erforderlich (vgl. Gildenhaus et al. 2021, 5-6; Lauß 116-117). Dazu gehören ökonomische, ökologische, mathematische und viele andere Disziplinen. Die Klimakatastrophe ist ein solches Problem, dessen Lösung in Demokratien politisches Urteilsvermögen und politisches Engagement erfordert. Aufgrund der aktuellen Relevanz und Aufmerksamkeit ist es daher sinnvoll, sich mit Fragen von Justice in der Klimakatastrophe zu befassen, um den Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in verschiedenen

Teilthemen zu vermitteln. Dieses Modul ist eine Anregung, ein Seminar für angehende Lehrkräfte durchzuführen, um sie in die Lage zu versetzen, diese Themen selbst an Schulen zu unterrichten. Neben umfangreichen wissenschaftlichen Beiträgen zu verschiedenen Teilthemen wird die Relevanz dieses Themas in der Öffentlichkeit anhand von journalistischen und anderen Quellen aufgezeigt und eine Analyse dieser Quellen bis hin zur Entscheidungsfindung auf Basis dieser Quellen geübt. Das Lernatagebuch kann zur Reflexion des eigenen Lernprozesses für die eigene zukünftige Lehre genutzt werden, was die Ergebnisse des Seminars sichern und den Studierenden den Wiedereinstieg erleichtern soll.

Leseliste

Anbei befinden sich die Texte und weitere Quellen, welche im Laufe der Erarbeitung des Moduls von Studierenden gelesen oder anders angeeignet werden sollten und zur Erarbeitung der Inhalte des Moduls dienen:

Textressourcen:

- Arora-Jonsson, S. (2011). *Virtue and vulnerability: Discourses in woman, gender and climate change*. In: *Global Environmental Change* 21. (pp. 744-751).
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.005>
- Columbia Climate School (2022). *Colonialism Distorts the Quest to Save Heritage Threatened by Climate Change, Say Researchers*. State of the Planet.
<https://news.climate.columbia.edu/2022/02/14/colonialism-distorts-the-quest-to-save-heritage-threatened-by-climate-change-say-researchers/>
- DEUTSCHE PRESSE-AGENTUR – DPA (03.07.2022). *Italy's Verona, Pisa limit water Supplies amid drought*. Daily Sabah.
<https://www.dailysabah.com/world/europe/italys-verona-pisa-limit-water-supplies-amid-drought>
- Diprose, K. et. al. (2021). *Intergenerational Perspectives on Sustainable Consumption*. In: *Climate Change, Consumption and Intergenerational Justice. Lived Experiences in China, Uganda and the UK*. Bristol. (pp. 103-127.)
- Heggie, J. (18.06.2020). *The Leaky Boot: Where is Italy's Water Going?* National Geographic.
<https://www.nationalgeographic.com/science/article/partner-content-the-leaky-boot-italy>
- IPCC (2018). *Summary for policymakers*. IPCC: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>
- IPCC (2023). *Summary for policymakers*. IPCC. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf
- Jamieson, D. (2015). *Responsibility and Climate Change*. In: *Global Justice. Theory Practice Rhetoric*. Vol. 8 (2). (pp. 23-43). <https://doi.org/10.21248/gjn.8.2.86>
- Middlehurst, M. & T. Eisen (5.5.2021). *Climate justice and gender justice. an essential pairing to get resilience right*. NDI. <https://www.ndi.org/our-stories/climate-justice-and-gender-justice-essential-pairing-get-resilience-right>
- Milken Institute School of Public Health (2020): *Equity vs. Equality: What's the Difference?* Milken Institute School of Public Health. <https://onlinepublichealth.gwu.edu/resources/equity-vs-equality/>
- Mooney, C. (5.2.2015). *Why climate change is really, really unfair*. Washington Post.
<https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2016/02/05/why-climate-change-is-really-really-unfair/>

NIPCC (2021). *Climate change reconsidered II. Fossil fuels. Summary for policymakers.*
<http://climatechangereconsidered.org/wp-content/uploads/2018/12/Summary-for-Policymakers-Final.pdf>

Perez, C. S. (2020). *Poems.* ETropic: Electronic Journal of Studies in the Tropics, 19(1).
<https://doi.org/10.25120/etropic.19.1.2020.3676>

Shams, E. (2022). *Carbon colonialism: how the Global North are hiding their carbon emissions.* Palatinate. <https://www.palatinat.org.uk/carbon-colonialism-how-the-global-north-are-hiding-their-carbon-emissions/>

Uzoma, P. (not available). *Colonialism and Climate Change.* University of Washington.
<https://uw.pressbooks.pub/121climatejustice/chapter/colonialism-and-climate-change/>

Andere Ressourcen:

Chang, A. (2017). *The life cycle of a t-shirt.* TED-Ed.
https://www.youtube.com/watch?v=BiSYoeqb_VY

Common Sense Education (10.08.2018). *Rings of Responsibility.* Common Sense Education.
https://www.youtube.com/watch?v=fQSnrB5bso&ab_channel=CommonSenseEducation

Oliver, J. (06.03.2028) *Wake up! (spoken word poetry).* TEDx Talks.
https://www.youtube.com/watch?v=04rfgNvvXz8&ab_channel=TEDxTalks

Preshoff, K. (2018). *What's a smartphone made of?.* TED-Ed.
<https://www.youtube.com/watch?v=eIdJ22AfsO8>

Solli, R. (14.08.2018): *We can be more.* TEDx Talks.
https://www.youtube.com/watch?v=lm0r3yFh0zU&ab_channel=TEDxTalks

KAPITEL 4

Interdisziplinäre politische Bildung

Bastian Vajen

Institut für Didaktik der Demokratie, Leibniz Universität Hannover, Hannover, Germany

Einleitung

Das Ziel dieser Veranstaltung ist die Vermittlung unterschiedlicher interdisziplinärer Perspektiven auf die politische Bildung und die Verbindung des Politikunterrichts mit anderen Fächern. Hierzu erhalten die Studierenden zunächst eine kurze Einführung in die politische Bildung und die in diesem Kontext diskutierten Kompetenzen und Konzepte sowie den Ansatz der politischen Bildung als Schulprinzip. Im Anschluss daran erarbeiten die Studierenden Ansätze, die politische Bildung mit anderen Fächern wie Geografie, Geschichte, Physik oder Mathematik verbinden. Hierbei erfolgt eine Schwerpunktsetzung auf den Mathematikunterricht. Die abschließende Aufgabe des Seminars beinhaltet die Erarbeitung eigener Ideen und Unterrichtskonzepte, bei denen die Inhalte und Kompetenzen der Politikdidaktik mit denen anderer Fächer verbunden werden, durch die Studierenden.

Die Zielgruppe dieser Veranstaltung sind Studierende, die im besten Fall bereits eine Einführung in die politische Bildung oder einen ähnlichen Kurs besucht haben. Eine Teilnahme ohne Vorkenntnisse ist jedoch durch die ersten drei einführenden Sitzungen ebenfalls möglich. Jede Sitzung ist auf 90 Minuten ausgelegt.

An der Leibniz Universität Hannover wurde diese Veranstaltung für Studierende konzipiert, die Politikwissenschaften im Bachelor studieren und mit ihrem Masterabschluss eine Qualifikation für das Lehramt anstreben. Sie ist dabei in das Einführungsmodul für politische Bildung integriert, das aus zwei Seminaren besteht. Das erste Seminar bietet eine allgemeine Einführung in die politische Bildung und wird in der Regel im dritten Semester belegt, während das zweite Seminar als vertiefende Veranstaltung fungiert und einen detaillierten Einblick in ausgewählte Themengebiete bietet. Die Studierenden können hier beispielsweise Seminare zu interdisziplinärer politischer Bildung, Bildung für nachhaltige Entwicklung oder nonformaler politischer Bildung besuchen. Um das Modul zu bestehen, müssen die Studierenden beide Seminare besuchen und am Ende des ersten oder zweiten Seminars eine Hausarbeit einreichen sowie in beiden Veranstaltungen eine Studienleistung ablegen. Hierfür erhielten sie insgesamt zehn ECTS-Punkte. Die Durchführung dieser Veranstaltung als eigenständiger Kurs würde dabei etwa fünf bis sieben ECTS-Punkten entsprechen, je nach Arbeitsaufwand für die Abschlussprüfung.

Die Ziele dieses Kurses sind die folgenden: Die Studierenden sollen (a) einen Einblick in die Grundlagen politischer Bildung erhalten, (b) politische Bildung als gesamtschulischen Ansatz kennenlernen, (c) einen Einblick in fächerübergreifende politische Bildung und die hiermit verbundenen Potenziale und Grenzen erhalten, (d) ein Verständnis für die Grundlagen der Mathematikdidaktik und der

mathematischen Modellierung gewinnen, (e) praktische Umsetzungsmöglichkeiten für interdisziplinäre politische Bildungsprozesse erarbeiten können.

Lehrmethoden und Aktivitäten

Obwohl in dieser Veranstaltung unterschiedliche Lehr- und Lernmethoden angewandt werden, ist jede Sitzung ähnlich strukturiert, indem sie mit einer Diskussion der Pflichtlektüre beginnt, die in eine (Gruppen-)Arbeitsphase überleitet und mit einer Diskussion der Ergebnisse endet. Im Rahmen dieser Veranstaltung werden die Studierenden in der Regel gebeten, einen oder mehrere Texte für jede Sitzung vorzubereiten, indem sie diese lesen und während des Leseprozesses Kommentare, Fragen oder Feedback notieren. Zusätzlich erhalten die Studierenden zu jeder Sitzung eine Leitfrage oder eine Aufgabe zu den Texten, die vor dem Beginn jeder Sitzung bearbeitet werden müssen. Dies soll sicherstellen, dass alle Studierende mit dem Inhalt des Textes bis zu einem gewissen Grad vertraut sind. Hieran anschließend beginnt jede Sitzung mit der Besprechung der jeweiligen Texte, wobei entweder die Studierenden oder der Dozent den Prozess mit Fragen oder Kommentaren zu bestimmten Elementen einleiten können.

Ziel dieser ersten Phase ist es, Missverständnisse auszuräumen, Zusammenhänge aufzuzeigen und Theorien zu erläutern, die den Studierenden möglicherweise nicht bekannt sind, die zentrale Aussage des Textes zu verdeutlichen und unterschiedliche Meinungen über den Text und seine Vorzüge zu diskutieren. Auf diese Anfangsphase folgt dann eine Aufgabe, die die Studierenden während der Sitzung bearbeiten sollen und die auf ein tieferes Verständnis der Sitzungsthemen und der Texte abzielt. Diese Aufgaben werden in der Regel in Gruppen bearbeitet und können verschiedene Methoden beinhalten, wie z. B. Concept Mapping, Prioritätsspiele oder Unterrichtsplanung. Nach Beendigung der Aufgabe werden die Studierenden dann gebeten, ihre Ergebnisse zu vergleichen, zu diskutieren und sie mit dem Thema der Sitzung, den Texten und - wenn möglich – den übergeordneten Themen der Veranstaltung in Verbindung zu bringen.

Ziel dieses Prozesses ist es, ein tieferes Verständnis für die Literatur und damit für die Themen des Kurses zu ermöglichen und gleichzeitig alle Studierenden zu einer aktiven Teilnahme zu ermutigen.

Anforderungen, Lehrplan und Bewertung

Die Lehrveranstaltung ist als Teil des Bachelor-Studiengangs für Studierende der Politikwissenschaft konzipiert, die einen Master of Education und somit eine Befähigung zum Lehramt anstreben. Da die Leibniz Universität Hannover verschiedene Arten von Lehramtsstudiengängen anbietet, ist diese Veranstaltung für gewöhnlich für angehende Lehrkräfte der allgemeinen Bildung, der beruflichen Bildung und der Sonderpädagogik geöffnet. Wie bereits erwähnt werden den Modulanforderungen entsprechend in dieser Lehrveranstaltung zwei Arten von Prüfungen durchgeführt. Um den Kurs zu bestehen, müssen die Studierenden wöchentlich eine Frage beantworten oder Aufgabe bearbeiten, die sich auf die entsprechende Sitzungslektüre bezieht. Eine erfolgreiche Bearbeitung führt zur Ausstellung der Studienleistung, die die erfolgreiche Teilnahme an dem Seminar bestätigt. Diese ist notwendig, um die 10 ECTS-Punkte für das in der Einleitung beschriebene Einführungsmodul zu erhalten.

Für die Benotung werden die Studierenden gebeten, eine Hausarbeit (10-12 Seiten) zum Ende des Semesters anzufertigen. Die Studierenden können ihr Thema und ihre Fragestellung frei wählen, solange

sie einen Bezug zu den in diesem Kurs behandelten Themengebieten hat. Die Wahl der Prüfungsmethode liegt in der Regel in der Verantwortung der Dozierenden und auch andere Prüfungsformen, wie eine mündliche oder eine schriftliche Prüfung, sind für diese Art von geeignet.

Ablaufplan und Literatur

01 Einführung und Organisatorisches

-

02 Einführung in die (Geschichte der) politische(n) Bildung

Bremer, H. & Gerdes, J. (2012). Politische Bildung. In U. Bauer, U. H. Bittlingmayer & A. Scherr (Hrsg.), *Handbuch Bildungs- und Erziehungssoziologie* (S. 683–701). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18944-4_41

Sander, W. (2014). Geschichte der politischen Bildung. In W. Sander (Hrsg.), *Handbuch politische Bildung* (S. 15-30). Wochenschau Verlag.

03 Ziel politischer Bildung und Kompetenzen

Detjen, J., Kuhn, H.-W., Massing, P., Richter, D., Sander, W. & Weißeno, G. (2004). *Anforderung an nationale Bildungsstandards für den Fachunterricht in der politischen Bildung an Schulen*. Wochenschau Verlag.

Goll, T. (2021). Mündige Bürger/-innen als Ziel der Politikdidaktik. In G. Weißeno & B. Ziegler (Hrsg.), *Handbuch Geschichts- und Politikdidaktik* (S. 1–14). Springer Fachmedien Wiesbaden

04 Demokratiebildung als Schulaufgabe

Reinhardt, V. (2010). Kriterien für eine demokratische Schulqualität. In D. Lange & G. Himmelmann (Eds.), *Demokratiedidaktik: Impulse für die politische Bildung* (pp. 86–102). VS Verlag.

Sliwka, A., & Nguyen, T. L. (2020). Demokratiepädagogik in der Schule. In P. Bollweg, J. Buchna, T. Coelen, & H.-U. Otto (Eds.), *Handbuch Ganztagsbildung* (pp. 1247–1259). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23230-6_92

05 Interdisziplinäre politische Bildung – Möglichkeiten und Grenzen

Sander, W. (1987). Politische Bildung als Unterrichtsprinzip. In V. Nitzschke & F. Sandmann (Eds.), *Metzler Handbuch für den politischen Unterricht* (pp. 78–85). Metzler

06 Interdisziplinäre politische Bildung – Gesellschaftslehre

Busch, M., Dittgen, M. W., & Mönter, L. O. (2020). Das Integrationsfach Gesellschaftslehre in der Praxis. Professionalisierung, Fachkultur und Entwicklungspotenziale aus der Lehrendenperspektive. *zeitschrift für didaktik der gesellschaftswissenschaften*, 11(2), 54-71.

07 Interdisziplinäre politische Bildung – Weitere Fächer

Rückl, M. (2020). „Mehrsprachige Handlungskompetenz“ und „interkulturelle Bildung“ als Leitziele eines demokratiefördernden Fremdsprachenunterrichts. In H. Ammerer, M. Geelhaar, R. Palmstorfer, & :null (Eds.), *Demokratie lernen in der Schule. Politische Bildung als Aufgabe für alle Unterrichtsfächer* (pp. 117–130). Waxmann.

08 Einführung in die Mathematikdidaktik – Prinzipien und Kompetenzen

Ernest, P. (2018). The Philosophy of Mathematics Education: An Overview. In P. Ernest (Ed.), *The Philosophy of Mathematics Education Today* (pp. 13–38). Springer International Publishing.

Reiss, K., & Hammer, C. (2021). *Grundlagen der Mathematikdidaktik*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-65429-0>

09 Einführung in die Mathematikdidaktik – Modellierungen

Leiß, D. & Blum, W. (2010). Beschreibung zentraler mathematischer Kompetenzen. In W. Blum, C. Dürke-Noe, R. Hartung & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret* (S. 33–50). Cornelsen Verlag Scriptor.

10 Normative Modellierungen

Pohlkamp, S. (2020). Macht durch Mathematik – Lernziele zu einem erweiterten Modellierungsbegriff. In: H.-S. Siller, W. Weigel & J. F. Wörler (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2020*. Münster: WTM-Verlag, S. 721-724.

Pohlkamp, S. & Heitzer, J. (2020). Sitzverteilungsverfahren als Beispiel normativer Modellierung par excellence. *MNU-Journal*(03), 217–221

Vajen, B., Gildehaus, L., Liebendörfer, M. & Wolf, C. (2021). Mathematisierung als Herausforderung für die politische Bildung. In S. Kenner & T. Oeftering (Hrsg.), *Standortbestimmung Politische Bildung: Gesellschaftspolitische Herausforderungen, Zivilgesellschaft und das vermeintliche Neutralitätsgebot* (S. 188–200). Wochenschau Verlag.

Weiterführende Literatur

Maass, K., Artigue, M., Burkhardt, H., Doorman, M., English, L. D., Geiger, V., Krainer, K., Potari, D., & Schoenfeld, A. (2022). Mathematical modelling – a key to citizenship education. In N. Buchholtz, B. Schwarz, & K. Vorhölter (Eds.), *Initiationen mathematikdidaktischer Forschung* (pp. 31–50). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-36766-4_2

11 Praktische Beispiele – Unterrichtseinheiten I

Weiterführende Literatur

Barwell, R. (2013). The mathematical formatting of climate change: critical mathematics education and post-normal science. *Research in Mathematics Education*, 15(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/14794802.2012.756633>

12 Praktische Beispiele – Unterrichtseinheiten II

Weiterführende Literatur

Barwell, R. (2013). The mathematical formatting of climate change: critical mathematics education and post-normal science. *Research in Mathematics Education*, 15(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/14794802.2012.756633>

13 Fazit und Evaluation

Inhalte und Anliegen

Das Anliegen dieser Veranstaltung ist es, den Studierenden Zugänge zu politischer Bildung in anderen Fächern aufzuzeigen. Die Veranstaltung ist dabei so konzipiert, dass er auch von Studierenden belegt werden kann, die bisher noch keine Veranstaltung zur politischen Bildung besucht haben. Durch das zugrundeliegende Projekt – CiviMatics – nimmt der Mathematikunterricht im Verlaufsplan der Veranstaltung eine besondere Rolle ein. Der Ablaufplan und die Gestaltung der Seminarsitzungen sind dabei jedoch als Vorschlag zu verstehen, die in Abhängig von den die Veranstaltung besuchenden Studierenden abgeändert werden können.

Die ersten beiden inhaltlichen Sitzungen sind als Einführung in die politische Bildung konzipiert, bei der die Studierenden mit zentralen Ideen und Konzepten der Politikdidaktik vertraut gemacht werden sollen. Für Studierende, die bereits eine Einführung in die Politikdidaktik besucht haben, dienen diese Sitzungen als Wiederholung. Hinsichtlich der Literatur bieten die Texte von Bremer & Gerdes (2012) und Sander (2014) einen guten Überblick über die Geschichte der politischen Bildung und für die Politikdidaktik relevante Diskursstränge. Der Aufsatz von Goll (2021) diskutiert das für die politischen Bildung zentrale Konzept der Mündigkeit, während der Text von Detjen et al. (2004) das erste für die Politikdidaktik entwickelte Kompetenzmodell darstellt. Die hier eingeführten Kompetenzdimensionen haben weiterhin eine Relevanz für den Politikunterricht, sind allerdings ihrer Ausgestaltung in der Vergangenheit kontrovers diskutiert wurden. Ein vertiefter Einblick in die Auseinandersetzung über die zentralen Konzepte und Kompetenzen des Politikunterrichts würde für das Anliegen dieses Kurses zu weit gehen, er kann in Abhängigkeit von dem Vorwissen der Studierenden jedoch relevant sein, im Rahmen der zweiten Sitzung andere Kompetenzmodelle, wie beispielsweise von Detjen et al. (2012), zu behandeln.

Die folgenden zwei Sitzung sind hingegen darauf ausgelegt, den Studierenden einen Einblick in fächerübergreifende Perspektiven auf politische Bildung zu vermitteln. Hierzu erfolgt einerseits eine Behandlung der Demokratiepädagogik bzw. der Demokratiebildung – ohne hier zu sehr auf die mit den Begriffen verbundenen Begriffs- und Abgrenzungsdiskurse einzugehen -, andererseits eine Besprechung der Möglichkeiten und Grenzen von politischer Bildung in- oder mit anderen Fächern. Der Aufsatz von Sander (1987) greift fasst dabei grundsätzliche Perspektiven der politischen Bildung auf das eigene Fach und die Vermittlung politischer Inhalte in anderen Fächern zusammen.

Anschließend werden in den nächsten zwei Sitzungen Verbindungsmöglichkeiten von Politikunterricht mit anderen Fächern aufgezeigt. Für das Land Niedersachsen und den beruflichen Werdegang der Studierenden hat hier das Fach Gesellschaftslehre eine besondere Bedeutung, daher widmet sich eine Sitzung diesem an Gesamtschulen unterrichteten Fach. Anschließend werden Perspektiven aus der Deutschdidaktik und Biologiedidaktik diskutiert. Die Idee ist hierbei, dass die Studierenden schrittweise

von naheliegenden Fächern, wie Geographie oder Geschichte, zu disziplinär weiter entfernten erscheinenden Fächern, wie Biologie, geführt werden, bevor es in der nächsten Sitzung um den Mathematikunterricht geht, der auf den ersten Blick sehr weit weg von politischer Bildung erscheint.

Durch die herausragende Stellung des Mathematikunterrichts für dieses Seminar erfolgt hier, anders als bei den anderen Fächern, eine ausschnittshafte Einführung in die Grundlagen der Mathematikdidaktik. Der Text von Ernest (2018) bietet dabei einen guten Überblick über grundsätzliche Diskurslinien, ist allerdings durch die englische Sprache etwas unzugänglich. Die Auszüge aus dem Buch von Reiss & Hammer (2021) sind hingegen niederschwelliger und praxisorientierter, bilden jedoch nur ausgewählte Aspekte ab. Auch hier sind Entscheidungen hinsichtlich der Pflichtlektüre in Abhängigkeit von der Lerngruppe möglich.

Die hieran anschließenden Sitzungen behandeln dann konkrete das mathematische Modellieren und seine Verbindung mit Aspekten der politischen Bildung. Hierbei wird auch der in diesem Projekt entwickelte normative Modellierungszyklus (Vajen et al., 2021) aufgegriffen, der die Basis für den konkreten Unterrichtsentwurf bildet, die in den folgenden zwei Sitzungen besprochen werden kann. Die praktischen Sitzungen sind für eine vertiefte Arbeit an eigenen Ideen für eine praktische Umsetzung fachverbindender politischer Bildungsprozesse ausgelegt, sie können jedoch auch durch eine kritische Evaluation bestehender Entwürfe – wie der vorgeschlagenen Einheit zur Elektromobilität – durchgeführt werden. Insgesamt sollen die Studierenden zum Abschluss der Veranstaltung einen Einblick in die Grundlagen der Politikdidaktik sowie in Ansätze der fächerverbindenden oder fächerübergreifenden politischen Bildung erhalten und aus dieser Basis eigene Ideen für eine konkrete Umsetzung erarbeiten.

Detaillierte Verlaufspläne

Erste Sitzung

Titel	Einführung und Organisatorisches
Länge	45-60 Minuten
Ziel der Sitzung	<p>In dieser Sitzung sollten die Struktur des Moduls und die Anforderungen an die Studierenden vorgestellt werden.</p> <p>Zum Bestehen des Seminars (Studienleistung) müssen die Studierenden jede Woche eine kurze Antwort (1/2 Seite) auf eine Frage oder Aufgabe einreichen. Das entsprechende Dokument wird eine Woche vor der Sitzung hochgeladen und muss zwei Stunden vor der Sitzung abgegeben werden. Der Inhalt bezieht sich auf die Texte, die die Studierende für die jeweiligen Sitzung lesen sollen.</p> <p>Die Aufgabe für die zweite Sitzung lautet beispielsweise wie folgt:</p> <p><i>Nennen Sie, auf Basis der Texte von Bremer & Gerdes (2012) und Sander (2014), zwei wichtige politikdidaktische Ereignisse oder Streitpunkte und beschreiben Sie deren zentralen Elemente.</i></p> <p>Um dieses Seminar erfolgreich zu bestehen, muss eine fristgerechte Einreichung der Antworten erfolgen. Abweichung sind abhängig von der Prüfungsordnung möglich.</p>

	<p>Die Prüfungsleistung besteht aus einer Hausarbeit (12-15 Seiten), die von den Studierenden am Ende des Semesters eingereicht werden muss. Dabei kann es sich um eine theoretische Arbeit handeln, in der verschiedene didaktische Ansätze verglichen werden, um eine praktische Arbeit, die auf die Entwicklung von Lernmaterialien abzielt, oder um einen Literaturüberblick von Forschungsergebnissen zu einer bestimmten Forschungsfrage. Eine Erhebung von eigenen Daten ist im Kontext dieses Seminars nicht vorgesehen. Die Themen sollten mit dem Inhalt des Kurses in Verbindung stehen. Die Arbeit ist am Ende des Semesters fällig (in Deutschland in der Regel zwei Monate nach Ende des Kurses).</p>
Theoretischer Rahmen	-
Aktivitäten	<p><u>Prüfungs- und Studienleistung (20-30 Minuten)</u></p> <p>Die Erläuterung der Studien- und Prüfungsleistung stellt den Einstieg in das Seminar dar. Es kann von Vorteil sein, bereits mögliche Themen und die Struktur der Hausarbeit sowie die mit den Studienleistungsaufgaben verbundenen Anforderungen grob zu umreißen. Je besser die Studierenden wissen, was von ihnen erwartet wird, desto besser können sie die Inhalte der folgenden Sitzungen nutzen, um ihre Forschungsfrage zu entwickeln und ihre spätere Hausarbeit zu strukturieren. Wenn Sie möchten, können Sie ebenfalls die oben beschriebenen Lernziele vorstellen.</p> <p><u>Seminarplan (25-30 Minuten)</u></p> <p>Nachdem alle Fragen im Zusammenhang mit den Anforderungen beantwortet wurden, erfolgt ein Einblick in den Seminarplan und die Seminarlektüre. Versuchen Sie hierbei, den roten Faden hervorzuheben, der die Seminarsitzungen miteinander verbindet.</p>
Materialien	-
Leseaufgabe	<p>Aufgabe für die nächste Sitzung:</p> <p><i>Nennen Sie, auf Basis der Texte von Bremer & Gerdes (2012) und Sander (2014), zwei wichtige politikdidaktische Ereignisse oder Streitpunkte und beschreiben Sie deren zentralen Elemente.</i></p>
Literatur	<p><u>Lektüre für die nächste Sitzung:</u></p> <p>Bremer, H. & Gerdes, J. (2012). Politische Bildung. In U. Bauer, U. H. Bittlingmayer & A. Scherr (Hrsg.), <i>Handbuch Bildungs- und Erziehungssoziologie</i> (S. 683–701). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18944-4_41</p> <p>Sander, W. (2014). Geschichte der politischen Bildung. In W. Sander (Hrsg.), <i>Handbuch politische Bildung</i> (S. 15-30). Wochenschau Verlag.</p>

Zweite Sitzung

Titel	Einführung in die (Geschichte der) politische(n) Bildung
-------	--

Länge	90 Minuten		
Ziel der Sitzung	Einführung in zentrale Konzepte der politischen Bildung und einen Überblick über die historische Entwicklung der Disziplin		
Empfohlener Zeitplan	Zeit	Inhalt	Materialien
	10 Min.	<p><u>Einstieg</u></p> <p>Verwenden Sie die Studienleistungsaufgabe als Ausgangspunkt für die Sitzung. Die Aufgabe lautete wie folgt:</p> <p><i>Nennen Sie, auf Basis der Texte von Bremer & Gerdes (2012) und Sander (2014), zwei wichtige politikdidaktische Ereignisse oder Streitpunkte und beschreiben Sie deren zentralen Elemente.</i></p> <p>Bitten Sie die Studierenden, ihre Ergebnisse zusammenzufassen und auf die entsprechenden Textstellen zu verweisen. Wenn Sie eine Diskussion anregen möchten, können Sie zusätzliche Fragen für die Studierenden vorbereiten. Zum Beispiel:</p> <p><i>Was versteht Wolfgang Sander unter historischen Grundmustern der politischen Bildung? (Sander, 2014, S. 27 ff.)</i></p> <p><i>Was ist die von Helmut Bremer und Jürgen Gerdes beschriebene spezifische soziologische Perspektive auf politische Bildung? (Bremer & Gerdes, 2012. S. 685 f.)</i></p> <p><i>Wie unterscheidet sich diese Perspektive von anderen in den Texten genannten Konzepten politischer Bildung?</i></p> <p>Diese Fragen sollen die Studierenden dazu ermutigen, bestimmte, in den Texten beschriebene Aspekte politischer Bildung hervorzuheben und mit anderen in Beziehung zu setzen.</p>	-Literatur
	10 Min.	<p><u>Concept-Mapping - Beschreibung</u></p> <p>Die nächste Aufgabe ergänzt dies, indem sie die Studierenden auffordert, ein Concept-Map zum Thema politische Bildung zu erstellen. Falls die Studierenden nicht mit der Methode vertraut sind, können Sie</p>	PowerPoint

		<p>ihnen eine kurze Einführung geben. Die anschließende Arbeitsaufgabe lautet folgendermaßen:</p> <p><i>Fertigen Sie auf Basis der beiden gelesenen Texte eine Concept Map zu der Geschichte der politischen Bildung an.</i></p> <p>Beziehen Sie zentrale historische Ereignisse ebenso mit ein wie aktuelle Streitlinien mit ein</p>	
35 Min.	<p><u>Concept-Mapping – Textarbeit</u></p> <p>Die Studierenden sollten sich in kleinen Gruppen (3-5, je nach Größe der Gruppe) zusammenfinden und mit der Arbeit an ihrer Concept Map beginnen.</p> <p>Achten Sie darauf, dass Sie genügend Materialien für alle mitbringen.</p>	<p>Flipchartpapier</p> <p>Moderationskarten</p> <p>Filzstifte</p>	
30 Min.	<p><u>Vergleich der Ergebnisse und Diskussion</u></p> <p>Die Concept Maps werden im Seminarraum verteilt. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Ergebnisse zu vergleichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gruppenpuzzle, das mit einem Rundgang verbunden ist. Die Gruppen werden so zusammengestellt, dass in jeder Gruppe ein/e Student/in für jede Concept Map vertreten ist. Die Gruppen gehen anschließend durch den Seminarraum und erläutern sich gegenseitig die jeweiligen Concept Maps. • Sie könnten individuelle Präsentationen durchführen, bei denen die Studierenden ihre Arbeitsergebnisse der gesamten Gruppe vorstellen. <p>Danach gibt es wiederum zwei verschiedene Möglichkeiten, die Ergebnisse zu nutzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sie können die Studierenden über die Unterschiede zwischen ihren Ergebnissen und eine möglicherweise vorgenommene Gewichtung der verschiedenen Aspekte politischer diskutieren lassen. • Sie können die Studierenden über die Verwendung von Concept Mapping als Unterrichtsmethode diskutieren lassen. 	<p>Pinnwand</p> <p>Reißzwecken</p> <p>Klebeband</p>	
5 Min.	<p><u>Offene Fragen</u></p>	-	

	<p>Geben Sie den Studierenden die Möglichkeit, Fragen zum Inhalt dieser Sitzung oder zum Kurs insgesamt zu stellen.</p>	
<p>Theoretischer Rahmen</p>	<p>Politische Bildung Bremer & Gerdes (2012) beschreiben in ihrem Text unterschiedliche Trennlinien politischer Bildung:</p> <p>„Eine grobe Systematisierung verschiedener Ansätze und Schwerpunktsetzungen kann anhand der Unterscheidung einer <i>Gegenstandsorientierung</i> (von einem bestimmten politischen Wissen ausgehend, das aus Sicht des Staates, einer Organisation und im Hinblick auf ein bestimmtes Staats- oder Demokratieverständnis als wünschenswert gilt) oder <i>Adressatenorientierung</i> (also vom Subjekt und dessen Zugängen zu Politik ausgehend) erfolgen. Hier werden zunächst zwei unterschiedliche, sich nicht zwingend ausschließende Funktionen sichtbar, die politische Bildung haben kann bzw. an denen sie ansetzen kann, nämlich auf der einen Seite einen Beitrag zur Stabilisierung und Legitimation des politischen Systems zu liefern, auf der anderen Seite (etwas emphatisch formuliert) die Emanzipation des Subjektes zu befördern. Auch wenn diese griffige Zuordnung nicht allen Positionen gerecht wird, so lassen sich doch viele weitere Diskurse der politischen Bildung, auch historische Entwicklungen, von dieser Gegenüberstellung aus verstehen, so etwa die Frage nach dem Politikbegriff: Dominiert z. B. ein eher „enges“, d. h. auf den Staat und die etablierten Institutionen des politischen Systems bezogenes Verständnis, oder ein eher „weites“, das eher darauf blickt, wie sich Politik im Sinne der „Regelung der allgemeinen Angelegenheiten“ in Alltag und Lebenswelt niederschlägt bzw. auch von dort aus erwartet wird. In dieser Gegenüberstellung werden bekannte sozialwissenschaftliche Gegensatzpaare wie „Subjekt/Objekt“, „Individuum/ Gesellschaft“ oder „Lebenswelt/System“ sichtbar, die mit disziplinären Bezügen korrelieren, ohne jedoch vollständig darin aufzugehen. Soziologische Zugänge würden dabei stets die Verwobenheit von „Subjekt“ und „Gegenstand“ in komplexe gesellschaftliche Zusammenhänge fokussieren.“ (S. 694 f.).</p> <p>Diese Aspekte werden im Folgenden anhand ausgewählter Konflikte, wie den Diskursen um Kompetenzen und Bildungsstandards, weiter ausgeführt. Die spezifische soziologische Perspektive der beiden Autoren auf politische Bildung wird unter anderem wie folgt beschrieben:</p> <p>„Diese Fokussierung auf ein bestimmtes Sachwissen ist sicherlich wichtig. Eine spezifische soziologische Perspektive auf die politische Bildung wird aber erst deutlich, wenn Soziologie nicht nur als ein „Zulieferer“ gesehen wird, sondern als eine Disziplin, die auf Grund ihrer Eigenlogik geeignet ist, den Gegenstand politische Bildung in seiner gesellschaftlichen Einbindung,</p>	

	<p>z. B. hinsichtlich der beteiligten Akteure, Institutionen und Interessen, umfassender zu durchdringen.” (S. 686)</p> <p>Geschichte der politischen Bildung</p> <p>Wolfgang Sander beschreibt in seinem Beitrag die Entwicklung der politischen Bildung im deutschsprachigen Raum seit der Kaiserzeit. In diesem Zusammenhang arbeitet er drei historische Grundmuster politischer Bildung heraus:</p> <p>„Überblickt man die mehrhundertjährige Geschichte der politischen Bildung in der Neuzeit, so lassen sich in einer idealtypischen Unterscheidung drei Grundmuster erkennen. Ein erstes ist das der Herrschaftslegitimation. In unachahmlich treffender Weise wurde es als Reaktion auf die Französische Revolution 1793 in einem Preisausschreiben einer Erfurter Akademie formuliert: „Auf wievielerlei Arten kann man die Untertanen eines deutschen Staates überzeugen, dass sie unter einer weisen, gerechten und milden Regierung leben? (vgl. Sander 2013, 22)</p> <p>(...)</p> <p>Ein zweites Grundmuster lässt sich — in metaphorischer Übertragung — als Mission bezeichnen. Hier soll politische Bildung als Instrument zur Besserung gesellschaftlich-politischer Verhältnisse dienen und einen erwünschten künftigen</p> <p>(...)</p> <p>Anders ein drittes Denkmuster - hier dient politische Bildung der eigenständigen Auseinandersetzung von Lernenden mit dem Wirklichkeitsbereich Politik, ohne die Ergebnisse dieser Auseinandersetzung, die politischen Meinungen, Urteile und Überzeugungen, zu denen die Lernenden im Einzelnen kommen können, vorwegnehmen zu wollen. Hier schließt politische Bildung ausdrücklich die Möglichkeit ein, dass die Lernenden in der Beurteilung politischer Streitfragen zu anderen Ergebnissen kommen als die Lehrenden und dass dies ein wünschenswertes Ergebnis von Lernprozessen sein kann. Dieses Denkmuster lässt sich abkürzend mit dem Stichwort der politischen Mündigkeit kennzeichnen.“ (S. 27 f.)</p>
Materialien	<p>-Laptop, Projektor oder Smartboard, Power-Point</p> <p>-Flipchartpapier, Moderationskarten, Filzstifte, Pinnwand, Reißzwecken, Klebeband</p>
Leseaufgaben	<p>Aufgabe für die nächste Sitzung:</p> <p><i>Bitte beantworten Sie auf Basis der beiden Texte folgende Frage: Was bedeutet politische Mündigkeit?</i></p>
Literatur	<p><u>Diese Sitzung:</u></p>

	<p>Bremer, H. & Gerdes, J. (2012). Politische Bildung. In U. Bauer, U. H. Bittlingmayer & A. Scherr (Hrsg.), <i>Handbuch Bildungs- und Erziehungssoziologie</i> (S. 683–701). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18944-4_41</p> <p>Sander, W. (2014). Geschichte der politischen Bildung. In W. Sander (Hrsg.), <i>Handbuch politische Bildung</i> (S. 15-30). Wochenschau Verlag.</p> <p><u>Kommende Sitzung:</u></p> <p>Detjen, J., Kuhn, H.-W., Massing, P., Richter, D., Sander, W. & Weißeno, G. (2004). <i>Anforderung an nationale Bildungsstandards für den Fachunterricht in der politischen Bildung an Schulen</i>. Wochenschau Verlag (Seiten 9-18)</p> <p>Goll, T. (2021). Mündige Bürger/-innen als Ziel der Politikdidaktik. In G. Weißeno & B. Ziegler (Hrsg.), <i>Handbuch Geschichts- und Politikdidaktik</i> (S. 1–14). Springer Fachmedien Wiesbaden.</p>
--	---

Dritte Sitzung

Titel	Ziel politischer Bildung und Kompetenzen		
Länge	90 Minuten		
Ziel der Sitzung	Die Studierenden beschäftigen sich vertiefend mit dem Konzept der politischen Mündigkeit und seiner Operationalisierung durch Kompetenzen und Bildungsstandards.		
Empfohlener Zeitplan	Zeit	Inhalt	Materialien
	15 Min.	<p><u>Einstieg</u></p> <p>Die zu dieser Sitzung zu erledigender Aufgabe kann erneut als Einstieg in die Sitzung genutzt werden. Sie lautete folgendermaßen:</p> <p style="text-align: center;"><i>Bitte beantworten Sie auf Basis der beiden Texte folgende Frage: Was bedeutet politische Mündigkeit?</i></p> <p>Nutzen Sie die ersten 15 Minuten für den Vergleich und die Diskussion der Ergebnisse. Je nach Kenntnisstand der Seminarteilnehmer kann es sinnvoll sein, eine kurze Einführung in die Entwicklung der Kompetenzorientierung im deutschen Bildungssystem vorbereiten. Sie können durch weitere Fragen erneut bestimmte Elemente des Textes hervorheben:</p>	-Literatur

		<p><i>Was bedeutet „die Politikdidaktik ist eine normative Wissenschaft“? (Goll, 2021, S. 3)</i></p> <p><i>Welche Kompetenzdimensionen beschreibt der Text von Detjen et al. (2004) und wie sind diese miteinander verbunden?</i></p> <p><i>Welche Kompetenz(en) halten Sie für mündige Bürgerinnen und Bürger am wichtigsten?</i></p> <p>Diese Fragen sollen zentrale Aspekte, wie den normativen Charakter politischer Bildung und die Kompetenzdimension des Modells der GPJE herausstellen und/oder eine Diskussion über diese anregen.</p>	
40 Min.	<p><u>Prioritätenspiel</u></p> <p>Die nächste Aufgabe schließt an die Studienleistungsaufgabe an, indem die Studierenden aufgefordert werden, sich in Gruppen zusammenzufinden und die Kompetenzen demokratischer Bürger aus ihrer Sicht zu priorisieren. Es handelt sich hier um eine Prioritätenspiel, bei dem die Lernenden eine bestimmte Anzahl von Kernaussagen aus einer Liste auswählen müssen. Zunächst werden in Einzelarbeit 10 Aussagen ausgewählt, die dann in einer Gruppenarbeit gemeinsam mit 3-5 Studierenden auf 5 wesentliche Aussagen reduziert werden sollen.</p> <p>Die Aufgaben lauten folgendermaßen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Priorisieren Sie die aus Ihrer Sicht wichtigsten zehn Kompetenzen von mündigen Bürgerinnen und Bürgern.</i> 2. <i>Finden Sie sich in Gruppen (3-5 Studierende) zusammen und einigen Sie sich auf fünf Kernkompetenzen.</i> 3. <i>Erstellen Sie auf Basis der finalen fünf Kernkompetenzen eine eigene Definition von politischer Mündigkeit</i> 	-Arbeitsblatt Prioritätenspiel	

	25 Min.	<u>Vergleich der Ergebnisse und Diskussion</u> Die Studierenden visualisieren ihre Prioritäten und Definitionen auf Flipchartpapier und präsentieren ihre Ergebnisse. Im Anschluss hieran werden die unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen sowie der Förderung der jeweiligen Kompetenzen im Rahmen unterschiedlicher Bildungssettings im Plenum diskutiert. In diesem Zusammenhang können Sie verschiedene Perspektiven und Ansätze politischer Bildung (Demokratiepädagogik, kritische politische Bildung, etc.) einbringen, um unterschiedliche Perspektiven auf das Thema Mündigkeit und Kompetenzen zu verdeutlichen.	-Flipchartpapier -Filzstifte
	5 Min.	<u>Offene Fragen</u> Geben Sie den Studierenden die Möglichkeit, Fragen zum Inhalt dieser Sitzung oder zum Kurs insgesamt zu stellen.	-
Theoretischer Rahmen	<p>Politische Mündigkeit</p> <p>Thomas Goll (2021) definiert in seinem Text das Konzept der politischen Mündigkeit und stellt unterschiedliche Diskurse zu dem Begriff der Mündigkeit und seiner Operationalisierung in Form von Kompetenzen dar. Zu dem Begriff der politischen Mündigkeit schreibt er unter anderem folgendes:</p> <p>„Politisch ist Mündigkeit mit der Vorstellung verbunden, dass Bürger/-innen „ihre gemeinsamen Angelegenheiten politisch gestalten und sich als demokratisch verfasstes Gemeinwesen selbst regieren“ (vgl. Meyer-Heidemann 2020, S. 156). Daher bezeichnet der Bürgerbegriff in der Politikdidaktik ganz allgemein „die Akteure einer politischen Ordnung, denen es unter freiheitlichen Bedingungen aufgegeben ist, an den öffentlichen Angelegenheiten teilzuhaben“ (Gantschow 2020, S. 43). In den Bürgerleitbildern der politischen Bildung – dem reflektierten Zuschauer, dem interventionsfähigen Bürger und dem Aktivbürger (Detjen 2013, S. 223–224) – spiegelt sich zudem die Breite möglicher Teilhabe und damit auch der Zielvorstellungen für bürgerliche Mündigkeit wider.</p> <p>Politisch mündige Bürger/-innen sind damit solche, die „die öffentlichen Angelegenheiten wenigstens kritisch reflektieren, sich bestenfalls aktiv in Politik und Zivilgesellschaft einbringen“ (Meyer-Heidemann 2020, S. 157). Politische Mündigkeit äußert sich daher bei den Bürger/-innen darin, situativ selbstständig ihre politische Denk-, Urteils- und Handlungsfähigkeit zu aktivieren, und basiert auf deren grundsätzlichen Einsicht in die Notwendigkeit von und Bereitschaft zum politischen Engagement. Anders</p>		

ausgedrückt ist die politische Mündigkeit, das Vermögen von Bürger/-innen, sich an politischen Fragen und Problemstellungen interessiert zu zeigen und sich zu diesen als urteils- und handlungsfähig und auch -willig zu erweisen.

Der Begriff „mündige Bürger/-innen“ ist jedoch kein empirischer Begriff, sondern eine „Pathosformel“ (Warburg), die immer dann Verwendung findet, wenn es um das ultimative Ziel der politischen Bildung geht. s” (p. 37 f.).“ (S. 2)

Anforderungen an Nationale Bildungsstandards für den Fachunterricht in der Politischen Bildung an Schulen

Detjen et al. (2004) schlagen in Ihrem Text im Anschluss die von der Kultusministerkonferenz sowie von Prof. Dr. Eckhard Klieme vorgelegten Expertise „Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards“ Bildungsstandards und Kompetenzdimensionen für die politische Bildung vor. Als Kompetenzbereiche der politischen Bildung werden dabei folgende vier Aspekte beschrieben:

„Politik in einem umfassenden Sinn ist in der Lebenswelt von Kindern und Jugendlichen auf vielfältige Weise präsent, insbesondere über Medien, über Gespräche in der Familie und Meinungsbildung in Gleichaltrigengruppen. Der schulische Politikunterricht beginnt deshalb nicht an einem Nullpunkt, sondern bezieht sich immer auf bereits vorhandene Einstellungen und Deutungen sowie auf vorhandenes Wissen bei Schülerinnen und Schülern. Kompetenzentwicklung im Politikunterricht knüpft an bereits vorhandene Fähigkeiten an, zielt aber auf deren Erweiterung und qualitative Verbesserung. Diese Kompetenzentwicklung findet in folgenden Bereichen statt

- Politische Urteilsfähigkeit: Politische Ereignisse, Probleme und Kontroversen sowie Fragen der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung unter Sachaspekten und Wertaspekten analysieren und reflektiert beurteilen können
- Politische Handlungsfähigkeit: Meinungen, Überzeugungen und Interessen formulieren, vor anderen angemessen vertreten, Aushandlungsprozesse führen und Kompromisse schließen können
- Methodische Fähigkeiten: Sich selbstständig zur aktuellen Politik sowie zu wirtschaftlichen, rechtlichen und gesellschaftlichen Fragen orientieren, fachliche Themen mit unterschiedlichen Methoden bearbeiten und das eigene politische Weiterlernen organisieren können.
- Konzeptuelles Deutungswissen: Umgekehrt erfordert die Verbesserung von Kompetenzen in der Regel auch eine Erweiterung und

	<p>Verbesserung des bei Schülerinnen und Schülern bereits vorhandenen Wissens. Neues Wissen muss deshalb in eine Beziehung zu den Vorverständnissen gesetzt werden, die Schülerinnen und Schüler von den Gegenständen des Faches bereits mitbringen, und geeignet sein, diese Vorverständnisse qualitativ zu verbessern. Dabei geht es in der Politischen Bildung um grundlegende Annahmen, um Deutungen und Erklärungsmodelle über Politik, Wirtschaft, Gesellschaft und Recht. Dieses Wissen wird hier als konzeptuelles Deutungswissen bezeichnet. Es handelt sich um Wissen, das sich auf grundlegende Konzepte für das Verstehen von Politik, Wirtschaft, Gesellschaft und Recht bezieht.“ (S. 13 f.)</p> <p>Diese Kompetenzdimensionen und ihre Beschreibung wurden in den vergangenen Jahren teilweise stark kritisiert. Vor allem im Zuge des sogenannten Konzeptstreits wurden alternative Kompetenzmodelle erarbeitet (vgl. bspw. Detjen et al. 2012), die auch in dem Text von Goll (2021) aufgegriffen werden. Als Grundlagenliteratur für die Einführung in Kompetenzdimensionen der politischen Bildung hat dieser Text jedoch weiterhin seine Relevanz</p> <p><u>Weiterführende Literatur</u> Detjen, J., Massing, P., Richter, D. & Weißeno, G. (2012). <i>Politikkompetenz – ein Modell</i>. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-00785-0</p>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> • Laptop, Projektor oder Smartboard, ggf. Power-Point • Flipchartpapier, Moderationskarten, Filzstifte, Pinnwand, Reißzwecken, Klebeband
Leseaufgaben	<p>Aufgabe für die nächste Sitzung: <i>Stellen Sie auf Basis der Texte von Reinhardt (2010) und Sliwka & Nguyen (2020) zentrale Aspekte einer demokratischen Schule dar.</i></p>
Literatur	<p><u>Diese Sitzung:</u> Detjen, J., Kuhn, H.-W., Massing, P., Richter, D., Sander, W. & Weißeno, G. (2004). <i>Anforderung an nationale Bildungsstandards für den Fachunterricht in der politischen Bildung an Schulen</i>. Wochenschau Verlag (Seiten 9-18)</p> <p>Goll, T. (2021). Mündige Bürger/-innen als Ziel der Politikdidaktik. In G. Weißeno & B. Ziegler (Hrsg.), <i>Handbuch Geschichts- und Politikdidaktik</i> (S. 1–14). Springer Fachmedien Wiesbaden.</p> <p><u>Kommende Sitzung:</u> Reinhardt, V. (2010). Kriterien für eine demokratische Schulqualität. In D. Lange & G. Himmelmann (Eds.), <i>Demokratiedidaktik: Impulse für die politische Bildung</i> (pp. 86–102). VS Verlag.</p> <p>Sliwka, A., & Nguyen, T. L. (2020). Demokratiepädagogik in der Schule. In P. Bollweg, J. Buchna, T. Coelen, & H.-U. Otto (Eds.), <i>Handbuch Ganztagsbildung</i> (pp. 1247–1259). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23230-6_92</p>

Vierte Sitzung

Titel	Demokratiebildung als Schulaufgabe		
Länge	90 Minuten		
Ziel der Sitzung	In dieser Sitzung werden Ansätze der Demokratiepädagogik bzw. der Demokratiebildung vorgestellt, bei denen Aspekte der politischen Bildung als Aufgabe der gesamten Schule verstanden werden. Die Studierenden sollen hierbei Perspektiven auf politische Bildung, die über einzelne Fächer hinausgehen, kennenlernen.		
Empfohlener Zeitplan	Zeitplan	Inhalt	Materialien
	30 Min.	<p><u>Einstieg</u></p> <p>Die zu dieser Sitzung zu erledigender Aufgabe kann erneut als Einstieg in die Sitzung genutzt werden. Sie lautete wie folgt:</p> <p><i>Stellen Sie auf Basis der Texte von Reinhardt (2010) und Sliwka & Nguyen (2020) zentrale Aspekte einer demokratischen Schule dar.</i></p> <p>Durch das unklare Verhältnis zwischen politischer Bildung und Demokratiepädagogik, die im Text von Bremer & Gerdes (2010) skizzierten Kontroversen zwischen politischer Bildung und Demokratiepädagogik, die Existenz verbindender und in Teilen synonym verwendeter Begriffe – wie der Demokratiebildung – und die in den Texten eröffnete Perspektive auf politische Bildung bzw. Demokratiebildung erscheint es sinnvoll, die Sitzung mit einer längeren Phase der Diskussion der Texte zu starten, in der die jeweiligen Ansätze verdeutlicht und die vorherigen Sitzungen angebunden werden. Hierbei kann es sinnvoll sein, dass die Lehrperson an bestimmten Punkten über die Texte hinausgehende Hintergrundinformationen beisteuert, um den Studierenden die Diskurslinien (bspw. über das Verhältnis von sozialem und politischem Lernen) zu verdeutlichen. Fragen zur Besprechung bzw. Diskussion der Texte könnten beispielsweise folgende sein:</p>	-Literatur

		<ul style="list-style-type: none"> • Aus welchen Gründen messen Sliwka & Nguyen (2020) der Demokratiepädagogik einen hohen Stellenwert zu (S. 1247 f.)? <ul style="list-style-type: none"> ○ Stimmen Sie dieser Perspektive zu? • Welche Praxen beschreiben Sliwka & Nguyen (2020) als zentrale für die (aktivierende) Demokratiepädagogik (S. 1250 f.)? <ul style="list-style-type: none"> ○ In welchem Verhältnis stehen diese Aspekte zu den in der letzten Sitzung diskutierten politikdidaktischen Kompetenzen? ○ In welchem Verhältnis steht der Ansatz des Service Learnings (S. 1253 f.) zu den von Ihnen als zentral erachteten Kompetenzen mündiger Bürgerinnen und Bürger? • Welche Kriterien für eine demokratische Schulkultur werden von Reinhardt (2010, S. 94 ff.) vorgeschlagen? <ul style="list-style-type: none"> ○ Wie können diese in der Praxis umgesetzt werden? ○ Welche Hindernisse könnte es bei der Umsetzung geben? ○ Wie würden Sie das Verhältnis von politikdidaktischen Kompetenzen und demokratiepädagogischen Ansätzen beschreiben? <p>Diese Aufgaben können dabei auch in kleinere Gruppenarbeiten oder zur Bearbeitung im Think/Pair/Share-Format gestellt werden.</p> <p>Das Ziel dieser Fragen ist es, eine Diskussion über die Relevanz und den Gehalt demokratiepädagogischer Ansätze und Kriterien zu ermöglichen und den Schülern zu helfen und mit Diskussionen über die Kompetenzen mündiger Bürgerinnen und Bürger als Zieldimension politischer Bildung in Verbindung zu setzen. Die hier vertretenden, über das Fach Politik hinausgehenden Ansätze können dann in den</p>	
--	--	---	--

		kommenden Sitzungen als Anschlusspunkt für interdisziplinäre Zugänge zu politischer Bildung genutzt werden.	
	35 Min.	<p><u>Demokratische Schulen - Theorie und Praxis</u></p> <p>Hierauf aufbauend sollen die Studierenden in Folge eine Unterrichtsstunde oder Unterrichtseinheit skizzieren, die die in den Text beschriebenen Aspekte der Demokratiebildung bzw. der demokratischen Schulkultur aktiv aufgreift. Es ist ihnen freigestellt, hier an Stunde oder Einheit das Fach Politik oder ein anderes Fach zu wählen (demokratiepädagogische Elemente bspw. in eine Stunde im Fach Chemie oder Mathematik einfließen zu lassen). Den Studierenden steht es ebenfalls frei, sich auf bestimmte Aspekte, beispielsweise das Thema, das Verhalten der Lehrkraft oder die Sozialform zu fokussieren. Es geht hier nicht um die Erstellung eines vollständigen Kurzrasters, sondern um die Sammlung erste Ideen für die Einbindung von Aspekten der Demokratiebildung/ demokratischen Schule in der Lehrpraxis.</p>	<p>-Flipchartpapier</p> <p>-Filzstifte</p>
	20 Min.	<p><u>Vergleich der Ergebnisse und Diskussion</u></p> <p>Die Studierenden stellen mithilfe ihrer Visualisierungen ihre Überlegungen vor. Es sind hier, wie in der letzten Sitzung, unterschiedliche Präsentationsformate möglich.</p> <p>Während oder nach der Präsentationsphase können folgende Aspekte mit den Studierenden besprochen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sind bestimmte Fächer besser geeignet als andere, um Elemente einer demokratischen Schulkultur einzubinden (z.B. Service Learning)? • Welche Aspekte können nicht in einzelnen Unterrichtsstunden umgesetzt werden, sondern betreffen die gesamte Schule? • Welche Probleme sind mit dem Ansatz der Demokratiepädagogik verbunden? 	<p>-Pinboard</p> <p>-Reißzwecken</p> <p>-Klebeband</p>
	5 Min.	<p><u>Offene Fragen</u></p> <p>Geben Sie den Studierenden die Möglichkeit, Fragen zum Inhalt dieser Sitzung oder zum Kurs insgesamt zu stellen.</p>	-

<p>Theoretischer Rahmen</p>	<p>Demokratiepädagogik in der Schule</p> <p>Sliwka & Nguyen (2020) beschreiben die Relevanz der Demokratiepädagogik und den im Text vorgestellten Ansatz der Demokratiepädagogik folgendermaßen:</p> <p>„Vor dem Hintergrund aktueller Migrationsprozesse und -bewegungen in Deutschland und Europa sowie aktuellen Veränderungen der politischen Parteienlandschaft nach rechts, wird der Demokratiepädagogik in der Schule ein besonderer Stellenwert zugeschrieben.“ (S. 1274)</p> <p>(...)</p> <p>„In der aktivierenden Demokratiepädagogik (Sliwka, 2008) wird die Wissensvermittlung in komplexe Lernarrangements integriert, in denen Schüler_innen selbst handelnd tätig werden. Beispiele solcher Lernarrangements sind Simulationen sowie Forschungs- und Service-Projekte von Schüler_innen für ihre Schule oder Gemeinde. Lernziele sind dabei – über den Wissenserwerb hinaus – vor allem die Entwicklung von praktischen Fertigkeiten, Werten und Einstellungen. Durch verständnis- und erfahrungsintensives Lernen und Handeln innerhalb und außerhalb des Klassenzimmers sollen Schüler_innen in authentischen Lernsituationen demokratische Handlungskompetenz entwickeln, auf die im Folgendem noch eingegangen wird.“ (S. 1251)</p> <p>Im Weiteren beschreiben die Autorinnen Lernsettings und Methoden, die die Ausprägung demokratierelevanter Kompetenzen fördern können und entsprechend einen wichtigen Bestandteil der (aktivierenden) Demokratiepädagogik darstellen. Hierunter fallen unter anderem das kooperative Lernen, der Klassenrat, die Methoden der Diskussion, Debatte und der akademischen Kontroverse, Deliberations- und Diskussionsforen sowie das Service Learning. Gerade um letzterer Aspekt ist Teil kontroverser Diskurse in der politischen Bildung, in denen die Lerneffekte des sozialen Lernens kritisch betrachtet werden (vgl. u.A. Reinhardt, 2009).</p> <p><u>Weiterführende Literatur</u></p> <p>Reinhardt, Sibylle (2009): Ist soziales Lernen auch politisches Lernen? Eine alte Kontroverse scheint entschieden. In: Gesellschaft – Wirtschaft – Politik 1/2009.</p> <p>Demokratische Schule - Qualitätskriterien</p>
---------------------------------	---

Volker Reinhardt (2010) stellt in seinem Text unterschiedliche Qualitätskriterien für demokratische Schulen und die demokratischen Beteiligungsmöglichkeiten in Schulen dar. Darüber hinaus werden in seinem Text auch Kritikpunkte an dem Verständnis von Schule als Mikrokosmos der demokratischen Gesellschaft Raum gegeben:

„Kritiker dieser Idee werfen ein (vgl. Massing 2002: 174; Moegling/Steffens 2004), dass eine Schule nicht Staat im Kleinen sein kann. Gründe dafür gibt es viele: Allein die Tatsache, dass die Schüler/innen die Lehrenden weder wählen noch absetzen könnten, die Schüler/innen nicht über ihre Zensuren abstimmen dürften, der Schulbesuch nicht freiwillig und die Kommunikationsstrukturen zwischen Lehrer/innen und Schüler/innen asymmetrisch seien, wäre schon Grund genug, dass Schule eben keine verkleinerte Gesellschafts- oder Staatsform sein könne.“ (S. 89)

Im Folgenden werden von dem Autor unterschiedliche Stufen der Partizipation – von Pseudopartizipation bis zur vollkommenen Partizipation – vorgestellt und Gründe und Qualitätskriterien für demokratische Schulen diskutiert (S. 91 ff.). Zu den Gründen führt Reinhardt (2010) vier Aspekte an:

„Zum einen sollen Schüler/innen schon in der Schule motiviert werden, sich um Angelegenheiten zu kümmern, die ihren unmittelbaren Nahraum betreffen und an denen sie lernen, Interessen zu artikulieren, zu begründen, durchzusetzen und schließlich auch zu gestalten und zu verantworten. Sie sollen Möglichkeiten der Mitbestimmung erfahren, erleben und so zu einer gelingenden Schulgemeinschaft beitragen.

(...)

Über diese Unmittelbarkeit der Partizipationserfahrungen hinaus schließt diese Einmischung auf der Stufe der schulischen Mikroebene eine Ausdehnung (zumeist in die Zukunft gerichtet) auf die Makroebene der Gesellschaft und der Politik potenziell ein. Vereinfacht gesagt, kennzeichnet diese Vorstellung folgenden Zusammenhang: Wenn genügend Partizipationserfahrungen in der Schule gesammelt wurden, dann werden sich Schüler/innen auch im „richtigen“ Leben engagieren und werden gesellschaftlich sowie politisch aktiv werden.

(...)

Ohne Zweifel setzt die Möglichkeit, partizipative Prozesse im Nahraum mitzugestalten, bei den Lernenden ein hohes Maß an Kreativität und Engagement frei und es ist in der Regel ein großes Interesse der Schüler/in-

	<p>nen bei solchen Aktionen zu verzeichnen, bei denen Selbsttätigkeit, eigenständiges Lernen, Einmischung und Handeln im Mittelpunkt stehen (vgl. Beutel/Fauser 2007).</p> <p>(...)</p> <p>Die vierte Begründung für verstärkte Partizipationsgelegenheiten liegt in den damit verbundenen Selbstwirksamkeitserwartungen und -erfahrungen. Hepp schreibt hierzu: „Mitwirkungschancen müssen (...) bei den Betroffenen als so essentiell angesehen werden, dass sich das Gefühl einstellen kann, der Einsatz lohne, weil man etwas bewirken oder verändern kann“ (Hepp, zit. nach Oser/Biedermann 2007: 18). Das Gefühl der Selbstwirksamkeit soll also die Intensität der Partizipation vergrößern und eine höhere Motivation für gegenwärtige und zukünftige Beteiligung auslösen.“</p> <p>Die Kriterien für die Ausgestaltung einer demokratischen Schule werden im Folgenden für die Ebene des Individuums, der Klasse und Schule angegeben (S. 97 ff.). Hier werden unter anderem kooperative Lernformate, institutionalisierte Partizipationsformen, flache Hierarchien, Unterrichtsevaluation durch die Beteiligten oder Raum für demokratische Schulprojekte genannt.</p>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> • Flipchartpapier, Moderationskarten, Filzstifte, Pinnwand, Reißzwecken, Klebeband
Leseaufgaben	<p>Aufgabe für die nächste Sitzung:</p> <p><i>Stellen Sie die von Sander (1987) beschriebenen Extreme der politischen Bildung als Unterrichtsprinzip – Negierung und Totalisierung – sowie den von ihm befürworteten Mittelweg dar.</i></p>
Literatur	<p><u>Diese Sitzung:</u></p> <p>Reinhardt, V. (2010). Kriterien für eine demokratische Schulqualität. In D. Lange & G. Himmelmann (Eds.), <i>Demokratiedidaktik: Impulse für die politische Bildung</i> (pp. 86–102). VS Verlag.</p> <p>Sliwka, A., & Nguyen, T. L. (2020). Demokratiepädagogik in der Schule. In P. Bollweg, J. Buchna, T. Coelen, & H.-U. Otto (Eds.), <i>Handbuch Ganztagsbildung</i> (pp. 1247–1259). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-23230-6_92</p> <p><u>Kommende Sitzung:</u></p> <p>Sander, W. (1987). Politische Bildung als Unterrichtsprinzip. In V. Nitzschke & F. Sandmann (Eds.), <i>Metzler Handbuch für den politischen Unterricht</i> (pp. 78–85). Metzler</p>

Fünfte Sitzung

Titel	Interdisziplinäre politische Bildung – Möglichkeiten und Grenzen
-------	--

Länge	90 Minuten		
Ziel der Sitzung	Im Anschluss an die vorherige Sitzung sollen die Studierenden im Rahmen dieser Sitzung die Einbindung politischen Lernens im Rahmen anderer Fächer kennenlernen und diskutieren. Anders als in der vorherigen Sitzung, in der es auch die Organisation von Schule und pädagogische Gestaltung demokratischer Lernprozesse ging, soll in dieser Sitzung die Relevanz des politischen, gerade für unpolitisch erscheinende Themen und Fächer, aufgegriffen werden.		
Empfohlener Zeitplan	Zeitplan	Inhalt	Materialien
	20 Min.	<p><u>Einstieg</u></p> <p>Die zu dieser Sitzung zu erledigender Aufgabe kann erneut als Einstieg in die Sitzung genutzt werden. Sie lautete wie folgt:</p> <p><i>Stellen Sie die von Sander (1987) beschriebenen extremen Ausprägungen der politischen Bildung als Unterrichtsprinzip – Negierung und Totalisierung – sowie den von ihm befürworteten Mittelweg dar.</i></p> <p>Der für diese Sitzung zu lesende Text von Wolfgang Sander beschreibt grundlegende Überlegung zu der Relevanz von politischer Bildung für andere Fächer und bietet durch die von ihm beschriebenen “Extreme” und “Fehlformen” gute Anknüpfungspunkte für die Diskussion des Verständnisses von politischer Bildung – auch das der Studierenden. Die von ihm angeführten Beispiele sind dabei sowohl an die in der zweiten Sitzung besprochenen Grundmuster politischer Bildung, als auch an die Ansätze der Demokratiepädagogik, die in der vergangenen Sitzung besprochen wurden, anschlussfähig.</p> <p>Die von Sander beschriebene „Partnerschaftserziehung als Flucht vor Politik“ als Fehlform bezieht sich dabei vor allem auf Theodor Wilhelm, dessen Ansätze Bezüge zu John Deweys Bildungstheorien, auf die sich ebenfalls aktuelle Ansätze der Demokratiepädagogik berufen, aufweisen. Weiterhin bietet der Punkt der „Politikfreien Sachlichkeit als Ideologie“ gute Möglichkeiten, mit den Studierenden über die Fachverständnisse ihrer zweiten Fächer</p>	-Literatur

		<p>zu diskutieren. Die Besprechung der Studienleistungsaufgabe und des Textes kann daher den Interessen und fachlichen Hintergründen der Studierenden entsprechend unterschiedlich entwickelt werden. Folgende Fragen zum Text wären hierbei denkbar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Lassen sich Aspekte der von Sander beschriebenen Fehlformen auch in heutigen didaktischen Ansätzen wiederfinden? 2) Wurden die von Sander in seinem Text geforderten Veränderung im fachdidaktischen Diskurs (ihres zweiten Faches), beispielsweise dass der naturwissenschaftliche Unterricht „seine allgemeinbildende Aufgabe erst nehmen und sich weniger als Ausbildung zukünftiger Experten begreifen“ (S. 82) muss, sondern sich am „Erfahrungsbereich der Schüler und an den Prinzipien des problemorientierten und exemplarischen Lernens“ sollte, bereits umgesetzt? 3) Zu welchen Schlussfolgerungen kommt Sander bezüglich der Verbindung von Politik als Unterrichtsfach und politischer Bildung als Unterrichtsprinzip? (S. 83) <ol style="list-style-type: none"> a. Wie stehen Sie dazu? b. Welche praktischen Probleme sehen Sie bei der Umsetzung? c. Eignen sich die von Sander (S.83) beschriebenen Themenfelder noch heute? d. Welche weiteren Themenfelder sind für Sie denkbar? <p>Die letzte Frage kann als Überleitung für die nächste Aufgabe genutzt werden.</p>	
	45 Min.	<p><u>Arbeit mit dem Curriculum</u></p> <p>Bei dieser Aufgabe können unterschiedliche, für die jeweiligen Bundesländer und Schulformen relevante Curricula genutzt werden. In Niedersachsen existieren beispielsweise Curricula für das Fach Poli-</p>	<p>-Curricula Ggf.: -Flipchartpapier -Filzstifte</p>

		<p>tik/Wirtschaft an Gymnasien, dem Fach Gesellschaftslehre an Gesamtschulen und dem Fach Politik an Berufsschulen und Oberschulen. Je nach Studienziel der Studierenden können die entsprechenden Curricula genutzt werden.</p> <p>Teilen Sie die Studierenden entsprechend der für sie später relevanten Curricula in kleine Gruppen (3-5 Studierende) ein und teilen Sie die jeweiligen Curricula aus. Alternativ ist auch eine Gruppeneinteilung nach Zweifach möglich. Die Aufgabe der Studierenden besteht darin, im Anschluss an den Text von Sander im Curriculum für die Fächer der politischen Bildung Themen zu identifizieren, die eine Anschlussfähigkeit für andere Fächer bieten und praktische Verbindungsmöglichkeiten skizzieren. Es geht also anders als in dem Text von Sander weniger darum, das politische Element in anderen Fächern herauszufinden, sondern Anschlusspunkte für andere Fächer im eigenen Fach zu identifizieren. Beide Aspekte werden in den folgenden Sitzungen noch vertieft werden.</p> <p>Die Aufgaben für die Studierenden können wie folgt lauten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Analysieren Sie das Curriculum und finden Sie mindestens: <ul style="list-style-type: none"> • a) ein Thema, das Sie in Verbindung mit einem zweiten Fach unterrichten könnten. • b) Ein Thema, das sich nicht in Verbindung mit einem zweiten Fach unterrichten lässt. ○ Entwickeln Sie angeschlossen an a) eine Unterrichtseinheit, die Kompetenzen und Lernziele beider Fächer verbindet. ○ Erläutern Sie, warum das Thema b) nicht für den fächerverbindenden Unterricht geeignet scheint. 	
--	--	--	--

	20 Min.	<u>Ergebnisse vergleichen und diskutieren</u> Vergleichen Sie die Ergebnisse der Gruppenarbeiten. Sie können die Studierenden erneut bitten, die Ergebnisse zu visualisieren. Dies wird jedoch mehr Zeit in Anspruch nehmen. Bitten Sie die anderen Gruppen um ein Feedback nach den jeweiligen Vorstellungen der Ergebnisse. Regen Sie auch kritische Anmerkungen zu a) und b) an. Kann das Thema wirklich Kompetenzen aus beiden Bereichen ansprechen? Ist das Thema wirklich nicht für ein anderes Fach geeignet?	Ggf.: -Pinboard -Reißzwecken -Klebeband
	5 Min.	<u>Offene Fragen</u> Geben Sie den Studierenden die Möglichkeit, Fragen zum Inhalt dieser Sitzung oder zum Kurs insgesamt zu stellen.	-
Theoretischer Rahmen	<p>Politische Bildung als Unterrichtsprinzip</p> <p>Wolfgang Sander beschreibt den Zusammenhang zwischen Politikunterricht und politischer Bildung als Prinzip in anderen Fächern folgendermaßen:</p> <p>“Politische Bildung als Unterrichtsprinzip ist ein unverzichtbares Element schulischen Lernens in allen Fächern, wenn die Schule nicht eine unreflektierte Anpassung der Schüler an gesellschaftlich-politische Vorgegebenheiten betreiben will. Der Politikunterricht als selbständiges Unterrichtsfach der Politischen Bildung macht dieses Unterrichtsprinzip nicht überflüssig, denn die politische Dimension anderer Fächer würde durch ihre Nichtbeachtung ja nicht aufgehoben werden, sondern würde vermutlich eher schon als heimlich Lehrplan die Intention des Politikunterrichts konterkarieren. Umgekehrt kann aber auch Politisch Bildung als Unterrichtsprinzip den Politikunterricht nicht ersetzen, denn dies müsste entweder zu einer Überforderung anderer Fächer durch fachfremde Themen führen oder aber zentrale Themen der Politischen Bildung aus der Schule verdrängen.</p> <p>Politische Bildung als Fach und Prinzip sind daher keine Alternativen, sondern müssen als aufeinander bezogen und sich wechselseitig ergänzende Aspekte Politischer Bildung verstanden werden.“ (S.83)</p> <p>Gleichzeitig bedeutet dies dem Autor folgend nicht, dass alle Unterrichtsgegenstände politisiert werden müssen:</p> <p>„Auf der einen Seite gilt somit: “Wenn alles Politik ist, so gibt es keine ganz und gar unpolitische Sache, gibt es auch kein apolitisches Fach und Lehrgut in der Schule. Auf der anderen Seite darf dies nicht zu einer To-</p>		

	<p>talisierung der politischen Dimension führen, die alle erdenklichen Lerngegenstände ausschließlich nach ihrem Beitrag zur Politischen Bildung beurteilt. Politische Bildung als Unterrichtsprinzip bewegt sich zwischen den Extremen der Negierung und der Totalisierung der politischen Dimension aller Fächer. Sie ist anfällig für Fehlformen, die sich aus dem einen oder dem anderen Extrem ergeben können (...).“ (S. 78)</p>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> • Curricula • Flipchartpapier, Filzstifte
Leseaufgaben	<p>Aufgabe für die nächste Sitzung: <i>Beschreiben Sie die Chancen und Probleme, die Busch et al. (2020) zu dem Fach Gesellschaftslehre auf Basis einer Befragung von Lehrkräften herausarbeiten?</i></p>
Literatur	<p><u>Diese Sitzung:</u> Sander, W. (1987). Politische Bildung als Unterrichtsprinzip. In V. Nitzschke & F. Sandmann (Eds.), Metzler Handbuch für den politischen Unterricht (pp. 78–85). Metzler</p> <p><u>Kommende Sitzung:</u> Busch, M., Dittgen, M. W., & Mönter, L. O. (2020). Das Integrationsfach Gesellschaftslehre in der Praxis. Professionalisierung, Fachkultur und Entwicklungspotenziale aus der Lehrendenperspektive. <i>zeitschrift für didaktik der gesellschaftswissenschaften</i>, 11(2), 54-71</p> <p><u>Weiterführende Literatur</u> Ziegler, B. (2018). Politische Bildung im fächerübergreifenden Unterricht. In: Manzel, S., Oberle, M. (eds) Kompetenzorientierung. Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16889-6_4 Niedersächsisches Kultusministerium. (2020). Niedersächsisches Kultusministerium Kerncurriculum für die Integrierte Gesamtschule Schuljahrgänge 5 – 10 - Gesellschaftslehre. Hannover.</p>

Sechste Sitzung

Titel	Interdisziplinäre politische Bildung – Gesellschaftslehre		
Länge	90 Minuten		
Ziel der Sitzung	In dieser Sitzung soll vor allem das Fach Gesellschaftslehre als Beispiel für interdisziplinäre politische Bildungsprozesse und die hiermit verbundenen Anforderungen für Lehrkräfte bearbeitet werden.		
Empfohlener Zeitplan	Zeitplan	Inhalt	Materialien
	20 Min.	<u>Einstieg</u>	-Literatur

		<p>Das Fach Gesellschaftslehre (Erdkunde, Geschichte, Politik) gewinnt vor allem in Niedersachsen durch die Förderung von Integrierten Gesamtschulen (in denen das Fach von der 6. Bis zur 10. Klasse unterrichtet wird) an Relevanz. Das neue (2020) veröffentlichte Curriculum fokussiert dabei eine integrative, die Perspektiven der drei Fächer verbindende Herangehensweise. Entsprechend kann auch hier im Anschluss an die letzte Sitzung die Arbeit mit dem Curriculum vertieft werden.</p> <p>Als Einleitung in diese Sitzung kann erneut die Studienleistungsaufgabe genutzt werden. Diese lautete folgendermaßen:</p> <p><i>Beschreiben Sie die Chancen und Probleme, die Busch et al. (2020) zu dem Fach Gesellschaftslehre auf Basis einer Befragung von Lehrkräften herausarbeiten.</i></p> <p>Die Studie bildet dabei den Einstieg in die Diskussion, welche Probleme und Chancen Lehrkräfte in der Praxis mit einem interdisziplinären Unterrichtsfach wie Gesellschaftslehre verbinden, welche Anforderung dieses Fach an die Studierenden in ihrer späteren Praxis als Lehrkräfte stellt und wie die unterschiedlichen Fachperspektiven laut Curriculum verbunden werden sollen. Letztere Aspekte sollen dabei durch eine Arbeit mit dem Curriculum für das Fach Gesellschaftslehre angestoßen werden.</p>	
	45 Min.	<p><u>Arbeit mit dem Kerncurriculum (Gesellschaftslehre)</u></p> <p>In der Gruppenarbeitsphase soll das aktuelle Kerncurriculum für das Fach Gesellschaftslehre mithilfe der in den vorherigen Sitzungen erschlossenen Perspektiven kritisch betrachtet werden. Die Arbeit kann erneut in Kleingruppen (3-5 Studierende) erfolgen. Die Aufgaben könnten wie folgt lauten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lesen Sie den Auszug aus dem Kerncurriculum für Gesellschaftslehre (S. 5-10; S. 15) und beantworten Sie folgende Fragen 	-Kerncurriculum Gesellschaftslehre

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Welche Kompetenzen sollen im Fach Gesellschaftslehre gefördert werden? ○ Inwiefern werden politikdidaktische Ziele und Kompetenzdimension (vgl. bspw. Detjen et al., 2004; Goll, 2020) aufgegriffen? ○ Wie werden die jeweiligen Fachperspektiven (Politik, Geschichte, Erdkunde) miteinander verzahnt? ○ Wird das Kerncurriculum den Ansprüchen an politische Bildung als Unterrichtsfach sowie an politische Bildung als Unterrichtsprinzip (bspw. auf Basis von Sander, 1987) gerecht? ○ Verstärkt oder mindert das Kerncurriculum die von Busch et al. (2020) aufgeworfenen Probleme für Lehrkräfte? 	
	20 Min.	<p><u>Vergleich der Ergebnisse und Diskussion</u></p> <p>Die Studierenden stellen die Ergebnisse Ihrer Gruppenarbeiten vor. Ziel ist es hierbei, die Studierenden unterschiedliche Perspektiven auf das Fach Gesellschaftslehre und die in einem Fächerverbund notwendigen Kürzungen am Bereich der politischen Bildung diskutieren zu lassen. Hierzu können auch die im Text von Wolfgang Sander postulierten Ansprüche an politische Bildung als Unterrichtsprinzip können genutzt werden.</p>	-
	5 Min.	<p><u>Offene Fragen</u></p> <p>Geben Sie den Studierenden die Möglichkeit, Fragen zum Inhalt dieser Sitzung oder zum Kurs insgesamt zu stellen.</p>	-
Theoretischer Rahmen	Das Fach Gesellschaftslehre in der Praxis		

Buch et al. (2020) stellen in ihrer Studie die Perspektive von Lehrkräften auf das Fach Gesellschaftslehre sowie ihre Unterrichtserfahrungen dar. Die Autoren kommen dabei zu dem Schluss, dass:

“Den Chancen einer lebendigen Fachkultur und bereichernden Interdisziplinarität stehen handfeste Probleme bei der Umsetzung des anspruchsvollen Fachkonzepts gegenüber. Insbesondere im Bereich der reflektierten Auseinandersetzung und Vernetzung der unterschiedlichen fachlichen Perspektiven, im Verhältnis von fachlichem und überfachlichem Lernen und im produktiven Umgang mit heterogenen Lerngruppen ist erhebliche fachdidaktische Entwicklungsarbeit und konzeptionelle Fundierung notwendig. Zugleich fehlt es offenbar an geeignetem Unterrichtsmaterial und Lehrerhandreichungen, die das interdisziplinäre Arbeiten unterstützen. Ein lohnenswerter Weg, der sich nach den bisherigen Befunden abzeichnet, könnte darin bestehen, die „Weisheit der Praxis“ (Shulman 1986, 11) systematisch in die Theoriebildung einzubeziehen und anhand der vorhandenen guten Praxiserfahrungen Unterrichtsmodelle und -materialien zu sichern, zu verbreiten und weiterzuentwickeln.

Daneben zeigt sich ein deutlicher Bedarf an formaler Professionalisierung für das fächerverbindende Unterrichten. Weder genügen die bisherigen Angebote der ersten und zweiten Ausbildungsphase der fachlichen und fachdidaktischen Qualifikation für das Fach Gesellschaftslehre noch erreichen sie die Studierenden für das Gymnasiallehramt, die ein Gros der späteren Lehrkräfte für das Integrationsfach stellen werden. Neben fachdidaktischen und fachlichen Inhalten sollten dabei auch habituelle Kompetenzen wie das Rollen- und Fachverständnis in den Blick genommen und geprüft werden, inwieweit auch die Studiengänge der Einzelfächer die Auseinandersetzung mit Disziplinarität und interdisziplinärer Zusammenarbeit fördern können.“ (S. 70)

Kerncurriculum Gesellschaftslehre

Insbesondere die Vernetzung unterschiedlicher fachlicher Perspektiven, ein ausgeglichenes Verhältnis von fachlichem und überfachlichem Lernen und die Anbindung an etablierte fachdidaktische Kompetenzmodelle gestaltet sich in der Praxis jedoch als Schwierig. Das niedersächsische Kerncurriculum bietet hier für den Bereich der politischen Bildung gute Anknüpfungspunkte für eine Diskussion mit den Studierenden. Für den Bereich der politischen Bildung heißt es beispielsweise:

“Das Ziel des politisch-ökonomisches Lernens ist die Herausbildung des mündigen Bürgers. Politische und ökonomische Mündigkeit bedeutet die Fähigkeit zu selbstbestimmtem Handeln in sozialer Verantwortung. Die so verstandene Mündigkeit ist eine Bedingung für erfolgreiche Partizipation,

welche die Teilhabe an demokratischen und wirtschaftlich geprägten Prozessen als interventionsfähiger Bürger einschließt, aber auch die Auseinandersetzung mit politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Sachverhalten, Problemen und Interdependenzen ermöglicht. Die zentrale Aufgabe des politisch-ökonomischen Lernens ist es, den Schülerinnen und Schülern Raum für Eigenständigkeit und Verantwortung für Verhalten und Haltung zu geben, aber auch die Selbstreflexion über die Mündigkeit zu ermöglichen. Das politisch-ökonomische Lernen hat bei dieser Aufgabe eine besondere Funktion: Es vernetzt das politische mit dem ökonomischen Denken und ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, in einer komplexen Welt handlungsfähig zu werden. Vor diesem Hintergrund kommen den zentralen didaktischen Prinzipien Kontroversität, Interessenorientierung und Überwältigungsverbot (Beutelsbacher Konsens) besondere Bedeutungen zu. Die Prinzipien können nur im Einklang miteinander wirken. Kontroverses in Wissenschaft und Politik muss auch im Unterricht kontrovers dargestellt werden, um den Weg der Indoktrination nicht zu beschreiten und der Überwältigung des Schülers mit einer Meinung entgegenzuwirken. Das Ziel der Politischen Bildung soll somit die Fähigkeit zur kritischen Stellungnahme, zu Widerspruch und zu Widerstand ermöglichen. In diesem Zuge können aus politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Alternativen eigene Maximen und Urteile gebildet und nicht nur Bestehendes bestätigt werden (S. 10).“

(...)

Mündigkeit ist das oberste und verbindliche Leitziel des Gesellschaftslehreunterrichts. Schülerinnen und Schüler können aus dem erworbenen Wissen sowie mittels ihrer Fertigkeiten (inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen) bewusste, begründete und nachhaltige Handlungen vollziehen, so dass Partizipation erreicht wird. Diese zeigt sich in der Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler zum aktiven und reflektierten politischen, geschichtskulturellen und raumwirksamen Handeln. So bietet der Gesellschaftslehreunterricht eine Probephöhne für gesellschaftliche Aushandlungsprozesse (S. 15).

Zwar werden hier relevante Bezugsgrößen der politischen Bildung, wie der Beutelsbacher Konsens, erwähnt, die Kompetenzen für mündige Bürgerinnen und Bürger, die im Zuge des Faches gefördert werden sollen, verbleiben jedoch vage. Anders in den fachlichen Curricula (bspw. für das Fach Politik/Wirtschaft), in denen die erwarteten Kompetenzen den Kompetenzbereichen Sach-, Methoden- und Urteilskompetenz zugeordnet und für die Sachkompetenz notwendige Fach- und Basiskonzepte zugeordnet werden. Ob die im KC für das Fach Gesellschaftslehre erwähnten „strukturierenden Aspekte“ denselben Beitrag leisten, kann diskutiert

	werden. Die Prämisse das Fach als „Probephöhne“ für gesellschaftliche Aushandlungsprozesse zu verstehen kann dabei an Diskussion um über die Rolle der demokratischen Schule und der Demokratiepädagogik für die politische Bildung angeschlossen werden.
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> • Kerncurricula
Leseaufgaben	Aufgabe für die nächste Sitzung: <i>Welche Themenbereiche für politische Lernprozesse werden in den Texten von Dittmer (2023) und Wintersteiner (2023) angesprochen?</i>
Literatur	<p><u>Diese Sitzung:</u></p> <p>Busch, M., Dittgen, M. W., & Mönter, L. O. (2020). Das Integrationsfach Gesellschaftslehre in der Praxis. Professionalisierung, Fachkultur und Entwicklungspotenziale aus der Lehrendenperspektive. <i>zeitschrift für didaktik der gesellschaftswissenschaften</i>, 11(2), 54-71</p> <p><u>Weiterführende Literatur</u></p> <p>Ziegler, B. (2018). Politische Bildung im fächerübergreifenden Unterricht. In: Manzel, S., Oberle, M. (eds) Kompetenzorientierung. Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16889-6_4</p> <p>Niedersächsisches Kultusministerium. (2020). Niedersächsisches Kultusministerium Kerncurriculum für die Integrierte Gesamtschule Schuljahrgänge 5 – 10 - Gesellschaftslehre. Hannover.</p> <p><u>Kommende Sitzung:</u></p> <p>Dittmer, A. (2023). Vielfalt, Varianz und Prototypen: Diversität als Gegenstand eines wissenschaftspropädeutisch reflektierten und politischen Biologieunterrichts. <i>PraxisForschungLehrer*innenBildung. Zeitschrift für Schul- Und Professionsentwicklung. (PFLB)</i>, 5(2), 45–61. https://doi.org/10.11576/pflb-6203</p> <p>Wintersteiner, W. (2023). „Widerstand mit vielleicht veralteten Mitteln“: Literatur. Bildung. Politik. <i>Didaktik Deutsch</i>, 28(54), 35–47. https://doi.org/10.21248/dideu.668</p>

Siebte Sitzung

Titel	Interdisziplinäre politische Bildung – Weitere Fächer		
Länge	90 Minuten		
Ziel der Sitzung	In dieser Sitzung sollen die Studierenden die Verbindung zwischen politischer Bildung und weiteren Fächern, wie dem Deutschunterricht oder dem Biologieunterricht, kennenlernen.		
Empfohlener Zeitplan	Zeitplan	Inhalt	Materialien

	40 Min.	<p><u>Einstieg</u></p> <p>Als Einleitung in diese Sitzung kann erneut die Studienleistungsaufgabe genutzt werden. Diese lautete folgendermaßen:</p> <p><i>Welche Themenbereiche für politische Lernprozesse werden in den Texten von Dittmer (2023) und Wintersteiner (2023) angesprochen?</i></p> <p>Da die Autoren beider Texte weniger direkt über unterrichtliche Umsetzungsmöglichkeiten und mehr über das eigene Fachverständnis und die politische Dimension des Biologie- und Deutschunterrichts schreiben, erscheint es sinnvoll, mit den Studierenden zentrale Prämissen der Texte und die Perspektive der politischen Bildung auf diese zu diskutieren. Grundsätzlich ist es möglich, die folgende Praxisphase auszuweiten und an praktischen Umsetzungsmöglichkeiten interdisziplinärer politischer Bildungsprozesse arbeiten zu lassen, es erscheint hier jedoch sinnvoll, das Fachverständnis der politischen Bildung und die Anschlussfähigkeit an die in den Texten vorgestellten Zugänge zu besprechen. Entsprechend sollten für diese Phase weitere Fragen zu den Texten vorbereitet werden, um das Unterrichtsgespräch anzuregen. Hierbei sind eigene Schwerpunktsetzungen möglich. Folgende Fragen zum Text können unter anderem gestellt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Wie beschreibt Dittmer (2023) Diversität aus seiner fachlichen Perspektive? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Welchen Stellenwert nimmt Diversität für ihn für das Fach Biologie ein? ▪ Welche Perspektiven hat die politische Bildung auf den Aspekt der Diversität? ○ Wie sind für den Autor Ethik und Biologiedidaktik verbunden? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Welche ethischen Bezugspunkte werden in der Politikdidaktik diskutiert? 	-Literatur
--	---------	--	------------

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Wie steht der Autor zu Kompetenzen und Bildungsstands? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Werden die von ihm angesprochenen Aspekte durch politikdidaktische Kompetenzmodelle abgedeckt? ○ Wie lässt sich der Standpunkt des Autors mit den Ausführungen Sanders zur politischen Bildung als Unterrichtsprinzip (1987) verbinden? ○ Welchen Stellenwert haben die von ihm angesprochenen Themengebiete (Nachhaltigkeit, Antirassismus, Sexualität) in der politischen Bildung (für Sie)? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Welchen Beitrag kann die politische Bildung hier leisten? ○ Welche politischen Dimensionen des Deutschunterrichts spricht Wintersteiner (2023) an? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gibt es für diese politikdidaktische Anknüpfungspunkte? (Bspw. die von Sander (2014) benannten Grundmuster?) ○ Welches Verständnis von Deutschunterricht befürwortet der Autor? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ergeben sich hieraus (praktische) Anknüpfungspunkte für politische Bildungsprozesse? ○ Welche Perspektive auf Kompetenzorientierung vertritt der Autor? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gibt es anschlussfähige Diskurse in der politischen Bildung (kritische pol. Bildung bspw.) ○ Welchen Beitrag zur Demokratie sollte/kann der Deutschunterricht dem Autor zufolge leisten? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gibt es anschlussfähige Diskurse in der politischen Bildung? (Demokratiepädagogik?) 	
--	--	---	--

		<ul style="list-style-type: none"> Wie kann man das mit politischen Bildungsprozessen (im engeren Sinne) verbinden? 	
	25 Min.	<p><u>Praktische Anknüpfungspunkte</u></p> <p>Im nächsten Schritt werden die Studierenden dazu aufgefordert, in Kleingruppen (3-5 Studierende) die diskutierten Anknüpfungspunkte in praktische Unterrichtsideen zu überführen. Diese sollen hier oberflächlich verbleiben, je nach vorhandener Zeit kann diese Aufgabe jedoch auch ausgeweitet und den Studierenden mehr Zeit eingeräumt werden. Die Studierenden könnten hierbei erneut mit den Curricula für das Fach Politik arbeiten, konkrete Unterrichtsstunden erarbeiten und ihre Ergebnisse visualisieren.</p> <p>Die Aufgaben für die Studierenden könnten folgendermaßen lauten:</p> <ul style="list-style-type: none"> Finden Sie sich in Kleingruppen zusammen und überlegen Sie sich ein Thema für eine Unterrichtsstunde, die Politikunterricht mit Biologie/Deutsch verbindet. Formulieren Sie Lernziele für die Schülerinnen und Schüler, die für beide Fächer geeignet sind. 	Ggf. -Flipchartpapier -Filzstifte -Curricula
	20 Min.	<p><u>Vergleich und Diskussion</u></p> <p>Die Studierenden stellen die Ergebnisse Ihrer Gruppenarbeiten vor und geben einander Feedback. Sie können in der Diskussion bestimmte Aspekte der Texte, die im Vorfeld besprochen wurden, aufgreifen oder Bezüge für den Kriterien für politische Bildung als Unterrichtsprinzip von Sander (1987) herstellen.</p>	Ggf.: -Pinboard -Reißzwecken -Klebeband
	5 Min.	<p><u>Offene Fragen</u></p> <p>Geben Sie den Studierenden die Möglichkeit, Fragen zum Inhalt dieser Sitzung oder zum Kurs insgesamt zu stellen, die in der Sitzung nicht behandelt wurden.</p>	-
Theoretischer Rahmen	<p>Diversität als Gegenstand eines wissenschaftspropädeutisch reflektierten und politischen Biologieunterrichts</p> <p>Dittmer (2023) nutzt das Thema der Diversität um auf den politischen Charakter des Biologieunterrichts hinzuweisen. Der Autor leitet seine Überlegungen dabei folgendermaßen ein:</p>		

“Diversität ist politisch. Die Anerkennung und Wahrung von Diversität in einer demokratisch verfassten, pluralistischen und offenen Gesellschaft ist in pädagogischen und politischen Diskursen ein vielschichtiger und auch viel diskutierter normativer Orientierungsrahmen. Zugleich ist Diversität ein zentrales Konzept der Biologie und der Erhalt biologischer Diversität ist in Anbetracht von Artensterben und der Gefährdung zahlreicher Ökosysteme im politischen Diskurs über Natur- und Klimaschutz – oder zuletzt auch in der Diskussion über das Risiko von Pandemien durch Zoonosen – ein normatives Ziel.

(...)

Somit positioniert sich der Beitrag für ein Verständnis naturwissenschaftlicher Bildung, welches die Emanzipation der Bildungssubjekte und gesellschaftliche Teilhabe und Verantwortungsübernahme im Vordergrund schulischer Bildungsarbeit sieht. Das Aufgreifen ethischer Fragen als ein fachinhärentes Anliegen anzusehen, soll die Bereitschaft fördern, mit dem Selbstverständnis als Biologielehrkraft ethische Kontroversen nicht als fachfremd zurückzuweisen, obgleich man sich als Lehrkraft eines naturwissenschaftlichen Unterrichtsfaches nur bedingt hierfür ausgebildet und tendenziell überfordert fühlt (Mrochen & Höttecke, 2012; Steffen, 2015).“ (S. 46)

Der Autor greift dabei auch Argumentationslinien über den vermeintlichen unpolitischen Charakter der Naturwissenschaften auf, die auch in ähnlicher Art und Weise von Sander (1987) geäußert wurden:

“Auf einen neutralen naturwissenschaftlichen Unterricht, der auf einer vermeintlichen Wertfreiheit der Naturwissenschaften gründet, können Lehrkräfte sich nicht zurückziehen. Es ist einer der Mythen über Naturwissenschaften (McComas, 1998), wenn sie als wertfrei und im naiven Sinne als besonders *objektiv* beschrieben werden. Wissenschaft hat ihre eigenen Werte und Normen und als soziale Institution folgt sie den idealisierten Leitbildern eines „organisierten Skeptizismus“ (Höttecke, 2017, S. 23), wie beispielsweise Transparenz, Zuverlässigkeit, Gründlichkeit oder die Gewährleistung unbefangener und kritischer Intersubjektivität. So ist Wertfreiheit wissenschaftstheoretisch ein Mythos und Wertneutralität politisch auch nicht erwünscht, wenn es beispielsweise um Rassismus, Sexismus oder andere Diskriminierungen geht.” (S. 48).

Neben einer Diskussion der Eignung aktueller Kompetenzmodelle für das Aufgreifen der politischen Dimension des Biologieunterrichts argumentiert der Autor unter anderem für eine stärkere Diskussionskultur und die Förderung von Empathie im Biologieunterricht. Der Autor führt hierzu folgendes aus:

Um ethisch sensiblen Themen gerecht zu werden, bedarf es einer Unterrichts- und Diskussionskultur, die Raum für Empathie, Nachdenklichkeit, den persönlichen Rück-zug oder auch den Vorwurf gibt. Eine gemeinsame Auseinandersetzung mit Diversität und Diskriminierung bedarf der Offenheit, Sensibilität und Fehlerfreundlichkeit. Und was so freundlich und bejahend klingt und pädagogisch selbstverständlich wirkt, ist nicht trivial, weil Schüler*innen wie Lehrkräfte systemisch in diskriminierende Strukturen in-volviert sind. Denn es ist nicht unwahrscheinlich, dass beispielsweise die Thematisierung von Rassismus oder Sexismus zugleich auch die Reproduktion von Differenzkategorien mit sich bringt (vgl. den Beitrag von König, S. 29–44 in diesem Heft). (S. 55)

Literatur. Bildung. Politik.

Wintersteiner (2023) bespricht in seinem Beitrag die politische Dimension des Deutschunterrichts und die hiermit verbundenen fachdidaktischen Zugänge zu dem Fach Deutsch und relevanten Themenfeldern der Deutschdidaktik. Hierfür führt er unter anderem fünf Aspekte an: Porto (2018) presents an approach highlighting the integration of certain aspects of citizenship education into the language learning classroom:

“Deutsch ist ein Schulfach, seine Kanonisierung und seine Stellung innerhalb des Fächerkanons ist das Ergebnis einer politischen Entscheidung. Es ist staatlich gewollt, dass dieses Fach unterrichtet wird, während es als staatliches Geschenk an die Jugend präsentiert wird. (...)

Das Fach Deutsch ist nicht nur das Resultat bildungspolitischer Entscheidungen, es ist auch – ob intentional oder nicht, ob auf seine Inhalte bezogen oder nicht – unweigerlich ein Element der politischen Bildung, die in der Schule erfolgt, durch die Existenz der Institution wie auch durch das Verhalten der in ihr tätigen Menschen, vor allem natürlich der Lehrkräfte. Es gibt keine unpolitische Bildungsarbeit. (...)

Die beiden genannten Aspekte gelten selbstredend für alle Fächer. Hinzu kommt, dass das Fach Deutsch, der Sprach-, Literatur- und Medienunterricht, eben selbst genuin politisch ist. Es verdankt seine Kanonisierung zu Beginn des 19. Jahrhunderts gerade diesem politischen Charakter, damals der Aussicht auf Bildung national eingestellter Staatsbürger (und kaum erst Staatsbürgerinnen). „Nichts hat die Entwicklung des Deutschunterrichts vom ausgehenden 18. Jahrhundert bis zum Ende des Nationalsozialismus stärker bestimmt als die Überzeugung, daß es seine höchste Aufgabe sei, alle Schüler zu einem bewußten Deutschtum zu erziehen“, schreibt Hans Joachim Frank in seiner *Geschichte des Deutschunterrichts* (Frank 1973: 375).

	<p>Nicht nur das <i>Fach</i> Deutsch an sich ist politisch, sondern es ist zudem politisch aufgrund des politischen Charakters seiner <i>Gegenstände</i> Sprache, Literatur, Medien – unabhängig davon, wie diese in einem Schulfach präsentiert werden, und weit über die Möglichkeiten des Fachunterrichts hinaus. (...)</p> <p>Deutschdidaktik ist die wissenschaftliche Reflexionsinstanz des Deutschunterrichts, somit kommt ihr – über das Gesagte hinaus – eine eigenständige politische Bedeutung zu. Die Entstehung der modernen Deutschdidaktik in den 1960er und 1970er Jahren ist zugleich ein Bewusstwerden ihrer eigenen politischen Dimension, sie wäre nicht oder nicht in der Weise, wie sie sich heute darstellt, zur Wissenschaft geworden, hätte es diesen Bewusstseinsprozess nicht gegeben.“ (S. 36)</p> <p>Der Autor erläutert hieran angeschlossen neben Exkursen zur geschichtlichen Entwicklung der Deutschdidaktik und politischen Diskursen innerhalb der Disziplin, Anknüpfungspunkten zu politischer Theorie (bspw. Rancière) und dem Diskurs von politischen Themenfeldern, die im Rahmen der Deutschdidaktik einer verstärkten Bearbeitung erfordern - wie die Ökonomisierung der Gesellschaft oder postkoloniale Herausforderungen – auch den Gehalt des Deutschunterrichts für die Demokratie, den er folgendermaßen beschreibt: nReferring to Byram et al. (2017), she highlights three characteristics of an intercultural citizenship project in the language classroom:</p> <p>„Ich schließe mit wenigen Worten. Edgar Morin hat den Begriff der <i>kognitiven Demokratie</i> eingeführt, um die bildungspolitischen und pädagogischen Voraussetzungen eines funktionierenden demokratischen Lebens zu betonen (Morin 2004: 193-197). Ohne ausreichendes Wissen von Zusammenhängen, besser noch: ohne die Fähigkeit, diese Zusammenhänge herzustellen, so sein Argument, können die Staatsbürger*innen nicht als solche handeln. Dies ist umso wichtiger angesichts der grassierenden Wissenschaftsfeindlichkeit, die spätestens mit der Covid-19-Krise zutage getreten ist.</p> <p>Der Literaturunterricht kann zweifelsohne zur <i>kognitiven Demokratie</i> beitragen. Aber er kann noch mehr. Er kann auch die <i>emotionale Demokratie</i> befördern, denn, um mit Ernst Fischer zu sprechen, es ist die Eigenschaft und das Geheimnis der Literatur, „den ganzen Menschen zu ergreifen, die Teilnahme des Ich an fremdem Dasein und Schicksal zu ermöglichen, es zu befähigen, sich mit dem andren zu identifizieren, sich zu eigen zu machen, was es nicht ist und dennoch zu sein vermag“ (Fischer 1985: 17). Und ohne <i>emotionale Demokratie</i> kann es wohl überhaupt keine Demokratie geben.“ (S. 44)</p>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> • Laptop, Projektor oder Smartboard, Power-Point

	<ul style="list-style-type: none"> • Flipchartpapier, Moderationskarten, Filzstifte, Pinnwand, Reißzwecken, Klebeband
Leseaufgaben	<p>Aufgabe für die nächste Sitzung:</p> <p><i>Beschreiben Sie auf Basis der Texte von Ernest (2018) sowie Reiß & Hammerer (2021) die Ziele des Mathematikunterrichts.</i></p>
Literatur	<p><u>Diese Sitzung:</u></p> <p>Dittmer, A. (2023). Vielfalt, Varianz und Prototypen: Diversität als Gegenstand eines wissenschaftspropädeutisch reflektierten und politischen Biologieunterrichts. <i>PraxisForschungLehrer*innenBildung. Zeitschrift für Schul- Und Professionsentwicklung.</i> (PFLB), 5(2), 45–61. https://doi.org/10.11576/pflb-6203</p> <p>Wintersteiner, W. (2023). „Widerstand mit vielleicht veralteten Mitteln“: Literatur. <i>Bildung. Politik. Didaktik Deutsch</i>, 28(54), 35–47. https://doi.org/10.21248/dideu.668</p> <p><u>Kommende Sitzung:</u></p> <p>Ernest, P. (2018). The Philosophy of Mathematics Education: An Overview. In P. Ernest (Ed.), <i>The Philosophy of Mathematics Education Today</i> (pp. 13–38). Springer International Publishing.</p> <p>Reiss, K., & Hammer, C. (2021). <i>Grundlagen der Mathematikdidaktik</i>. Springer International Publishing . https://doi.org/10.1007/978-3-030-65429-0 (Seiten 3-16; 133-145)</p>

Achte Sitzung

Titel	Einführung in die Mathematikdidaktik – Prinzipien und Kompetenzen		
Länge	90 Minuten		
Ziel der Sitzung	Im Rahmen dieses Kurses werden die Mathematikdidaktik und die Verbindungsmöglichkeiten zwischen mathematischer Bildung und politischer Bildung ausführlicher beleuchtet. Entsprechend ist es das Ziel dieser Sitzung, die Studierenden mit ausgewählten Grundlagen und Diskursen der Mathematikdidaktik vertraut zu machen.		
Empfohlener Zeitplan	Zeitplan	Inhalt	Materialien
	10 Min.	<p><u>Einstieg</u></p> <p>Es kann erneut die Studienleistungsaufgabe als Einstieg in die Sitzung genutzt werde. Diese lautete:</p> <p><i>Beschreiben Sie auf Basis der Texte von Ernest (2018) sowie Reiß & Hammerer (2021) die Ziele des Mathematikunterrichts.</i></p>	-Literatur

		<p>Hierbei ist jedoch zu beachten, dass der Text von Ernest recht dicht und durch die englische Sprache und das Fachgebiet der Mathematikdidaktik für einige Studierende nicht einfach zu erschließen ist. Der Text von Reiß & Hammer (2021) bieten einen einfacheren Einstieg, fokussiert sich aber stark auf die Unterrichtspraxis und bieten entsprechenden keinen so globalen Überblick wie der Text von Ernest (2018). Abhängig von der Leistungsstärke der Lerngruppe kann es sinnvoll sein, den Text von Ernest als vertiefende Literatur zu empfehlen und den Text von Reiß & Hammer lesen zu lassen oder den Text von Ernest gänzlich zu streichen. Alternativ sind eine verstärkte Textarbeit im Seminar oder eine Ausweitung auf zwei Sitzungen möglich. Die anschließenden Arbeitsschritte lassen sich dabei unabhängig von den zu lesenden Texten durchführen.</p>	
50 Min.	<p><u>Concept-Mapping</u></p> <p>Die Arbeitsaufgabe dieser Sitzung schließt an die zweite Sitzung dieses Seminars an. Die Studierenden sollen auf Basis des Texts/der Texte erneut eine Concept Map zur Fachverständnis der mathematischen Bildung anfertigen. Die Aufgabe lautet entsprechend wie folgt:</p> <p><i>Fertigen Sie auf Basis der beiden gelesenen Texte eine Concept Map zu dem Fachverständnis sowie den zentralen Diskursen und Kompetenzen der mathematischen Bildung an.</i></p> <p>Die Studierenden sollten sich erneut in kleinen Gruppen (circa 3-5 Studierende) zusammenfinden und mit der Arbeit an ihrer Concept Map beginnen.</p>	<p>-Flipchartpapier -Moderationskarten -Filzstifte</p>	
25 Min.	<p><u>Vergleich der Ergebnisse und Diskussion</u></p> <p>Die Concept Maps werden im Seminarraum verteilt. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Ergebnisse zu vergleichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gruppenpuzzle, das mit einem Rundgang verbunden ist. Die Gruppen werden so zusammengestellt, dass in jeder Gruppe ein/e Student/in für jede Concept Map vertreten ist. Die Gruppen gehen anschließend durch 	<p>-Pinnwand -Reißzwecken -Klebeband</p>	

		<p>den Seminarraum und erläutern sich gegenseitig die jeweiligen Concept Maps.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sie könnten individuelle Präsentationen durchführen, bei denen die Studierenden ihre Arbeitsergebnisse der gesamten Gruppe vorstellen. <p>Anschließend können Sie Aspekte der Texte, die von den Studierenden nicht aufgegriffen wurden, ergänzen und diskutieren lassen. Bei einer Ausweitung dieser Aufgabe auf zwei Sitzungen kann im Anschluss ein Vergleich mit den in der zweiten Sitzung erarbeiteten Concept Maps zur politischen Bildung erfolgen. Die Studierenden sollen hier Unterschiede und Gemeinsamkeiten sowie Anknüpfungspunkte für fächerübergreifendes Unterrichten identifizieren.</p>	
	5 Min.	<p><u>Offene Fragen</u> Geben Sie den Studierenden die Möglichkeit, Fragen zum Inhalt dieser Sitzung oder zum Kurs insgesamt zu stellen, die in der Sitzung nicht behandelt wurden.</p>	-
Theoretischer Rahmen	<p>Philosophy of mathematics education Ernest (2018) beschreibt die grundsätzliche Philosophie der mathematischen Bildung folgendermaßen:</p> <p>“Understood in its simplest sense mathematics education is about the practice or activity of teaching mathematics. The philosophy of some activity or domain is its aim, rationale or underlying purpose. So the simplest sense of ‘philosophy of mathematics education’ concerns the aim or rationale behind the practice of teaching mathematics. This issue is a vitally important one, central to the philosophy of mathematics education, as well as to mathematics education as a whole. The purpose of teaching mathematics also implicates the aim of learning mathematics, because learning is inseparable from teaching, although they can be conceived of separately. In practice an active teacher presupposes one or more learners, and only in pathological situations can one have teaching without learning. However, the converse does not hold, for informal learning is often self-directed and takes place without explicit teaching.” (p. 14)</p> <p>(...)</p> <p>“So the philosophy of mathematics education should also be understood to include the application of philosophical concepts and methods, such as a</p>		

critical attitude to claims as well as detailed conceptual analyses of the concepts, theories, methodologies or results of mathematics education research, and mathematics itself (Ernest, 1998; Skovsmose, 1994).” (p. 15)

Um diese Aussagen zu verdeutlichen, stellt Ernest verschiedene Themenbereiche und die mit ihnen verbundenen Fragen und Kontroversen dar:

- Question 1: What Is Mathematics?
- Question 2. How Does Mathematics Relate to Society?
- Question 3: What is Learning and Learning Mathematics, in Particular?
- Question 4. What is Teaching and Teaching Mathematics, in Particular?
- Question 5: What is the (Philosophical) Status of Mathematics Education as Knowledge Field?

Zu jeder dieser Fragen gibt der Autor eine Beschreibung der wesentlichen Kontroversen. Die fünfte Kontroverse bezieht sich beispielsweise auf die Verbindung von Mathematikunterricht, Mathematik und Erziehungswissenschaften:

“**Controversy 5:** Should mathematics education, as a university discipline, be accommodated within education departments or mathematics departments? Different countries answer this in different ways, and are not always fully consistent within themselves. This question matters, for location in a mathematics department within a scientific faculty often brings significantly better resourcing than housing in an education department, within a social science faculty. However, in some traditional mathematics departments mathematics specialists are looked down upon as not being ‘real mathematicians’, whereas in many education departments mathematics educationists are on a par with their education colleagues.” (p. 23)

Darüber hinaus diskutiert Ernest (2018) auch unterschiedliche Forschungsansätze und der Theorien der Mathematikdidaktik:

“The questions listed above interrogate and problematise the practices of teaching and learning mathematics and related issues from a low- or non-theoretical perspective. Starting from questions in this way represents a ‘bottom up’ introduction to the scope and nature of the philosophy of mathematics education. Simply speaking, this is putting practice before theory. In contrast, a ‘top down’ approach can use the branches of philosophy to provide conceptual frameworks for analysing philosophical concerns in research in mathematics education. In what follows, research and theories in

mathematics education are analysed according to the branches of philosophy they draw upon, including metaphysics and ontology, epistemology, social and political philosophy, ethics, methodology, and aesthetics. (p. 25)”

(...)

From the bottom-up perspective one can characterize the area in terms of questions such as: What are the aims and purposes of teaching and learning mathematics? What is mathematics? How does mathematics relate to society? What is learning mathematics? What is mathematics teaching? What is the status of mathematics education as knowledge field? Using a ‘top down’ perspective the field can be characterised based on the branches of philosophy involved. Looking briefly into the contributions of ontology and metaphysics, aesthetics, epistemology and learning theory, social philosophy, ethics, and the research methodology of mathematics education reveals both how rich and deep the contributions of philosophy are to the theoretical foundations of our field of study.” (p. 33)

Grundlagen der Mathematikdidaktik

Reiss & Hammer (2021) decken in ihrem Text unterschiedliche Bereiche des Mathematikunterrichts ab. Für eine Einführung im Kontext dieses Seminars erscheinen dabei vor allem die Ziele des Mathematikunterrichts und die hiermit verbundenen Bildungsstandards und Kompetenzen relevant. Beide Aspekte bieten einen Anschluss an die zuvor für die politische Bildung diskutierten Themenbereiche. Einige Aspekte bieten dabei einen direkten Anschluss an politikdidaktische Diskurse. So beispielsweise der folgende Abschnitt:

“Die eigene Vernunft kritisch zu gebrauchen ist sicher nicht nur ein Ziel des Mathematikunterrichts, aber in diesem Kontext vielleicht leichter anzugehen als in anderen Fächern. Damit ist beispielsweise verbunden, Behauptungen, Schlussfolgerungen oder Werturteile nicht einfach als gegeben hinzunehmen, sondern sie zu hinterfragen, mögliche Widersprüche zu erkennen, Unstimmigkeiten zu identifizieren und dabei dem eigenen, rational gefällten Urteil zu vertrauen. Die Mathematik kann hier einen besonderen Beitrag leisten, weil subjektive Ansichten nicht zählen und ohne den Rückgriff auf Autoritäten entschieden werden muss, ob eine Aussage richtig oder falsch ist.

(...)

Auch wenn der Gebrauch kritischer Vernunft wie geschaffen für den Mathematikunterricht scheint, sollte nicht vergessen werden, dass die Mathe-

	<p>matik keine starre Wissenschaft ist. Sie ist in einen gesellschaftlichen Kontext eingebunden, ein sich weiter entwickelndes Forschungsfeld und „keineswegs eine Sammlung unveränderlicher Wahrheiten“ (S. 8 f.)</p>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> • Laptop, Projektor oder Smartboard, Power-Point • Flipchartpapier, Moderationskarten, Filzstifte, Pinnwand, Reißzwecken, Klebeband
Leseaufgaben	<p>Aufgabe für die nächste Sitzung: <i>Beschreiben Sie die in den Texten beschriebenen Funktionen von Modellen und die Schritte eines Modellierungskreislaufs.</i></p>
Literatur	<p><u>Diese Sitzung:</u> Ernest, P. (2018). The Philosophy of Mathematics Education: An Overview. In P. Ernest (Ed.), <i>The Philosophy of Mathematics Education Today</i> (pp. 13–38). Springer International Publishing. Reiss, K., & Hammer, C. (2021). <i>Grundlagen der Mathematikdidaktik</i>. Springer International Publishing . https://doi.org/10.1007/978-3-030-65429-0 (Seiten 3-16; 133-145)</p> <p><u>Kommende Sitzung:</u> Greefrath, G., Kaiser, G., Blum, W., Borromeo Ferri, R. (2013). Mathematisches Modellieren – Eine Einführung in theoretische und didaktische Hintergründe. In: Borromeo Ferri, R., Greefrath, G., Kaiser, G. (eds) <i>Mathematisches Modellieren für Schule und Hochschule. Realitätsbezüge im Mathematikunterricht</i>. Springer Spektrum, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-01580-0_1</p>

Neunte Sitzung

Titel	Einführung in die Mathematikdidaktik – Modellierungen		
Länge	90 Minuten		
Ziel der Sitzung	Angeschlossen an die letzte Sitzung sollen die Studierenden in dieser Sitzung einen vertieften Einblick in das mathematische Modellieren erhalten und die Kompetenz des Modellierens an politikdidaktische Kompetenzen anschließen.		
Empfohlener Zeitplan	Zeitplan	Inhalt	Materialien
	15 Min.	<p><u>Einführung</u> Es kann erneut die Studienleistungsaufgabe als Einstieg in die Sitzung genutzt werden. Diese lautete: <i>Beschreiben Sie die unterschiedlichen Funktionen von Modellen und die Schritte eines Modellierungskreislaufs.</i></p>	-Literatur

		<p>Es kann jedoch auch von Vorteil sein, den Studierenden mithilfe einer kurzen PowerPoint-Präsentation zentralen Aspekte des Textes zusammenfassend vorzustellen oder anhand ausgewählter Fragen zentrale Aspekte des Textes zu besprechen. Beispielsweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Welche Funktionen von Modellen unterscheiden Greefrath et al.</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Wie unterscheiden sich diese voneinander?</i> • <i>Was sind die Ziele des Modellierens?</i> • <i>Welche Kompetenzen sollen beim Modellieren geschult werden?</i> • <i>Welche Aufgabenkategorien gibt es?</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Wie unterscheiden sich diese von Aufgaben im Politikunterricht?</i> <p>Hieran angeschlossen die Studierenden die Kompetenz des mathematischen Modellierens mit zentralen politikdidaktischen Kompetenzen in Verbindung setzen und die Methode des mathematischen Modellierens an die von Sander beschriebenen Prinzipien für politische Bildung als Unterrichtsprinzip anknüpfen.</p>	
	45 Min.	<p><u>Mathematisch-politische Bildung</u></p> <p>Die Aufgabe dieser Sitzung besteht darin, das Modellieren als Kompetenz zu erschließen und Teilaspekte herauszugreifen, die für die politische Bildung und die Förderung politikdidaktischer Kompetenzen fruchtbar erscheinen. Die Studierenden sollen dabei in Kleingruppen (3-5 Studierende) folgende Aufgabe lösen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <i>Arbeiten Sie mithilfe des Textes Perspektiven und Formen des Modellierens heraus, die für die politische Bildung anschlussfähig erscheinen</i> 2) <i>Finden Sie, gerne mithilfe des Kerncurriculums, Themenfelder, die für das mathematische Modellieren geeignet erscheinen</i> 	<p>Ggf: -Flipchartpapier -Filzstifte</p> <p>Ggf: -Politikcurricula</p>

		<p>a. <i>Entwickeln Sie eine Idee für einen verbindende Unterrichtsstunde oder Einheit</i></p> <p>b. <i>Beschreiben Sie hierbei auch die politikdidaktischen Kompetenzen, die im Rahmen einer unterrichtlichen Bearbeitung gefördert werden können.</i></p> <p>Der Text beschreibt unterschiedliche Formen des Modellierens, die für die politische Bildung anschlussfähig erscheinen. Dies beinhaltet einerseits die Verbindung von Mathematik und der demokratischen Gesellschaft (S. 20), das begriffliche oder sozio-kritische Modellieren (S. 22). Die Kerncurricula bieten dabei durchaus anschlussfähige Themenbereiche, beispielsweise in der Mittelstufe das kriterienorientierte überprüfen von Konsumententscheidungen, Preisbildungsprozesse, das Wahlsystem der Bundesrepublik Deutschland oder in der Oberstufe die Quantifizierung umweltschädlicher Effekte und die zu ihrer Eindämmung genutzten umweltpolitischen Instrumente. Die Studierenden können hierbei diskutieren, ob mathematische Modellierungskompetenzen Teil einer methodischen, sachbezogenen oder urteilsbezogenen (politischen) Kompetenz darstellen.</p>	
	25 Min.	<p><u>Vergleich der Ergebnisse und Diskussion</u></p> <p>Die Studierenden stellen die Ergebnisse Ihrer Gruppenarbeiten vor und geben einander Feedback. Sie können die Diskussion auch mehr in Richtung der zentralen Kompetenzen der politischen Bildung lenken, die im Rahmen des Seminars behandelt wurden, und eine Diskussion über die Notwendigkeit mathematischer Kompetenzen für einen demokratischen Bürgerinnen und Bürger anstoßen.</p>	<p>Ggf:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Pinboard -Reißzwecken -Klebeband
	5 Min.	<p><u>Offene Fragen</u></p> <p>Geben Sie den Studierenden die Möglichkeit, Fragen zum Inhalt dieser Sitzung oder zum Kurs insgesamt zu stellen, die in der Sitzung nicht behandelt wurden.</p>	-
Theoretischer Rahmen	<p>Mathematisches Modellieren</p> <p>Gilbert Greefrath, Gabriele Kaiser, Werner Blum und Rita Borromeo Ferri (Greefrath et al., 2013) geben in ihrem Text einen Einblick in den Prozess des</p>		

	<p>mathematischen Modellierens und die damit verbundenen im Mathematikunterricht geförderten Kompetenzen. Die Modellierung beschreibt dabei einen Aspekt der angewandten Mathematik, bei dem die Konstruktion eines mathematischen Modells stattfindet. Ein Modell ist den Autoren zufolge dabei:</p> <p>“(...) eine vereinfachende, nur gewisse, hinreichend objektivierbare Teilaspekte berücksichtigende Darstellung der Realität (Henn & Maaß, 2003, S. 2), auf die mathematische Methoden angewandt werden können, um mathematische Resultate zu erhalten. Ganz formal gesehen kann ein mathematisches Modell als ein Tripel (R, M, f) angesehen werden, bestehend aus einem gewissen Ausschnitt R der Realität, einer Teilmenge M der mathematischen Welt und einer geeigneten Abbildung f von R nach M (vgl. Niss, Blum & Galbraith, 2007).“ (S.12)</p> <p>(...)</p> <p>Mathematische Modelle können nach ihrer beabsichtigten Verwendung klassifiziert werden. Es gibt mathematische Modelle, die für gewisse reale Problemsituationen als „Vorbild“ dienen sollen, wie etwa bei der Festlegung von Steuern. Sie werden normative Modelle genannt. Daneben gibt es Modelle, die als „Nachbild“ verwendet werden, wie etwa bei der Beschreibung der Planetenbahnen. Sie heißen deskriptive Modelle (Freudenthal, 1978, S. 128). Solche Modelle lassen sich auch für Vorhersagen verwenden. Des Weiteren können Modelle auch Beobachtungen beeinflussen, Axiomatisierungen unterstützen, Einsichten fördern und Sachverhalte erklären (Davis & Hersh, 1986, S. 77; Henn, 2002, S. 6).“ (S. 13)</p> <p>Mit dem mathematischen Modellieren sind dabei unterschiedliche Ziele verbunden. Die Autorinnen und Autoren nennen und erläutern dabei unter anderem (S. 20 ff.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inhaltsorientierte Ziele • Prozessbezogene Ziele • Allgemeine Ziele • Theoriebezogene Ziele
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> • Laptop, Projektor oder Smartboard, Power-Point • Flipchartpapier, Filzstifte, Pinnwand, Reißzwecken, Klebeband
Leseaufgaben	<p>Aufgabe für die nächste Sitzung:</p> <p><i>Welche Möglichkeiten einer Verbindung von Politikdidaktik und Mathematikdidaktik beschreiben Pohlkamp & Heitzer (2020) und Vajen et al. (2021) in ihren Texten?</i></p>
Literatur	<p><u>Diese Sitzung:</u></p> <p>Greefrath, G., Kaiser, G., Blum, W., Borromeo Ferri, R. (2013). Mathematisches Modellieren – Eine Einführung in theoretische und didaktische Hinter-</p>

	<p>gründe. In: Borromeo Ferri, R., Greefrath, G., Kaiser, G. (eds) Mathematisches Modellieren für Schule und Hochschule. Realitätsbezüge im Mathematikunterricht. Springer Spektrum, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-01580-0_1</p> <p><u>Kommende Sitzung:</u></p> <p>Vajen, B., Gildehaus, L., Liebendörfer, M. & Wolf, C. (2021). Mathematisierung als Herausforderung für die politische Bildung. In S. Kenner & T. Oeftering (Hrsg.), <i>Standortbestimmung Politische Bildung: Gesellschaftspolitische Herausforderungen, Zivilgesellschaft und das vermeintliche Neutralitätsgebot</i> (S. 188–200). Wochenschau Verlag.</p> <p>Pohlkamp, S. (2020). Macht durch Mathematik – Lernziele zu einem erweiterten Modellierungsbegriff. In: H.-S. Siller, W. Weigel & J. F. Wörler (Hrsg.), <i>Beiträge zum Mathematikunterricht 2020</i>. Münster: WTM-Verlag, S. 721–724.</p> <p>Pohlkamp, S. & Heitzer, J. (2020). Sitzverteilungsverfahren als Beispiel normativer Modellierung par excellence. <i>MNU-Journal</i>(03), 217–221</p> <p><u>Weiterführende Literatur</u></p> <p>Maass, K., Artigue, M., Burkhardt, H., Doorman, M., English, L. D., Geiger, V., Krainer, K., Potari, D., & Schoenfeld, A. (2022). Mathematical modelling – a key to citizenship education. In N. Buchholtz, B. Schwarz, & K. Vorhölter (Eds.), <i>Initiationen mathematikdidaktischer Forschung</i> (pp. 31–50). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-36766-4_2</p>
--	---

Zehnte Sitzung

Titel	Normative Modellierungen		
Länge	90 Minuten		
Ziel der Sitzung	Angeschlossen an die vorherige Sitzung soll in dieser Sitzung das Thema normative Modellierung und die hiermit verbundenen Verbindungsmöglichkeiten mit politischen Bildungsprozessen vertieft werden.		
Empfohlener Zeitplan	Zeitplan	Inhalt	Materialien
	15 Min.	<u>Einstieg</u> Es kann erneut die Studienleistungsfrage als Einstieg in die Sitzung genutzt werden. Diese lautete:	-Literatur

		<p><i>Welche Möglichkeiten einer Verbindung von Politikdidaktik und Mathematikdidaktik beschreiben Pohlkamp & Heitzer (2020) und Vajen et al. (2021) in ihren Texten?</i></p> <p>Hieran anschließend können die Studierenden über die Potenziale der vorgeschlagenen Ansätze und Themen diskutieren. Es kann sinnvoll sein, den in dem Text von Vajen et al. (2021) vorgeschlagenen normativen Modellierungszyklus im Rahmen einer PowerPoint-Präsentation zu erläutern und mit dem ursprünglichen mathematischen Modellierungszyklus zu vergleichen.</p> <p>Die anschließende Aufgabe ist an die vorherige Sitzung angeschlossen und beinhaltet die Entwicklung einer Unterrichtsstunde oder Unterrichtseinheit, die politikdidaktische und mathematikdidaktische Inhalte verbindet.</p>	
	50 Min.	<p><u>Normative Modellierung – Unterrichtspraktische Beispiele</u></p> <p>Die Studierenden werden in dieser Sitzung dazu aufgefordert, die Idee aus der vorherigen Unterrichtsstunde weiterzuentwickeln oder ein neues Thema mithilfe der gelesenen Texte zu einer interdisziplinären Unterrichtsstunde oder Unterrichtseinheit zu entwickeln. Der normative Modellierungszyklus kann hierbei als Rahmen der Stunde oder Einheit verwendet werden. Für einen besseren Vergleich der Ergebnisse sollten die Studierenden ihre Ideen auf einem Flipchartpapier visualisieren.</p> <p>Folgende Aufgabenstellungen sind dabei denkbar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Entwerfen Sie eine Unterrichtsstunde, die sich einerseits an den von Pohlkamp (2020) bzw. Pohlkamp & Heitzer (2020) vorgeschlagenen Lernzielen für normative Modellierungen orientiert und andererseits zentrale Kompetenzen der politischen Bildung anspricht (bspw. Detjen et al., 2004).</i> 	<p>-Flipchartpapier -Filzstifte</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Finden Sie hierfür ein geeignetes Themengebiet oder entwickeln Sie Ihre Idee aus der letzten Sitzung weiter. ○ Sie können den Verwendung von Vajen et al. (2021) vorgeschlagenen normativen Modellierungszyklus als Rahmen Ihres Entwurfs verwenden 	
	20 Min.	<p><u>Vergleich der Ergebnisse und Diskussion</u></p> <p>Lassen Sie die Studierenden die Ergebnisse ihrer Gruppenarbeit vorstellen und regen Sie einer Diskussion über die Ergebnisse an.</p> <p>Wenn Ihre Studierenden ihre Aufgaben nicht innerhalb des vorgegebenen Zeitplans abschließen können, können Sie entweder den aktuellen Stand vergleichen oder Teil der kommenden Sitzung hierfür verwenden.</p>	-Pinnwand -Reißzwecken -Klebeband
	5 Min.	<p><u>Offene Fragen</u></p> <p>Geben Sie den Studierenden die Möglichkeit, Fragen zum Inhalt dieser Sitzung oder zum Kurs insgesamt zu stellen.</p>	-
Theoretischer Rahmen	<p>Normative Modellierungen</p> <p>Pohlkamp & Heitzer (2020) greifen erneut die Unterscheidung zwischen deskriptiven und normativen Modellierungen auf. Sie definieren den Unterschied folgendermaßen:</p> <p>“Durch mathematische Modellierung werden Mathematik und Wirklichkeit in ein Verhältnis gesetzt, wobei zwei Arten mathematischer Modellierung zu unterscheiden sind. Bei der deskriptiven Modellierung bildet die Wirklichkeit den Ausgangspunkt, die in einem zweiten Schritt mathematisiert wird. Ein klassisches Beispiel ist Newtons Apfel, der auch dann in der Realität fällt, wenn der Mensch die Wirkung der Gravitation noch nicht mithilfe von Mathematik beschrieben, erklärt oder vorhergesagt hat. Die hier im Fokus stehende normative Modellierung kehrt dieses Verhältnis um: Mithilfe von Mathematik werden Regeln aufgestellt und dingfest gemacht, durch deren Umsetzung dann Realität gestaltet wird (Abb. 1). Die Einkommensteuer z. B. kann erst dann erhoben werden, wenn eine vorschreibende Steuerfunktion entwickelt worden ist.” (S. 217 f.)</p> <p>Pohlkamp (2020) stellt zusätzlich eine Reihe von mit normativen Modellierungen verbundenen Lernzielen auf:</p>		

“ Die normative Modellierung ist ein Anlass, das Gestaltungspotenzial von Mathematik mit Schüler*innen in den Blick zu nehmen. Welche Kompetenzen sind bei einer expliziten Thematisierung im Mathematikunterricht erstrebenswert? Folgender Katalog wird deshalb an dieser Stelle zur Erweiterung bestehender Lernziele vorgeschlagen:

Die Schüler*innen

(LZ1) beschreiben an Beispielen, wie Realität mithilfe von Mathematik normativ gestaltet wird.

(LZ2) stellen prototypische Eigenschaften normativer Modellierung – nicht eindeutig, interessengeleitet und aushandlungsbedürftig – dar.

(LZ3) vergleichen verschiedene normative Modellierungen zur gleichen Fragestellung hinsichtlich ihrer „mathematisch-sachkundlichen Doppelnatur“ (Winter 1989, S. 46).

(LZ4) entwickeln zu einem gegebenen Sachkontext eigene normative Modellierungen und deuten sie aus der unmittelbaren Sicht der Gestaltenden.

(LZ5) identifizieren Annahmen, Festlegungen und Alternativen bei normativen Modellierungen.

(LZ6) reflektieren Möglichkeiten, normative Modellierungen zu bewerten, und die Bedeutung einer solchen Bewertung.

(LZ7) diskutieren die idealisierte – nicht in Reinform auftretende – Unterscheidung zwischen deskriptiver und normativer Modellierung und übertragen jeweils charakteristische Aspekte auf authentische Modellierungen.

Die Lernziele umfassen sowohl die Charakterisierung (LZ1, 2) als auch die Bewertung (LZ5, 6) normativer Modellierung sowie die Analyse und Durchführung von Modellierungsschritten (LZ3, 4). LZ7 ist mit dem Transfer prototypischer Eigenschaften anspruchsvoll, stellt aber als Fernziel eine wichtige Emanzipationsleistung dar, wenn Schüler*innen auch an vermeintlich neutralen, deskriptiven Modellierungen subjektive Annahmen offenlegen und Alternativen formulieren können.

(S. 722 f.).

Vajen et al. (2021) schlagen hingegen einen normativen Modellierungskreislauf vor, bei dem in aufeinander bezogenen Schritten politische und mathematische Lernprozesse initiiert werden. Der Ablauf gestaltet sich wie folgt:

Die Konstruktion des Situationsmodells (1) beinhaltet keine bewussten Schritte, sondern deutet darauf hin, dass wir bei der Modellierung unterschiedliche Vorstellungen von der Realität haben können, wenn wir Lösungen sozial verhandeln. Die Vereinfachung des Situationsmodells zu einem Realmodell (2) ist oft der bedeutendste Schritt. Welche Teile des Situati-

onsmodells überhaupt einbezogen werden und wie Zusammenhänge vereinfacht werden, bestimmt wesentlich das Ergebnis. Hier müssen Alternativen in Betracht gezogen, ihre Konsequenzen für das Modell abgeschätzt und sie hinsichtlich politischer Interessen eingeordnet werden. Die Mathematisierung des Realmodells zu einem mathematischen Modell (3) ist an sich ein technischer, eindeutiger Schritt, sofern das reale Modell hinreichend genau spezifiziert ist. In der Praxis wird das reale Modell in diesem Schritt jedoch konkreter spezifiziert, sodass auch hier mit Vereinfachungen zu rechnen ist. Das mathematische Arbeiten (4) wird selten Ansatzpunkte für die politische Diskussion liefern. Zwar gibt es hier Handlungsalternativen (z. B. Lösungen algebraisch oder numerisch zu erhalten), aber die Unterschiede sollten, wenn überhaupt, unerheblich sein. Auch die Interpretation der mathematischen Resultate (5) sollte eher ein technischer Schritt sein, da es zunächst nur um die Übersetzung von mathematischen Variablen oder Funktionen in die Realität geht. Allerdings könnten in diesem Schritt Verallgemeinerungen vorgenommen werden, zum Beispiel bezüglich der Modellannahmen oder Einschränkungen der Variablenbereiche. Klassische Modellierungskreisläufe sehen nun gegebenenfalls die Weiterarbeit mit einem veränderten Realmodell vor (6), mit dem Alternativen betrachtet und die Rolle unterschiedlicher Annahmen bzw. Vereinfachungen herausgearbeitet werden können.

Darüber hinaus werden bei der Präsentation der Ergebnisse zu gesellschaftlichen Fragen häufig, zumindest implizit, Handlungsempfehlungen gegeben. Solche (normativen) Aussagen können niemals das Ergebnis einer mathematischen Berechnung sein und werden daher in unserem Modell durch weitere Schritte expliziert. Zunächst sollten die verschiedenen Möglichkeiten und die unterschiedlichen Implikationen in Bezug auf die Interessen der Stakeholder durch die Reflexion und Kritik der eben beschriebenen Modellierung zur Kenntnis genommen werden, an deren Ende Möglichkeiten zur „Lösung“ des Problems stehen (7.). Da eine perfekte Lösung nicht realistisch erscheint und Illusionen von Politik fördern würde, wird der Begriff hier in Anlehnung an Reinhardt (2018, 104) in Anführungszeichen gesetzt. Danach sollten sich alle Lernenden ihr eigenes Urteil bilden, indem die Interessen abgewogen werden und eigene Verortung stattfindet (8.). Schließlich sollten wir anerkennen, dass unsere Entscheidung Auswirkungen auf die Welt haben könnte, wie wir sie in diesem Moment annehmen (in Bezug auf unser Situationsmodell; 9) und wie sie ist (Realität; 10). Im Ergebnis entsteht ein erweiterter Modellierungskreislauf für normatives Modellieren. Wir könnten die Elemente und Schritte wieder in einem Zyklus anordnen, bei dem es einerseits möglich ist, unterschiedliche Modelle zu betrachten,

	<p>andererseits aber auch auf Basis der gewählten Lösungsmöglichkeiten und der damit verbundenen Veränderungen von vorne zu beginnen.</p> <p>Niss (2015) uses slightly different terminology to describe the differences between modelling processes. He summarizes the difference between descriptive and prescriptive modelling the following way:</p> <p>“On the basis of these examples – and hosts of other examples – it seems fair to conclude that prescriptive modelling, even though it shares significant features with descriptive modelling, differs from it in characteristic ways, which become visible when considering the modelling cycle. Whilst the preparation of the extra mathematical domain for modelling by way of specification and idealisation can be rather similar in descriptive and prescriptive modelling, the mathematisation part may – but need not – be very different, since in prescriptive modelling there may not be any clue whatsoever concerning how to come up with a sensible model to meet the aim of the modelling. The de-mathematisation and the validation parts are normally very different as they are largely absent in prescriptive modelling. Mathematical treatment someZeitplans is similar and someZeitplans different in the two sorts of modelling, depending on the context and situation. This suggests that the sub-processes of the modelling cycle may not be able to fully capture what happens in evaluating models arising from prescriptive modelling. Instead, meta-validation becomes crucial.” (p. 76)</p>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> • Flipchartpapier, Filzstifte, Pinnwand, Reißzwecken, Klebeband
Leseaufgaben	<p>Aufgabe für die nächste Sitzung:</p> <p><i>Keine Aufgabe</i></p>
Literatur	<p><u>Diese Sitzung:</u></p> <p>Pohlkamp, S. (2020). Macht durch Mathematik – Lernziele zu einem erweiterten Modellierungsbegriff. In: H.-S. Siller, W. Weigel & J. F. Wörler (Hrsg.), <i>Beiträge zum Mathematikunterricht 2020</i>. Münster: WTM-Verlag, S. 721-724.</p> <p>Pohlkamp, S. & Heitzer, J. (2020). Sitzverteilungsverfahren als Beispiel normativer Modellierung par excellence. <i>MNU-Journal</i>(03), 217–221</p> <p>Vajen, B., Gildehaus, L., Liebendörfer, M. & Wolf, C. (2021). Mathematisierung als Herausforderung für die politische Bildung. In S. Kenner & T. Oeftering (Hrsg.), <i>Standortbestimmung Politische Bildung: Gesellschaftspolitische Herausforderungen, Zivilgesellschaft und das vermeintliche Neutralitätsgebot</i> (S. 188–200). Wochenschau Verlag.</p> <p><u>Kommende Sitzung:</u></p>

	Barwell, R. (2013). The mathematical formatting of climate change: critical mathematics education and post-normal science. <i>Research in Mathematics Education</i> , 15(1), 1–16. https://doi.org/10.1080/14794802.2012.756633
--	--

Elfte & Zwölfte Sitzung

Titel	Praktische Beispiele – Unterrichtseinheiten I + II		
Länge	2x90 Minuten		
Ziel der Sitzung	Während dieser beiden Sitzungen können die Studierenden entweder eine detaillierte interdisziplinäre Unterrichtseinheit entwickeln, die Aspekte politischer Bildung mit Lernzielen anderer Fächer verbindet oder eine Unterrichtseinheit zum Thema Elektromobilität, bei der mathematische und politische Bildungsprozesse miteinander verbunden werden, evaluieren.		
Empfohlener Zeitplan	Zeitplan	Inhalt	Materialien
	10 Min.	<p><u>Einstieg</u></p> <p>In dieser Sitzung erhalten die Studierenden die Aufgabe, eine detaillierte Unterrichtseinheit für ein Thema zu erstellen, das Kompetenzen und Inhalte des Politikunterrichts mit denen eines anderen Fachs verknüpft. Auch hier können die Studierenden in kleinen Gruppen (3-5 Studierende) an der Aufgabe arbeiten.</p> <p>Die Studierenden können die Themen und Fächer grundsätzlich frei wählen, eine Eingrenzung durch die Dozierenden ist jedoch ebenfalls möglich. Die Studierenden können sich ebenfalls aussuchen, ob sie auf dem Arbeitsprozess der vorherigen Sitzungen aufbauen wollen oder ein neues Thema wählen. Falls die Überlegungen schon weit fortgeschritten sind, kann ebenfalls eine Skizzierung von Unterrichtsmaterialien erfolgen.</p> <p>Eine mögliche Aufgabenstellung hierfür könnte folgendermaßen lauten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Entwerfen Sie, eine Unterrichtseinheit, die Kompetenzen der politischen Bildung mit denen eines anderen Fachs verbindet</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Wählen Sie hierfür ein passendes Thema aus</i> 	-

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Nutzen Sie auch gerne die Vorarbeiten aus den vorherigen Sitzungen • Beginnen Sie ggf. auch mit der Arbeit an Materialien für Schülerinnen und Schüler (z. B. einem Einstieg in die Einheit des einen Arbeitsblatts, das eine oder mehrere Kompetenzen unterschiedlicher Fächer abdeckt) • Visualisieren Sie Ihre Unterrichtseinheit. Legen Sie ein Kurzraster an ergänzen Sie die mit jedem Schritt verbundenen Lernziele und Kompetenzen. <p><u>Alternative</u></p> <p>Alternativ können Sie Ihre Studierenden auch bitten, eine bereits erstellte Unterrichtseinheit zu evaluieren. Sie finden eine Beispielinheit zum Thema Elektromobilität im Anhang auf der CiviMatics-Homepage. Die Aufgaben hierfür könnten wie folgt lauten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluieren Sie die Beispielinheit zum Thema Elektromobilität. Achten Sie dabei auf folgende Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> ○ Welche Kompetenzen und Lernziele sind mit der Einheit verbunden? ○ Wie ist die Einheit aufgebaut? ○ Welche Aspekte der politischen Bildung und der mathematischen Bildung werden aufgegriffen? ○ Werden Kompetenzen beider Fächer adäquat angesprochen? ○ Was erscheint verbesserungswürdig? <ul style="list-style-type: none"> ▪ Materialien ▪ Arbeitsaufträge ▪ Kompetenzdimensionen ○ Welche Chancen und Probleme sehen Sie bei einer praktischen Umsetzung der Einheit? ○ Welche Aspekte würden Sie wie verändern? 	
	80 Min. (I)	<u>Erarbeitung oder Evaluierung der Einheit</u>	-Flipchartpapier

	<p>30min (II)</p>	<p>In dieser Phase arbeiten die Studierenden in ihren Gruppen an den jeweiligen Aufgaben. Sie können dabei eine Reihe von Materialien zur Verfügung stellen, um die Studierenden bei dem Arbeits- und Visualisierungsprozess zu unterstützen.</p>	<p>-Filzstifte -Moderationskarten <u>Ggf.:</u> -Laptop, Projektor oder Smartboard, Power-Point <u>Ggf.:</u> -Curricula</p>
	<p>55 Min.</p>	<p><u>Vergleich und Diskussion</u> Lassen Sie die Gruppen ihre Ergebnisse präsentieren und bitten Sie die anderen Studierenden um ein Feedback. Auch hier gibt es, wie in Sitzung zwei, unterschiedliche Möglichkeiten des Vergleichs. Ziel ist es hier, dass die Studierenden ihre Ergebnisse vorstellen und gegenseitig kritisch evaluieren. Sie können die Diskussion dabei auf bestimmte Elemente, wie z.B. Kompetenzen, lenken oder Sie können die Studierenden die Bereiche wählen lassen, die sie hervorheben möchten.</p>	<p>- Pinboard -Reißzwecken -Klebeband Ggf.: Laptop, Projektor oder Smartboard, Power-Point</p>
<p>Theoretischer Rahmen</p>	<p>Klimawandel und Mathematik Barwell (2013, S. 3 f.) beschreibt drei Bereiche, in denen die Mathematik in den Klimawandel und die Klimawandelforschung involviert ist: Beschreibung, Vorhersage und Kommunikation: The <i>description</i> of climate change is mostly based on relatively simple statistics concepts and methods. Without mathematics, we would have little awareness of climate change as a system-wide phenomenon. (...) The <i>prediction</i> of the likely future course of climate change is based on more advanced mathematics. Developing predictions about future global, regional or local effects of climate change draws on a range of advanced</p>		

mathematical methods, including mathematical modelling, differential equations, non-linear systems and stochastic processes (McKenzie 2007, 22-3). Several different climate models have been developed to relate greenhouse gas emissions to changes in the Earth's climate.

(...)

The *communication* of climate change also entails the use of mathematics and, more particularly, mathematical or statistical literacy. Climate change is now explained or discussed in a wide range of non-scientific contexts, including public media, official websites, blogs, official publications, reports and so on. Interpreting and, in some cases, participating in the production of these texts entails some level of engagement with the mathematics used to describe and predict climate change. Additionally, a degree of statistical literacy is also necessary, in relation to the use and interpretation of data, graphs and accounts of the mathematics involved.” (p. 3)

Er unterstreicht auch die Bedeutung für den Mathematikunterricht auf folgende Weise:

“A critical mathematics education approach to the issue of climate change would, therefore, start with data, but would include a political dimension. Students could, for example, examine different graphs for a selection of countries showing national emissions per annum, cumulative national emissions per annum since the industrial revolution, and emissions per capita, in order to consider who is responsible and who should bear the greatest burden in reducing global greenhouse gas emissions. Such data relates directly to current international debates about the successor treaty to Kyoto. Discussion could also examine the challenge of climate uncertainty and, in relation to this uncertainty, explore how mathematical analysis is set against individual experience, values and social relations, perhaps through simulations similar to that developed by Pratt et al. (2011). Indeed, the use of simulations would be a viable way to introduce students to some of the more challenging aspects of the mathematics of climate change, such as the modelling processes and non-linearity I have discussed. Through the use of simulations, students can come to understand the significance of these kinds of ideas, without needing to learn the advanced mathematics behind them. Such an approach would also allow students to engage with the contradictions inherent in post-normal science, such as the apparent contradiction between maintaining a standard of living and taking action on climate change. To take this kind of approach further, students need to develop and engage with a wider peer community, through, for example, communication with climate scientists, politicians or community representatives.” (p. 14)

Materialien	<ul style="list-style-type: none"> • Laptop, Projektor oder Smartboard, Power-Point • Flipchartpapier, Moderationskarten, Filzstifte, Pinnwand, Reißzwecken, Klebeband • Curricula
Leseaufgaben	Aufgabe für die nächste Sitzung: <i>Keine Aufgabe</i>
Literatur	<p><u>Diese Sitzung:</u> Barwell, R. (2013). The mathematical formatting of climate change: critical mathematics education and post-normal science. <i>Research in Mathematics Education</i>, 15(1), 1–16. https://doi.org/10.1080/14794802.2012.756633</p> <p><u>Kommende Sitzung:</u> -</p>

13. Sitzung

Titel	Fazit und Evaluation
Länge	60-90 Minuten
Ziel der Sitzung	Das Ziel dieser Sitzung ist es, entweder den Inhalt dieses Seminars zusammenzufassen, Rückfragen der Studierenden zu beantworten und/oder den Studierenden die Möglichkeit zu geben, den Kurs zu evaluieren. Es gibt also keinen strikten Zeitplan und Sie können diese Sitzung auch als Joker nutzen, falls Sie einen zusätzlichen Termin benötigen, um bestimmte Themen in den vorherigen Sitzungen des Kurses in der notwendigen Ausführlichkeit zu behandeln.
Leseaufgaben	-
Literatur	-

KAPITEL 5

Implementationen zur Modellierung in der Lehramtsausbildung

Lara Gildehaus & Michael Liebendörfer

Institut für Mathematik, Universität Paderborn, *Germany*

Einleitung

Im Folgenden werden drei Module vorgestellt, die jeweils im Rahmen einer Lehrveranstaltung durchgeführt wurden: ein Einführungskurs in mathematisches Denken, ein Kurs zu fachmathematischen Inhalten und ein Mathematikdidaktikkurs. Damit werden alle Lehrveranstaltungstypen abgedeckt, die an der Universität Paderborn für Mathematik-Lehramtsstudierende angeboten werden. Zentraler, gemeinsamer Inhalt ist das normative Modellieren. Nach einer kurzen Einführung zum normativen Modellieren folgt für jedes der Module eine gesonderte Beschreibung, die auch die Einbettung in die Lehrveranstaltung beinhaltet.

Die Integration der normativen Modellierung in bestehende Lehrveranstaltungen bietet den großen Vorteil, dass die Lehre direkt bereichert werden kann, ohne die formalen Regeln der Lehrveranstaltungen ändern zu müssen. Damit bleibt die normative Modellierung aber immer nur ein kleiner Teil der Lehrveranstaltung, die ihre zentralen Lernziele gemäß der Studienordnung beibehält. Daher sind die drei hier vorgestellten Module eher kurz gehalten. Der Anschluss an die weiteren Inhalte der jeweiligen Kurse gelang dabei unterschiedlich gut. In der Einführungsveranstaltung zum mathematischen Denken und der Mathematikdidaktik-Vorlesung gelingt sie gut, in der Fachveranstaltung zeigt sich der unterschiedliche Charakter der Inhalte.

Die Gestaltung der Module basiert auf der Annahme, dass die Studierenden bisher wenig oder gar nicht mit normativer Modellierung in Berührung gekommen sind. Dies entspricht dem Stand der Literatur (Blum & Ferri, 2009) und auch unseren praktischen Erfahrungen. Aus didaktischer Sicht sind eigene Aktivitäten der Studierenden auf dem Gebiet der normativen Modellierung mindestens genauso wichtig wie die Vermittlung der Theorie dazu. Deshalb und aufgrund der begrenzten Lernzeit, die den Modulen zugewiesen wurde, wird die Theorie der normativen Modellierung in den drei Modulen nur teilweise behandelt. Dennoch halten wir es für sehr sinnvoll, sie hier ausführlicher darzustellen, als sie später in den Materialien zu finden sein wird. Die theoretischen Grundlagen wurden im CiviMatics-Projekt genau zu dem Zweck entwickelt, eine Basis für den Unterricht zu schaffen.

Hintergrund: Normative Modellierung

Das mathematische Modellieren ist in den Bildungsstandards für das deutsche Schulsystem (Bildungsstandards, 2015) fest verankert und wird entweder explizit im Lehramtsstudium oder implizit über die

angewandte Mathematik vermittelt. Wie bereits in Kapitel 2 erwähnt, kann die Art der Modellierung theoretisch zwischen deskriptiver und normativer Modellierung unterschieden werden.

Im Schulunterricht verwendete Modellierungen sind selten normativ, sondern fast immer deskriptiv. Gängige Aufgabenbeispiele beziehen sich allenfalls auf zwei verschiedene reale Modelle, die überwiegend deskriptiv sind und die dann auf ihre Wünschbarkeit hin verglichen werden (Besser et al., 2020). Dies mag auch damit zusammenhängen, dass normative Modellierungen den Lehrkräften anspruchsvolle Aufgaben zuweist, die über die normale Modellierung hinausgehen. Ausgehend von unseren theoretischen Überlegungen stellen wir im Folgenden drei Implementierungen vor, in denen Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst lernen können, wie sie auch normatives Modellieren unterrichten können. Diese Implementierungen orientieren sich an den in Kapitel 2 vorgestellten (normativen) Modellierungskreisläufen (Vos & Frejd, 2022).

Modul 1: Einführung in mathematisches Denken

Dieses Modul umfasst zwei Sitzungen zur normativen Modellierung im Rahmen eines allgemeinen Kurses zur Einführung in mathematisches Denken. Bei dem Kurs handelte es sich um einen 6-Credits-Kurs, der für das erste Semester des Bachelor-Studiengangs für angehende Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I (Klassen 5 bis 10) vorgesehen war. Das allgemeine Ziel dieses Kurses bestand darin, dass die Studierenden fundierte Kenntnisse über Mathematik in ihrem historischen und kulturellen Kontext erwerben. Das wichtigste Element ist die Idee des Beweises. Den Studierenden sollen die Prinzipien des mathematischen Beweises nahe gebracht werden, ebenso wie die Überprüfung von Argumenten bei Vermutungen und Beweisen von mathematischen Aussagen. Außerdem wird behandelt, wie mathematische Theorien aufgebaut sind (Axiome, Definitionen, Theoreme). Gemäß der Studienordnung sollte der Kurs auch die mathematische Modellierung als weitere grundlegende Anregung, Anwendung und Art des mathematischen Denkens beinhalten. Anders als in den vergangenen Jahren haben wir in diesem letzten Teil der Vorlesung die normative Modellierung mit einbezogen. Wir berichten nur über den Teil zur Modellierung, und nicht über die Teile zu Beweisen und mathematischen Theorien.

Lernziele und Struktur

Die Lernziele dieses Moduls lauten wie folgt:

- Die Studierenden wissen, wie sie einen Modellierungskreislauf für verschiedene Zwecke einsetzen können, z. B. für die Analyse realer Probleme, die Analyse von Schülerlösungen und die Gestaltung von Übungen. Insbesondere wissen die Studierenden, was mit den Begriffen der innermathematischen und außermathematischen Welt gemeint ist.
- Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen deskriptiver und normativer Modellierung und können diesen Unterschied aus didaktischer Sicht erörtern. Die Studierenden können die Relevanz des (normativen) mathematischen Modellierens in der Schule einschätzen und diskutieren und reflektieren die Notwendigkeit des normativen mathematischen Modellierens im Hinblick auf Allgemeinbildung.

Die Lehrveranstaltung wird in Vorlesungen und Übungen auf dem Campus unterrichtet. Sowohl die Vorlesung als auch die Übung findet einmal pro Woche für 90 Minuten über das gesamte Semester

(insgesamt 14 Wochen) statt. Während in der Vorlesung neue Inhalte vorgestellt und eingeführt werden, werden diese in den Übungen angewandt und vertieft. Zusätzlich geben die Studierenden wöchentlich verpflichtende Hausaufgaben mit ähnlichen Aufgaben wie in der Übung ab.

Das Thema der (normativen) Modellierung wird in der Regel am Ende der Lehrveranstaltung behandelt. Wir haben das Thema der normativen Modellierung in zwei Vorlesungen, zwei Übungen und einer Hausaufgabe behandelt. Im Folgenden stellen wir diese beiden Sitzungen mit jeweils einer Vorlesung, einer Übung und einer Hausaufgabe vor.

Überblick

Titel	Normative mathematische Modellierung
Dauer	4 x 90 min. + 1 x Hausaufgabe
Organisation	2 x 90 Min. (Vorlesung) + 2 x 90 Min. (Übung) + 1 x Hausaufgabe
Gemeinsame Literatur	<p>Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? <i>Journal of mathematical modelling and application</i>, 1(1), 45-58.</p> <p>Blum, W., & Leiss, D. (2005). „Filling Up “-the problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. In <i>CERME 4– Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education</i> (Vol. 1623). Sant Feliu de Guíxois: FUNDEMI IQS–Universität.</p> <p>Gildehaus, L., & Liebendörfer, M. (2021). CiviMatics - Mathematical modelling meets civic education. In D. Kollosche (Ed.), <i>Exploring new ways to connect: Proceedings of the Eleventh International Mathematics Education and Society Conference</i> (Vol. 1, pp. 167-171). Tredition.</p> <p>Kaiser, G., Blum, W., Ferri, R. B., & Stillman, G. (2011). <i>Trends in teaching and learning of mathematical modelling</i>. Springer Netherlands.</p> <p>Marxer, M., Prediger, S., & Schnell, S. (2010). Wie verteilen wir die Müllgebühren? – Bildungswirksame Erfahrungen beim Entwickeln und Diskutieren normativer Modellierungen. <i>Praxis der Mathematik in der Schule</i>, 52(36), 19–25.</p> <p><i>Eine englische Übersetzung dieses Kapitels finden Sie im Folgenden (siehe Modul 3).</i></p> <p>Rellensmann, J. (2019). <i>Selbst erstellte Skizzen beim mathematischen Modellieren</i>. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24917-5</p>
Themen	<p>Einführung in die (normative) mathematische Modellierung</p> <p>Modellierungskreisläufe</p> <p>Entwicklung der normativen Modellierung</p>

Sitzung 1

Ziel der ersten Vorlesung ist es, einen grundlegenden Überblick über die mathematische Modellierung zu geben. Zu diesem Zweck beginnt die Vorlesung mit der Aktivierung der Voraussetzungen der Studierenden für die mathematische Modellierung und versucht dann, ein Bewusstsein für die politischen Dimensionen der mathematischen Modellierung im weiteren Verlauf zu schaffen. Dazu wird der Modellierungskreislauf (Blum & Leiß, 2005) anhand von Schritt-für-Schritt-Beispielen vorgestellt. Es folgt

ein Beispiel, in dem die Studierenden den Modellierungskreislauf auf eine konkrete Aufgabenstellung "die Feuerwehr" (Rellensmann, 2019) anwenden. Aufbauend auf einer Diskussion des Beispiels "Feuerwehr" wird die normative mathematische Modellierung eingeführt. Dazu wird kurz auf die innermathematische und außermathematische Welt eingegangen sowie auf die Ziele der Modellierung. Im weiteren Verlauf wird die normative Modellierung definiert, identifiziert und mit der deskriptiven Modellierung verglichen. In einer kurzen Übung werden normative und deskriptive Modelle von den Studierenden benannt und zugeordnet. Die Vorlesung beginnt schließlich mit einer Diskussion der Frage "Wie verteilen wir die Müllgebühren?" (Marxer et al., 2010) als Beispiel für eine normative Modellierungsaufgabe im Mathematikunterricht und endet mit der Vorstellung des normativen Modellierungskreislaufs (Gildehaus & Liebendörfer, 2021).

In der ersten Übung werden die Inhalte der Vorlesung wiederholt und vertieft. Die Modellierung muss in Aufgabe 1 als normativ oder deskriptiv identifiziert werden und die Studierenden werden aufgefordert, weitere Beispiele zu erstellen. Anschließend beginnen die Studierenden mit ihrer eigenen normativen Modellierung, indem sie eine geeignete Fragestellung entwickeln. Einige Beispiele im Zusammenhang mit dem Klimawandel werden zur Verfügung gestellt, müssen aber nicht zwingend ausgewählt werden. Die Studierenden schließen ihren Modellierungsprozess in der Hausaufgabe ab. Ein kompletter Stundenplan für die Vorlesung und die Übung einschließlich der konkreten Aktivitäten sowie Referenzen finden sich in der Langfassung und im Anhang auf Englisch.

Sitzung 2

Ziel der zweiten Vorlesung ist es, die Idee der normativen Modellierung zu vertiefen und zu festigen und den Studierenden zu vermitteln, wie sie diese in ihrem zukünftigen Mathematikunterricht einsetzen können. Die Vorlesung beginnt mit einer kurzen Einführung und Wiederholung des normativen Modellierungskreislaufs anhand eines gegebenen Beispiels. Es wird ein Artikel zum Thema CO₂-Budgets vorgestellt. Die Studierenden werden aufgefordert, wichtige Annahmen zu benennen, die dem CO₂-Budget zugrunde liegen. Mit Hilfe eines weiteren Artikels sollen die Studierenden die weiteren Schritte des normativen Modellierungskreislaufs erörtern und anwenden. Bei der Reflexion der Modellierung werden weitere mögliche Modelltypen diskutiert. Abschließend wird der normative Einsatz von Prognosemodellen am Beispiel des geschätzten Lehrkräftebedarfs für die kommenden Jahre diskutiert. Ganz am Ende der Vorlesung wird die Modellierung zusammengefasst und die Studierenden werden nach ihrer individuellen Einstellung zum Einsatz von (normativen) Modellen im zukünftigen Mathematikunterricht befragt.

In der Übung werden die Hausaufgaben der letzten Woche vorgestellt und diskutiert. Insbesondere stellen die Studierenden verschiedene Ergebnisse ihrer Modellierung unter verschiedenen Annahmen vor, gefolgt von einer allgemeinen Diskussion mit allen Studierenden. Ein kompletter Ablaufplan für die Vorlesung und die Übung, einschließlich der konkreten Aktivitäten und Referenzen, ist in der Langfassung und im Anhang auf Englisch zu finden.

Evaluation und Anmerkungen

Wir haben die Module mit zwei verschiedenen Jahrgängen von Studierenden evaluiert. Obwohl von den Studierenden theoretisch Grundkenntnisse der mathematischen Modellierung erwartet wurden, berich-

teten die meisten von ihnen, dass sie während ihrer Schulzeit nur sehr wenig Erfahrung mit der Modellierung hatten. Daher könnte das mathematische Modellieren in den Schulen derzeit unterrepräsentiert sein, und die schrittweise Einführung in das Modellieren mit Hilfe des Modellierungskreislaufs war hilfreich. Nach der ersten Vorlesung diskutierten die Studierenden in der Übung recht gut über deskriptive und normative Modellierung und hatten wenig bis keine Probleme, normative oder deskriptive Modellierung in fünf Beispielen zu identifizieren. Das Erstellen eigener Modelle stellte jedoch für die meisten Studierenden eine Herausforderung dar.

Wir haben zwei Hauptprobleme bei ihren Modellierungsprozessen festgestellt: Erstens hatten sie Probleme, eine konkrete Frage oder ein Ziel für ihre Modellierung zu identifizieren, insbesondere wenn sie sich nicht auf die vorgegebenen Beispiele bezogen haben. Zweitens wurden sie herausgefordert, anspruchsvolle mathematische Konzepte in ihren Modellen zu verwenden und anzuwenden. Dementsprechend hatten alle von den Studierenden entwickelten Modelle einen sehr grundlegenden mathematischen Inhalt, wie z. B. proportionale Berechnungen und deskriptive Statistiken (siehe Abbildung 1 für ein Beispiel).

Antriebsart	CO ₂ Verbrauch beim Fahren	CO ₂ Kraftstoffbereitstellung	CO ₂ Strombereitstellung	CO ₂ Auto-Produktion/Recycling
Benzin 	2 · 17 800	2 · 3200	0	5 300
Diesel 	2 · 16 300	2 · 3300	0	5 200
Hybrid 	2 · 17 100	2 · 2900	0	6 600
Elektro (Stromnetz) 	0	0	2 · 15 300	8 500
Elektro (100% regenerativ) 	0	0	2 · 1000	8 200

Abbildung 1: Studierendenarbeit über den Kohlenstoff-Fußabdruck verschiedener Autos

Bei der Einführung normativer Modellierung empfehlen wir daher, den Studierenden Leitlinien in Bezug auf mögliche Fragen und Ziele für die Modellierung zu geben, auch wenn dies den offenen Charakter der Modellierungsaufgabe einschränkt. Darüber hinaus sollte nicht unterschätzt werden, dass die Anwendung mathematischer Inhalte auf ein offenes und selbstgewähltes Problem eine Herausforderung für die Studierenden darstellt, insbesondere für Studienanfänger*innen, wie wir sie in unserer Implementierung hatten. Konkrete Beispiele, die auch fortgeschrittene Mathematik beinhalten, könnten hilfreich sein. Im Allgemeinen war das Feedback der Studierenden zu den Modellierungsaufgaben sehr positiv, sie brachten gerne ihre eigenen Interessen ein und waren in der Diskussion und bei der Präsentation ihrer Arbeit sehr engagiert.

Modul 2: Elemente der Mathematik

Das Modul 2 beinhaltet eine kurze, aufgabenbasierte Implementierung zur normativen Modellierung innerhalb einer allgemeinen Lehrveranstaltung zur formalen Mathematik. An der Universität Paderborn bietet dieser Kurs 6 Leistungspunkte für Masterstudierende. Er richtet sich an angehende Mathematiklehrkräfte im dritten Semester für die Grundschule (Klassen 1 bis 4). Ziel dieses Kurses ist es, dass die Studierenden fundierte Kenntnisse über mathematisches Arbeiten erwerben. Der Schwerpunkt liegt da-

bei eher auf Strategien und Denkweisen als auf spezifischen Inhalten. Fragen wie: "Wie werden mathematische Konzepte gebildet? Wie wird mathematisches Wissen legitimiert? Welche Fragen verfolgt die Mathematik? Umrahmt von diesen Fragen werden allgemeine Pointen, symbolische Darstellungen und formale Beweise (z.B. direkte und indirekte Beweise in den Grundlagen der Zahlentheorie und Algebra) gelehrt. Ergänzt werden diese Inhalte durch einen kurzen Exkurs zur Modellbildung.

Da die hier entwickelte (normative) Modellierungsimpementierung vor allem für sich selbst steht, erscheint eine breite Anwendung in verschiedenen Fächern möglich. Lernvoraussetzungen sind allgemeine Inhalte aus dem schulischen Mathematikunterricht sowie ein Grundverständnis für mathematisches Modellieren. Darüber hinaus sollten die Studierenden mit didaktischen Konzepten der Mathematik vertraut sein und in der Lage sein, Aufgaben nach fachlichen und didaktischen Gesichtspunkten zu erstellen und zu reflektieren.

Lernziele und Struktur

Die Lernziele dieses Moduls lauten wie folgt:

- Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen deskriptiver und normativer Modellierung und können diesen Unterschied aus didaktischer Sicht diskutieren.
- Die Studierenden können die Relevanz des (normativen) mathematischen Modellierens in der Schule einschätzen und diskutieren und reflektieren die Notwendigkeit des normativen mathematischen Modellierens im Hinblick auf die bürgerschaftliche Bildung.
- Die Studierenden sind in der Lage, normative Modellierungsaufgaben zu erstellen und zu reflektieren, wie diese im Unterricht eingesetzt werden können.

Die Lehrveranstaltung wird in Vorlesungen und Übungen auf dem Campus unterrichtet. Sowohl die Vorlesung als auch die Übung findet einmal pro Woche für 90 Minuten über das gesamte Semester (insgesamt 14 Wochen) statt. Während in der Vorlesung neue Inhalte vorgestellt und eingeführt werden, werden diese in den Übungen angewendet. Zusätzlich geben die Studierenden wöchentlich eine obligatorische Hausaufgaben ab, die ähnliche Aufgabenstellungen wie die der Übung enthält. In dieser Lehrveranstaltung wird das Thema Modellierung in einer Hausaufgabe zusammengefasst, in der die Studierenden die Inhalte selbstständig durcharbeiten und dazu ein Übungsblatt ausfüllen. So lässt sich diese Einheit leicht z.B. als "Bonus-Hausaufgabe" oder unterrichtsbezogene Exkursion in verschiedene Mathematikurse integrieren.

Überblick

Titel	Kurze Einführung in die normative Modellierung
Dauer	1 x Hausaufgabe
Organisation	Unabhängig vom Kurs
Gemeinsame Literatur	Marxer, M., Prediger, S., & Schnell, S. (o. J.). <i>Wie verteilen wir die Müllgebühren? – Bildungswirksame Erfahrungen beim Entwickeln und Diskutieren normativer Modellierungen</i> . Tu-dortmund.de. Retrived at 13. März 2023, from

	<p>http://www.mathematik.tu-dortmund.de/~prediger/veroeff/10-Marxer_Prediger_Schnell_PM-H36-Webversion.pdf</p> <p>Eine englische Übersetzung des gegebenen Textes befindet sich zusammen mit dem Übungsblatt in der Langfassung dieses Moduls.</p>
Themen	Normative Modellierung im Grundschulunterricht

Sitzung

Ziel der Hausaufgabe ist es, die Idee des Modellierens im Mathematikunterricht zu reaktivieren und im Hinblick auf das normative Modellieren zu erweitern. Darauf aufbauend sollen die Studierenden darüber nachdenken, wie normatives Modellieren in den Mathematikunterricht integriert werden kann. Zu diesem Zweck wird ein einführender Überblickstext zur Verfügung gestellt, der von den Studierenden zusammengefasst werden soll. In einem nächsten Schritt soll eine Beispielaufgabe zur normativen Modellierung analysiert werden. Darauf aufbauend entwickeln die Studierenden schließlich eine eigene Aufgabe zur normativen Modellierung und erläutern das didaktische Potenzial einer solchen Aufgabe. Der vollständige Stundenplan mit dem Übungsblatt und den Aktivitäten ist im Anhang auf Englisch zu finden.

Evaluation und Anmerkungen

Wir haben dieses Modul mit einer Gruppe von Studierenden durchgeführt und evaluiert. Obwohl das Modul mehr oder weniger für sich alleine steht, hatten unsere Studenten fast keine Probleme, den Inhalt selbständig zu erarbeiten und schrieben tolle Zusammenfassungen. Wir sollten jedoch bedenken, dass sie als Masterstudierende im zweiten Jahr schon recht erfahren waren. Die zweite Aufgabe (die Entwicklung eines eigenen normativen Modells und die Überlegung, wie sie dieses in ihrem zukünftigen Unterricht anwenden können) wurde von allen Studierenden als sehr motivierend beschrieben. Bei der Analyse der von ihnen entwickelten Modellierungsaufgaben stellten wir jedoch fest, dass es fast allen Studierenden schwerfiel, ihre Modellierungsaufgaben offen zu gestalten. Stattdessen wurden die entwickelten Modellierungsaufgaben mit impliziten oder expliziten Informationen versehen, um die Annahmen der Studierenden zu beeinflussen. Ein Beispiel ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Aufgabe beginnt mit der Frage, wie die Wasserkosten in einem bestimmten Haushalt verteilt werden sollen. Eine vierköpfige Familie (Mutter, Vater, Kind, Baby) wird genannt sowie die Gesamtkosten von 400 €. Zusätzlich wird angegeben, wer wie oft duscht, was auf eine recht "klare" Verteilung der Wasserkosten hindeutet, was das normative Potenzial der Aufgabe einschränkt. In der Reflexion über die Umsetzungen fast alle Studierenden genau eine konkrete Lösung für ihre entwickelten Modellierungsaufgaben an, anstatt über die Offenheit und das Potenzial zur Diskussion verschiedener Lösungen nachzudenken. Bei der Einführung in die Entwicklung von normativen Modellierungsaufgaben sollten wir also bedenken, dass mathematische Aufgaben oft mit einer "richtigen Lösung" einhergehen, die gefördert wird, und dass angehende Mathematiklehrkräfte möglicherweise nicht daran gewöhnt sind, offene Aufgaben zu erstellen.



Wasserkosten einer Familie

So gehen die vier Familienmitglieder mit Wasser um:



Vater: duscht jeden Tag
Tochter: duscht jeden zweiten Tag
Mutter: duscht jeden Tag, kocht mit dem Wasser, putzt
Babysohn: wird zweimal pro Woche

Die Wasserkosten im Haushalt belaufen sich auf 400 Euro im Jahr, wie soll die Zahlung unter den Familienmitgliedern aufgeteilt werden?

Aufgabe:

- 1) Denkt in *Einzelarbeit* über mögliche Verteilungen nach und formuliert Begriffe dafür.
- 2) Kommt in *Gruppen* zusammen und diskutiert eure Ansätze. Einigt euch auf eine Lösung.
- 3) Überlegt, wie die Verteilung aussehen würde, wenn es zwei jährliche Kosten gäbe?

Abbildung 2: Von einem Studierenden entwickelte normative Modellierungsaufgabe

Modul 3: Normative Modellierung im Rahmen der Lehre der Stochastik

Im Folgenden stellen wir eine zweisemestrige Implementierung der normativen Modellierung in eine allgemeine Lehrveranstaltung zur Stochastik vor. Das allgemeine Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, dass die Studierenden fundiertes Wissen über Stochastik aus einer didaktischen Perspektive erwerben. Konkret lernen die Studierenden die Entwicklung und Aspekte des Konzepts der relativen Häufigkeit kennen und beschreiben typische Verständnisschwierigkeiten beim Rechnen mit Verhältnissen und beim Umgang mit dem Konzept des Zufalls. Sie kennen relevante "Grundvorstellungen" und "fundamentale Ideen" zur Stochastik und können diese in Lernumgebungen anwenden. Die Studierenden analysieren und bewerten Bildungsstandards und Lehrpläne zur Stochastik. Sie sind in der Lage, didaktische Prinzipien für die Unterrichtsgestaltung zu reflektieren.

Zielgruppe des Kurses sind angehende Mathematiklehrkräfte im letzten Jahr ihres Bachelorstudiums (fünftes Semester). Lernvoraussetzungen sind Inhalte aus dem Stochastikunterricht in der Schule sowie ein Grundverständnis für mathematische Modellierung. Idealerweise haben die Studierenden bereits eine verwandte Lehrveranstaltung, in Paderborn die "Elemente der Stochastik", besucht, in der dieselben Inhalte aus einer formalen, mathematischen Perspektive behandelt werden, um den Studierenden ein gewisses allgemeines Verständnis der fachspezifischen Inhalte der Stochastik zu vermitteln.

An der Universität Paderborn ist dieser Kurs Teil eines 15-Punkte-Moduls für Bachelor-Studiengänge (7,5 Punkte sind für die "Elemente der Stochastik", 7,5 Punkte für die "Lehre der Stochastik" vorgesehen). Er richtet sich an angehende Mathematiklehrkräfte des fünften Semesters für die Sekundarstufe I (Klassen 5 bis 10).

Lernziele und Struktur

Die Lernziele dieses Moduls lauten wie folgt:

- Die Studierenden kennen den (normativen) Modellierungskreislauf und sind in der Lage, damit aus verschiedenen Perspektiven zu arbeiten, z. B. bei der Analyse vorhandener Takte oder Lösungen der Studierenden sowie bei der Gestaltung von Übungen.
- Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen deskriptiver und normativer Modellierung und können diesen Unterschied aus didaktischer Sicht diskutieren.
- Die Studierenden können die Relevanz des (normativen) mathematischen Modellierens in der Schule, insbesondere im Stochastikunterricht, einschätzen und diskutieren und reflektieren die Notwendigkeit des normativen mathematischen Modellierens im Sinne einer staatsbürgerlichen Bildung.
- Die Studierenden verinnerlichen, wie (deskriptive) Datenanalyse und Zufälligkeit in realen Daten mit Entscheidungen in der mathematischen Modellierung verbunden werden können.

Die Lehrveranstaltung wird in Vorlesungen und Übungen auf dem Campus unterrichtet. Sowohl die Vorlesung als auch die Übung finden einmal pro Woche für 90 Minuten über das gesamte Semester (insgesamt 14 Wochen) statt. Während in der Vorlesung neue Inhalte vorgestellt und eingeführt werden, werden diese Inhalte in den Übungen angewendet. Zusätzlich geben die Studierenden wöchentlich verpflichtende Hausaufgaben ab, die ähnliche Aufgaben wie in den Übungen enthalten.

Wir haben das Thema der (normativen) Modellierung in der Mitte des Kurses implementiert, wenn es um Datenanalyse und verschiedene Arten der deskriptiven Statistik sowie um statistische Kompetenz geht. Wir haben das Thema der normativen Modellierung in zwei Vorlesungen, zwei Übungen und zwei Hausarbeiten behandelt. Im Folgenden stellen wir diese beiden Sitzungen vor.

Überblick

Titel	(Normative) Modellierung und Daten
Dauer	4 x 90 min. + 2 x Hausaufgabe
Organisation	2 x 90 Min. (Vorlesung) + 2 x 90 Min. (Übung) + 2 x Hausaufgaben
Gemeinsame Literatur	<p>Alsina, Á. (2022). On Integrating Mathematics Education and Sustainability in Teacher Training: Why, to What End and How?. In <i>Controversial Issues and Social Problems for an Integrated Disciplinary Teaching</i> (pp. 9-21). Cham: Springer International Publishing.</p> <p>Baykal, I. & Semiz, G. K. (2020). Middle school pre-service mathematics teachers' opinions related to mathematics education for sustainability. <i>Eurasian Journal of Educational Research</i>, 20(89), 111-136.</p> <p>Blum, W., & Leiss, D. (2005). „Filling Up“ -the problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. In <i>CERME 4-Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education</i> (Vol. 1623). Sant Feliu de Guíxois: FUNDEMI IQS-Universität.</p> <p>Eichler, A., & Vogel, M. (2013). <i>Leitidee Daten und Zufall</i>. Wiesbaden: Vieweg+ Teubner.</p>

	<p>Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. <i>Revue Internationale de Statistique [International Statistical Review]</i>, 70(1), 1–25.</p> <p>Gal, I. (2019). Understanding statistical literacy: About knowledge of contexts and models. In J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), <i>Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística</i> (pp. 1-15), Haifa.</p> <p>Gildehaus, L., & Liebendörfer, M. (2021). CiviMatics - Mathematical modelling meets civic education. In D. Kollosche (Ed.), <i>Exploring new ways to connect: Proceedings of the Eleventh International Mathematics Education and Society Conference</i> (Vol. 1, pp. 167-171). Tredition.</p> <p>Kaiser, G., & Maaß, K. (2006). Vorstellungen über Mathematik und ihre Bedeutung für die Behandlung von Realitätsbezügen. <i>Realitätsnaher Mathematikunterricht vom Fach aus und für die Praxis</i>, 83-94.</p> <p>Kaiser, G., Stender, P. (2013). Complex modelling problems in co-operative, self-directed learning environments. In: Stillmann, G., Kaiser, G., Blum, Brown, J.(Hrsg.): <i>Teaching mathematical modelling. Connecting to research and practice</i>. Dordrecht u.a.: Springer (2013) S. 277-293</p>
Themen	<p>(Normative) Modellierung Datenanalyse und mathematische Modellierung Kritische Statistikausbildung und normative Modellierung</p>

Sitzung 1

Ziel der Vorlesung ist es, ein tieferes Verständnis für die Methoden der deskriptiven Statistik und den Umgang mit Zufälligkeiten in Daten zu vermitteln. Dabei wird auch die mathematische Modellierung eingeführt und mit den Konzepten der Datenanalyse verbunden. Zu diesem Zweck beginnt die Vorlesung mit der Frage, wie man Realität beschreiben, analysieren und modellieren kann. Dabei wird auf drei mögliche Arten von Realitätsbezügen (Kaiser & Maaß, 2006) hingewiesen, die mit der mathematischen Modellierung im Allgemeinen und den mathematischen Modellierungskreisläufen im Speziellen verbunden sind. Anhand einer Beispielaufgabe werden relevante Schritte des Suchprozesses nach Daten sowie Methoden und Modelle zur Analyse dieser Daten vorgestellt und erörtert. In einem zweiten Beispiel zum Hefewachstum werden gemeinsam mit den Studierenden Überlegungen angestellt, wie Wachstum anhand von realen Hefewachstumsdaten modelliert werden kann. Anschließend werden die vorgestellten Inhalte unter didaktischen Gesichtspunkten diskutiert: Didaktische Überlegungen zum Thema Modellierung mit Daten werden angestellt und mit den Ideen der Datenanalyse und des Realitätsbezugs verknüpft. Abschließend werden in einem kurzen Exkurs die Möglichkeiten der Implementierung von BNE (Bildung für nachhaltige Entwicklung) in den Mathematikunterricht zum Thema Datenanalyse und Modellierung diskutiert.

Im Tutorium werden der Modellierungskreislauf nach Blum & Leiß (2005) sowie der normative Modellierungskreislauf (Gildehaus & Liebendörfer, 2021) vertieft und die Studierenden analysieren und diskutieren gegebene Aufgaben hinsichtlich ihres Potenzials für normative Modellierung. Ziel ist es, die Reflexion der Studierenden über normative Modellierung zu fördern, indem normative Komponenten

in der Modellierung sichtbar und diskutierbar gemacht werden. In der ersten Übung üben und diskutieren die Studierenden die Modellierung im Kontext des Wachstums von Covid-Infektionen mit GeoGebra. Basierend auf verschiedenen Wachstumsmodellen sollen unterschiedliche Vorhersagen über die Entwicklung getroffen und reflektiert werden. Darüber hinaus analysieren und diskutieren sie das didaktische Potenzial der Modellierung mit diesen verschiedenen Wachstumsmodellen sowie die (Nach)vorteile der Verwendung von GeoGebra in diesem Kontext.

In der zweiten Aufgabe ordnen die Studierenden Daten den drei Stufen der Datenanalyse (Eichler & Vogel, 2013) zu und erklären, wie sie mit Hilfe des Modellierungskreislaufs mit der Situation umgehen würden. Abschließend wird das Potenzial der Aufgabe in Bezug auf das Thema "Bildung für nachhaltige Entwicklung, BNE" erörtert. Die Aufgaben der Hausaufgabe sind ähnlich, sie wiederholen normative Modellierungen, hier basierend auf Daten über das Aussterben von Insekten, sowie basierend auf Daten über den Kohlenstoff-Fußabdruck verschiedener Lebensmittel. Beide Aufgaben werden anschließend analysiert und auf ihr didaktisches Potenzial hin reflektiert. Abschließend reflektieren die Studierenden, ob sie normative Modellierungsaufgaben wie die vorgestellten in ihrem eigenen zukünftigen Unterricht einsetzen würden. Der vollständige Unterrichtsplan mit Literatur, Materialien und konkreten Aktivitäten findet sich im Anhang auf Englisch.

Sitzung 2

Ziel der zweiten Vorlesung ist es, die Grundlagen der kritischen Statistikausbildung kennenzulernen und diese Grundlagen mit denen der (normativen) Modellierung aus der vorherigen Vorlesung zu vernetzen. Darüber hinaus werden digitale Werkzeuge zum Lehren und Lernen über kritische Statistikbildung und normative Modellierung diskutiert.

Zunächst wird also die Bedeutung einer kritischen Statistikausbildung/ Statistikenkenntnisse diskutiert. Es werden Komponenten für statistische Kompetenz erläutert und eine Checkliste für die kritische Prüfung von Informationen vorgestellt. Anhand von drei verschiedenen Beispielen wird dargestellt, wie statistische Kompetenz im Prozess der Datenanalyse im Mathematikunterricht und allgemein gefördert werden kann. Im Anschluss an diesen Abschnitt über statistische Kompetenz wird das Konzept der "Vernetzungstheorien" eingeführt und Verbindungen zwischen statistischer Kompetenz und (normativer) Modellierung werden gemeinsam mit den Studierenden bewertet und diskutiert. Am Ende der Vorlesung wird der Einsatz von digitalen Werkzeugen diskutiert, um die Ideen zu statistischer Kompetenz und normativer Modellierung zusammenzufassen.

In der Übung beginnen die Studierenden mit einer kurzen Wiederholung der vorangegangenen Vorlesung: Sie arbeiten mit Korrelationen im Rahmen der Datenanalyse und reflektieren diese kritisch auf mögliche Schlussfolgerungen und Aussagen. Dies knüpft an die eigentliche Vorlesung über statistische Kompetenz und normative Modellierung an. Passend dazu analysieren die Studierenden in der zweiten Aufgabe Daten aus einem Zeitungsartikel und beziehen und reflektieren ihr Vorgehen auf die Komponenten der kritischen Statistikausbildung aus der Vorlesung.

In der Hausaufgabe wird diese Übung in ähnlicher Weise wiederholt, wobei ein weiterer Zeitungsartikel anhand der vorgegebenen Checkliste für statistische Kompetenz analysiert und reflektiert werden muss. Schließlich werden die Studierenden gebeten, eine Mind Map zu erstellen, in der sie die

Inhalte der vorangegangenen Vorlesung, insbesondere zur deskriptiven Statistik, mit den Ideen der normativen Modellierung und der kritischen Statistikausbildung verbinden.

Evaluation und Anmerkungen

Wir haben diesen Kurs mit zwei Jahrgängen von Studierenden durchgeführt und evaluiert. Die Einbettung der mathematischen Modellierung in die Stochastik sowie die Tatsache, dass die meisten Studierenden bereits über Vorkenntnisse zur mathematischen Modellierung aus ihrem vorherigen Studium verfügten, erleichterten die Integration der Modellierung in den Kurs. Die Studierenden eigneten sich die Inhalte schnell an und zeigten keine Probleme, die Inhalte zu verstehen. Sie berichteten, dass ihnen die Arbeit mit den GeoGebra-Umgebungen, realistischen Problemen und realen Daten viel Spaß gemacht hat.

Während unser Hauptaugenmerk jedoch auf der politischen Dimension der Modellierung lag, bewerteten die Studierenden in Bezug auf die normative Modellierung andere Aspekte als wichtiger: Als sie überlegten, ob sie normative Modellierungsaufgaben in ihrem zukünftigen Mathematikunterricht einsetzen würden, berichteten einige von ihnen sogar, dass sie die normative Modellierung aus Zeit- und Aufwandsgründen gar nicht umsetzen würden. Diejenigen, die sich vorstellen konnten, mit normativen Modellierungsaufgaben zu arbeiten, nannten vor allem die möglicherweise motivierende Wirkung von realen Anwendungen als Hauptgrund, nicht aber die Möglichkeit, politische Dimensionen zu diskutieren. Wie in vielen anderen Fällen stand also das Verständnis der Studierenden für den Inhalt nicht in direktem Zusammenhang mit der Wertschätzung des Inhalts durch die Studierenden. Wir sollten dementsprechend nicht vergessen, dass die Einstellung von angehenden Mathematiklehrkräften gegenüber politischen Dimensionen der Mathematik und insbesondere der normativen Modellierung nicht notwendigerweise offen ist.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Modellierungsaktivitäten, die in den verschiedenen Kursen durchgeführt wurden, mehrere Vorteile für die Studierenden mit sich brachten, u. a. ein größeres Engagement und eine höhere Motivation sowie Fähigkeiten zum kritischen Denken. Es wurde jedoch auch deutlich, dass die normative Modellierung für (angehende) Mathematiklehrkräfte eine Reihe von Herausforderungen mit sich bringt, da offene Aufgaben und Diskussionen manchmal im Gegensatz zu den üblichen mathematischen Unterrichtsnormen stehen. In den begrenzten Sitzungen, die uns zur Verfügung standen, konnten wir diese Herausforderungen nicht immer vollständig angehen und die angehenden Lehrkräfte von der Notwendigkeit und den Vorteilen der normativen Modellierung überzeugen. Dennoch haben wir sehr wichtige Schritte in diese Richtung unternommen. Die von uns vorgestellten Module ermöglichen eine einfache und unkomplizierte Implementierung in sehr unterschiedliche Lehrveranstaltungen der Lehramtsausbildung. Sie sind alle sehr umfassend und bieten eine gute Möglichkeit, Studierende in die normative Modellierung einzuführen und sie zur Reflexion über politische Dimensionen der Mathematik anzuregen.

Literatur

- Alsina, Á. (2022). On Integrating Mathematics Education and Sustainability in Teacher Training: Why, to What End and How?. In *Controversial Issues and Social Problems for an Integrated Disciplinary Teaching* (pp. 9-21). Cham: Springer International Publishing.
- Baykal, I. & Semiz, G. K. (2020). Middle school pre-service mathematics teachers' opinions related to mathematics education for sustainability. *Eurasian Journal of Educational Research*, 20(89), 111-136.
- Besser, M., Kleickmann, T., & Vergin, J. (2020). Fachdidaktische Bewertung von Unterrichtsqualität am Beispiel mathematischen Modellierens. In H.-S. Siller, W. Weigel, & J. F. Wörler (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2020* (S.121-124). WTM.
- Blum, W., & Leiss, D. (2005). „Filling Up“-the problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. In *CERME 4—Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (Vol. 1623). Sant Feliu de Guíxois: FUNDEMI IQS—Universität.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
- Eichler, A., & Vogel, M. (2013). *Leitidee Daten und Zufall*. Wiesbaden: Vieweg+ Teubner.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *Revue Internationale de Statistique [International Statistical Re-view]*, 70(1), 1–25.
- Gal, I. (2019). Understanding statistical literacy: About knowledge of contexts and models. In J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística* (pp. 1-15), Haifa.
- Gildehaus, L., & Liebendörfer, M. (2021). CiviMatics - Mathematical modelling meets civic education. In D. Kolloche (Ed.), *Exploring new ways to connect: Proceedings of the Eleventh International Mathematics Education and Society Conference* (Vol. 1, pp. 167-171). Tredition.
- Kaiser, G., & Maaß, K. (2006). Vorstellungen über Mathematik und ihre Bedeutung für die Behandlung von Realitätsbezügen. *Realitätsnaher Mathematikunterricht vom Fach aus und für die Praxis*, 83-94.
- Kaiser, G., Blum, W., Ferri, R. B., & Stillman, G. (2011). *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*. Springer Netherlands.
- Kaiser, G., Stender, P. (2013). Complex modelling problems in co-operative, self-directed learning environments. In: Stillmann, G., Kaiser, G., Blum, W., Brown, J. (Hrsg.): *Teaching mathematical modelling. Connecting to research and practice*. Dordrecht u.a.: Springer (2013) S. 277-293
- Marxer, M., Prediger, S., & Schnell, S. (2010). Wie verteilen wir die Müllgebühren? – Bildungswirksame Erfahrungen beim Entwickeln und Diskutieren normativer Modellierungen. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 52(36), 19–25.
- Rellensmann, J. (2019). *Selbst erstellte Skizzen beim mathematischen Modellieren*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-24917-5>
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2015). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss der Kultusministerkonferenz von 18.10.2012*. Wolters Kluwer.



Vos, P., & Frejd, P. (2022). The modelling cycle as analytic research tool and how it can be enriched beyond the cognitive dimension. *Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12), TWG06(22)*. <https://hal.science/hal-03759063>



KAPITEL 6

Geschichten über wissenschaftliche Forschung

Florin Fesnic

Center for the Study of Democracy, Department of Political Science, Babeş-Bolyai University Cluj, Romania

Einleitung

Die politische und die wissenschaftliche Bildung sind die Eckpfeiler einer erfolgreichen demokratischen Gesellschaft. Beide spielen eine zentrale Rolle bei der Förderung des sozialen und wirtschaftlichen Wohlergehens. Indem sie den Einzelnen mit dem Wissen ausstatten, sich aktiv an der Demokratie zu beteiligen, fundierte Entscheidungen zu treffen, Innovationen zu fördern, die Vielfalt zu schätzen und zum wirtschaftlichen Wohlstand beizutragen, schaffen diese Formen der Bildung einen positiven Kreislauf, der eine florierende Gesellschaft erhält. Regierungen, Lehrkräfte und Gemeinden müssen die Bedeutung der politischen und wissenschaftlichen Bildung erkennen und in sie investieren, um eine bessere und wohlhabendere Zukunft für alle zu schaffen. Nur mit einer gebildeten und engagierten Bürgerschaft können wir Herausforderungen meistern, demokratische Werte aufrechterhalten und eine Gesellschaft fördern, die das kollektive Wohlergehen ihrer Mitglieder in den Vordergrund stellt.

Auch wenn der Schwerpunkt dieses Kurses darauf liegt, anhand von Beispielen aus der wissenschaftlichen Forschung die Logik des wissenschaftlichen Forschens zu veranschaulichen, sind die normativen (d. h. politischen) Aspekte ebenfalls präsent, implizit oder in einigen Fällen sogar explizit. Das heißt, ein wichtiges Kriterium für die Auswahl der in diesem Kurs besprochenen Beispiele war neben ihrem wissenschaftlichen Wert auch, dass sie mit dem sozialen, wirtschaftlichen, politischen und/oder medizinischen Wohlergehen der Bürgerinnen und Bürger sowie Gesellschaften in Verbindung gebracht werden. Eines der aufschlussreichsten Beispiele in dieser Hinsicht wird die Diskussion darüber sein, wie Gesellschaften und Regierungen auf die Covid-19-Epidemie reagiert haben und welche entscheidende Rolle in diesem Zusammenhang die wissenschaftliche und politische Bildung gespielt hat.

Das potenzielle Publikum für diesen Kurs (oder besser gesagt für das demnächst erscheinende Buch, das auf ihm basiert) ist breit gefächert. Das ursprüngliche Publikum für den Kurs, der als Wahlfach über ein Semester angeboten werden soll, sind Studierende der Sozialwissenschaften (z. B. Politikwissenschaft oder Soziologie). Er kann entweder als eigenständiger Kurs oder als Ergänzung zu traditionelleren Einführungskursen in Forschungsmethoden angeboten werden. Das Publikum kann jedoch viel breiter gefächert sein, z. B. Studierende verschiedener Fachrichtungen (z. B. Medizin), Studierende, die ihre Ausbildung an Universitäten fortsetzen wollen, oder die allgemeine Öffentlichkeit. Eine der wichtigsten Botschaften dieses Kurses ist, dass die behandelten Beispiele zwar sehr unterschiedlich sind, die Logik der wissenschaftlichen Forschung aber in allen wissenschaftlichen Bereichen sehr ähnlich ist.

Struktur des Kurses

Wissensziele

Dies sind die miteinander verknüpften Wissensziele des Kurses:

- Das Hauptziel des Kurses ist die Verbesserung der wissenschaftlichen Kompetenz sowie des gesellschaftlichen und politischen Wissens und Bewusstseins der Studierenden
- Ein eng damit verbundenes Ziel ist es, den Studierenden die verbindende Logik der wissenschaftlichen Forschung in sehr unterschiedlichen Bereichen (z. B. Politikwissenschaft und Medizin) bewusst zu machen.
- Je nach Kontext, Fachrichtung und Erfahrung der Studierenden mit Forschungsmethoden kann ein zusätzlicher Nutzen darin bestehen, ihnen die grundlegenden Konzepte (z. B. unabhängige und abhängige Variablen) oder Methoden (z. B. lineare Regression) der wissenschaftlichen Forschung zu erläutern

Nach Abschluss des Kurses sollten die Studierenden besser in der Lage sein, einige der wichtigen aktuellen Debatten im öffentlichen Raum (z. B. über die Realität, die Ursachen und Folgen des Klimawandels oder den Nutzen von Impfungen) sowohl aus empirischer (d. h. wissenschaftlicher) als auch aus normativer (politischer) Perspektive zu verstehen und kritisch zu beurteilen

Lehre, Infrastruktur, Anforderungen und Bewertung

Bisher wurde dieser Kurs nicht vollständig als offizielle Lehrveranstaltung angeboten. Er wird entweder als Wahlfach oder als Ergänzung zu einer formelleren Einführung in die Forschungsmethoden unterrichtet. In letzterem Fall kann das Material für/aus diesem Kurs in Seminaren verwendet werden, um zu veranschaulichen, wie die in den Vorlesungen erlernten Konzepte und Methoden (z. B. die experimentelle Methode oder die lineare Regression) zur Analyse von Beispielen aus der Praxis verwendet werden können. Natürlich können und sollten die Vermittlung, die Anforderungen und die Bewertung je nach der spezifischen Situation entsprechend angepasst werden. Im Folgenden finden Sie ein Beispiel dafür, wie ich vorgehen würde, wenn ich dieses Thema als eigenständigen Kurs unterrichten würde.

Der Kurs ist in einem seminarähnlichen Format konzipiert. Die Studierenden werden bewertet auf der Grundlage

- (1) aktiver Teilnahme an den Seminaren (20 % der Endnote) - einschließlich, aber nicht beschränkt auf die Beantwortung der im Voraus gestellten Fragen, und
- (2) eine Abschlussprüfung (80% der Endnote) - diese besteht aus drei kurzen Aufsätzen, die auf einer Auswahl aus der im Voraus bereitgestellten Liste von Fragen basieren (siehe unten)

Alle erforderlichen Lektüren werden im Voraus zur Verfügung gestellt, entweder als pdf-Dateien (per E-Mail, als Anhänge) oder, wenn möglich/verfügbar, über Links im Internet. Darüber hinaus werde ich nach jeder Vorlesung eine PowerPoint-Präsentation mit den in der Vorlesung besprochenen Hauptpunkten sowie ein YouTube-Video mit der Aufzeichnung der Diskussion zur Verfügung stellen. Zu

letzterem Punkt muss ich anmerken, dass (1) die Vorlesung (in diesem speziellen Fall) ein Wahlfach ist und die Studierende daher nicht an der Vorlesung teilnehmen müssen, (2) nur mein Gesicht in der Aufzeichnung zu sehen sein wird. Schließlich werden alle Datensätze, die während des Semesters verwendet werden, auch für die Studierende zugänglich sein.

Kursplan: Struktur und Inhalt der Lerneinheiten (Wochen)

Woche 1

Titel	Einleitung. Was ist die wissenschaftliche Methode?
Zeitraumen	Zwei Stunden
Struktur	Vortrag und Diskussion
Literatur	Eric J. Johnson, Daniel Goldstein. 2003 (Nov 21). " Do Defaults Save Lives? " <i>Science</i> 302, 5649, pp. 1338-1339. DOI: 10.1126/science.1091721. Wynn, Charles M., and Arthur W. Wiggins. 2017. Quantum Leaps in the Wrong Direction: Where Real Science Ends... and Pseudoscience Begins , 2nd ed. Oxford University Press (Chapter 1, "The Road to Reality: Scientific Method," pp. 1-10).
Themen	Die wissenschaftliche Methode (im Gegensatz zum "gesunden Menschenverstand")
Fragen	Was ist die wissenschaftliche Methode? Wie unterscheidet sie sich vom "gesunden Menschenverstand"? Warum ist es wichtig, dass die Öffentlichkeit zumindest ein Grundverständnis von Wissenschaft und wissenschaftlicher Methodik hat?

Wochen 2&3

Titel	Kurze Einführung in grundlegende Forschungsmethoden und methodologische Konzepte
Zeitraumen	Zwei bis sechs Stunden (je nach Bedarf) Hinweis: Je nachdem, wie viel Erfahrung die Studierenden bereits mit Forschungsmethoden haben, kann dieser Abschnitt verlängert, verkürzt oder ganz ausgelassen werden.
Struktur	Vortrag und Diskussion
Literatur	Hague, Rod, Martin Harrop, and John McCormick. 2019. <i>Comparative Government and Politics: An Introduction</i> , 11th ed. Red Globe Press (Chapter 3, "Comparative Methods: An Overview").
Themen	Grundlegende Konzepte (z. B. abhängige und unabhängige Variable) und Methoden (z. B. lineare Regression)
Fragen	Welches sind die grundlegenden Konzepte und Methoden der wissenschaftlichen Forschung? Warum und wie sind sie nützlich?

Woche 4

Titel	Blinde Retrospektive: Warum Hai-Angriffe schlecht für die Demokratie sind
Zeitraumen	Zwei Stunden
Struktur	Vortrag und Diskussion
Literatur	Achen, Christopher H., and Larry M. Bartels. 2003. "Blind Retrospection: Why Shark Attacks Are Bad For Democracy." Vanderbilt University, CSDI Working Paper 5-2013, available at < https://www.vanderbilt.edu/csdi/research/CSDI_WP_05-2013.pdf >.
Themen	Prospektive versus retrospektive Abstimmung; "blinde Retrospektive"
Question	„Bestrafen" die Wähler bei Wahlen gelegentlich die Amtsinhaber für "höhere Gewalt" (d. h. für schlimme Ereignisse, die sich der Kontrolle der Amtsinhaber entziehen)?

Woche 5

Titel	Reichere Amerikaner wählen eher die Republikaner, aber reichere amerikanische Staaten wählen eher die Demokraten
Zeitraumen	Zwei Stunden
Struktur	Vortrag und Diskussion
Literatur	Gelman, Andrew, Boris Shor, Joseph Bafumi, and David Park. 2007. "Rich state, poor state, red state, blue state: What's the matter with Connecticut?" <i>Quarterly Journal of Political Science</i> 2, 345-367, available at < http://www.stat.columbia.edu/~gelman/research/published/rb_qjps.pdf >.
Themen	Logische/methodische Irrtümer (ökologisch vs. individualistisch); lineare Regression (Steigung)
Question	Können wir immer davon ausgehen, dass ein auf einer Analyseebene (z. B. Einzelperson) erzielt Ergebnis auch auf der Aggregatsebene (z. B. Staat) gilt?

Woche 6

Titel	Ein Rätsel der Wahlpolitik in der Ukraine (die Präsidentschaftswahlen 1999 vs. 1994)
Zeitraumen	Zwei Stunden
Struktur	Vortrag und Diskussion
Literatur	Fesnic, Florin. 2017. "Making Methodology Fun." Poster presented at the Annual Meeting of the American Political Science Association, San Francisco, CA. Available at < https://apsa2017-apsa.ipostersessions.com/default.aspx?s=60-59-1B-88-2E-8F-28-E9-CC-54-F2-31-3A-2D-B8-AD >.
Themen	Links versus rechts; Nationalismus; ideologische Dimensionen

Question	Warum war Kutschmas regionaler Stimmenanteil bei den Präsidentschaftswahlen in der Ukraine 1999 <i>negativ</i> mit seinem Stimmenanteil von 1994 korreliert?
----------	--

Woche 7

Titel	Alabama-Paradox: Vergleich der Formeln für das Verhältniswahlrecht
Zeitraumen	Zwei Stunden
Struktur	Vortrag und Diskussion
Literatur	The Institute for Mathematics and Democracy. "Apportionment." Available at https://mathematics-democracy-institute.org/apportionment/# . Accessed August 8, 2023.
Themen	Proportionale Darstellung: monotone versus nicht-monotone Formeln; höchste Durchschnittswerte versus größte Reste
Fragen	Gibt es nicht-monotone proportionale Darstellungsformeln? Wenn ja, warum? Was sind dann die empirischen Konsequenzen? Was sind die normativen Konsequenzen?

Woche 8

Titel	Wahlrechtsreform in Ungarn
Zeitraumen	Zwei Stunden
Struktur	Vortrag und Diskussion
Literatur	Scheppele, Kim Lane. 2014 (May 26). "Hungary and the End of Politics: How Victor Orbán launched a constitutional coup and created a one-party state." <i>The Nation</i> , http://www.thenation.com/article/179710/hungary-and-end-politics# . Scheppele, Kim Lane, Miklós Bánkuti, and Zoltán Rét. 2014 (April 13). "Legal But Not Fair (Hungary)." <i>The Conscience of a Liberal</i> , http://krugman.blogs.ny-times.com/2014/04/13/legal-but-not-fair-hungary/ .
Themen	Mehrheitswahlsystem vs. Verhältniswahlsystem; Fehlzuteilung; Gerrymandering
Fragen	Was ist Gerrymandering? Was ist eine falsche Wahlverteilung? Ist es fair, diese bei der Gestaltung von Institutionen zu verwenden?

Woche 9

Titel	Elektronische Wahlmaschinen und Kindergesundheit (Brasilien)
Zeitraumen	Zwei Stunden
Struktur	Vortrag und Diskussion
Literatur	Fujiwara, Thomas. 2017 (October 24). "Political inclusion and development outcomes: Brazil introduces electronic voting." <i>VoxDev</i> , https://voxdev.org/topic/technology-innovation/political-inclusion-and-development-outcomes-brazil-introduces-electronic-voting .

	<i>Recommended:</i> Fujiwara, Thomas. 2015. "Voting Technology, Political Responsiveness, and Infant Health: Evidence from Brazil." <i>Econometrica</i> 83, 2: 423-464. Available at < https://www.princeton.edu/~fujiwara/papers/elecvote_site.pdf >.
Themen	Natürliches Experiment; Treatment; Treatment group; Kontrollgruppe
Fragen	Basierend auf den von Fujiwara vorgelegten Beweisen, aber auch auf Ihrer Intuition, wie überzeugend finden Sie sein Argument (Einführung von elektronischen Wahlmaschinen → Gesundheit von Kindern)?

Woche 10

Titel	Händewaschen und Wochenbettfieber
Zeitraumen	Zwei Stunden
Struktur	Vortrag und Diskussion
Literatur	Carey, Stephen S. 2011. <i>A Beginner's Guide to Scientific Method</i> , 4th ed. Boston, MA: Wadsworth Cengage Learning (Chapter 1, "Science," pp. 2-5). Last, John M. 2002. "Simmelweis, Ignaz," in Scheppelle, Breslow, Lester (ed.), <i>Encyclopedia of Public Health</i> . Macmillan (pp. 1087-88). Wikipedia, "Ignaz Semmelweis", < https://en.wikipedia.org/wiki/Ignaz_Semmelweis >.
Themen	Natürliches Experiment; Treatment; Treatment group; Kontrollgruppe
Fragen	Sehen Sie irgendwelche Ähnlichkeiten zwischen Fujiwaras "natürlichem Experiment", das letzte Woche besprochen wurde, und Semmelweis' Arbeit? Können wir hier von einem Experiment sprechen? Wenn ja, ist es ein "richtiges" Experiment oder ein "natürliches Experiment"? Und warum?

Woche 12

Titel	John Snows "Geisterkarte" der Cholera und sein "großes Experiment" von 1854
Zeitraumen	Zwei Stunden
Struktur	Vortrag und Diskussion
Literatur	Frerichs, Ralph R. " Snow's Grand Experiment of 1854. " < https://www.ph.ucla.edu/epi/snow/grand_experiment.html >. National Geographic. " Mapping A London Epidemic. " < https://www.nationalgeographic.org/activity/mapping-london-epidemic >. Montelpare, William J., Emily Read, Teri McComber, Alyson Mahar, and Krista Ritchie. <i>Applied Statistics in Healthcare Research</i> (Ch. 7, " John Snow and the Natural Experiment "). < https://pressbooks.library.upei.ca/montelpare/chapter/john-snow-and-the-natural-experiment/#chapter-172-section-1 >.
Themen	Natürliches Experiment; Treatment; Treatment group; Kontrollgruppe

Fragen	Sehen Sie Ähnlichkeiten zwischen dem "natürlichen Experiment" von Fujiwara, das vor zwei Wochen besprochen wurde, der Arbeit von Semmelweis, die letzte Woche besprochen wurde, und der Arbeit von John Snow? Können wir hier von einem Experiment sprechen? Wenn ja, ist es ein "richtiges" Experiment oder ein "natürliches Experiment"? Und warum?
--------	---

Wochen 12-14

Titel	Politische Bildung, wissenschaftliche Bildung und Reaktion auf Covid-19
Zeitraumen	Sechs Stunden
Struktur	Vortrag und Diskussion
Literatur	Fesnic, Florin. 2022. “Three Toxic Ingredients Making the COVID-19 Pandemic Worse: United States and Romania Compared.” Presented at the Annual Meeting of the Midwest Political Science Association, Chicago, IL. Empfohlen: Claessens, Michel. 2021. <i>The Science and Politics of Covid-19</i> . Springer. Lilleker, Darren (ed.) 2021. <i>Political Communication and COVID-19 Governance and Rhetoric</i> . Routledge. Spiegelhalter, David, and Anthony Masters. 2021. <i>Covid by Numbers: Making Sense of the Pandemic with Data</i> . Pelican.
Themen	Wissenschaftliche Bildung; politische Bildung; Öffentlichkeit; Eliten; Medien; Covid-19
Fragen	Welchen Einfluss hatten Ihrer Meinung nach wissenschaftliche und politische Bildung darauf, wie die verschiedenen Länder auf Covid-19 reagierten?

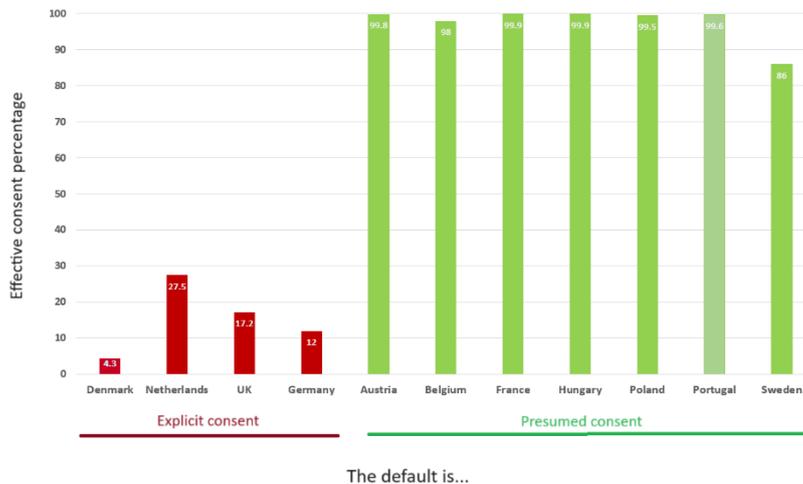
Kurze Zusammenfassungen der wöchentlichen Themen

Woche 1: Einführung. Was ist die wissenschaftliche Methode? Beispiel: "Retten Automatismen Leben?"

Eine sehr wichtige und weithin bekannte länderübergreifende Studie, die zeigt, dass ein scheinbar harmloses bürokratisches Detail (d. h. die Frage, ob die nationalen Rechtsvorschriften die Bürger standardmäßig zu Organspendern machen oder nicht) große Auswirkungen auf den Anteil der Bevölkerung haben kann, der tatsächlich als Organspender in Frage kommt. Die Antwort auf die obige Frage lautet daher eindeutig "ja".

Abbildung 1

Effektive Zustimmungsraten, nach Land: Ausdrückliche Zustimmung (Opt-in) vs. stillschweigende Zustimmung (Opt-out)



Quelle: Adaptiert von Johnson und Goldstein (2003)

Wochen 2-3: Kurze Einführung in grundlegende Forschungsmethoden und methodische Konzepte

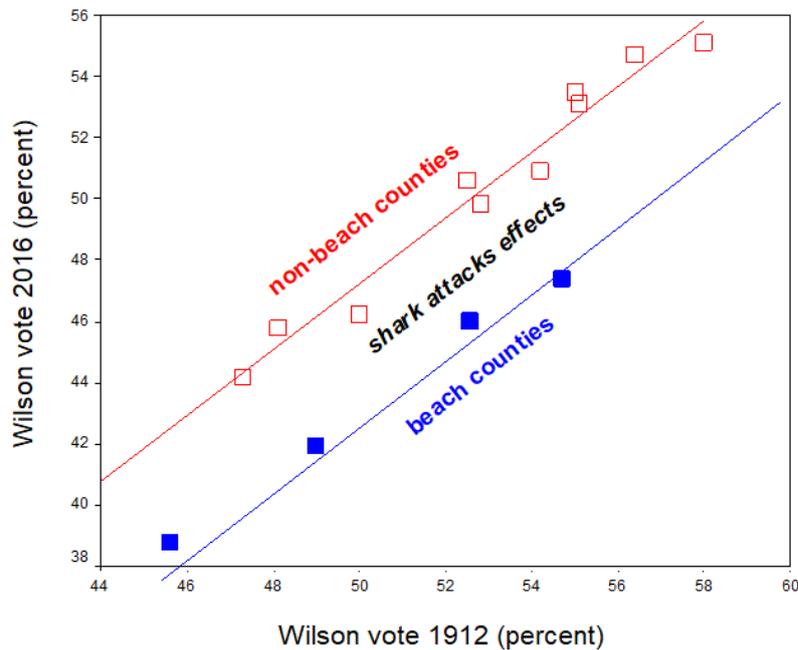
Dieser Teil des Kurses ist besonders wichtig für Studierende, die bisher noch nicht mit Forschungsmethoden in Berührung gekommen sind, aber weniger für diejenigen, die bereits Kurse in Forschungsmethoden belegt haben (oder für diejenigen, die diesen Kurs als Seminar oder als Abschluss eines Kurses über Forschungsmethoden belegen). Dementsprechend kann dieser Abschnitt je nach Ermessen des Dozenten erweitert, gekürzt oder ganz ausgelassen werden.

Woche 4: Blinde Retrospektive: Warum Hai-Angriffe schlecht für die Demokratie sind

Das Konzept der retrospektiven Stimmabgabe ist in der Literatur zum Wahlverhalten weit verbreitet. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um die Vorstellung, dass die Wähler die etablierten Kandidaten auf der Grundlage ihrer Leistung bewerten. Wenn ein Wähler oder eine Wählerin mit der Leistung des amtierenden Kandidaten zufrieden ist, wird er für ihn stimmen. Wenn nicht, werden sie (ihn) nicht wählen. Es wäre jedoch weniger intuitiv, wenn die Wähler die Amtsinhaber für Ereignisse wie Naturkatastrophen "bestrafen" würden, die völlig außerhalb ihrer Kontrolle liegen. Genau dies geschah jedoch laut Achen und Bartels bei den US-Präsidentenwahlen 1916, als die Wähler in den Küstenregionen von New Jersey den amtierenden Präsidenten Woodrow Wilson für eine Reihe von Haiangriffen "bestrafen", die sich im Sommer vor der Wahl in der Region ereigneten - und damit einen Fall von "blinder" Rückschau illustrierten.

Abbildung 2

Abstimmung auf Bezirksebene für Woodrow Wilson in New Jersey, 1912 und 1916: Strandbezirke vs. Nicht-Strandbezirke



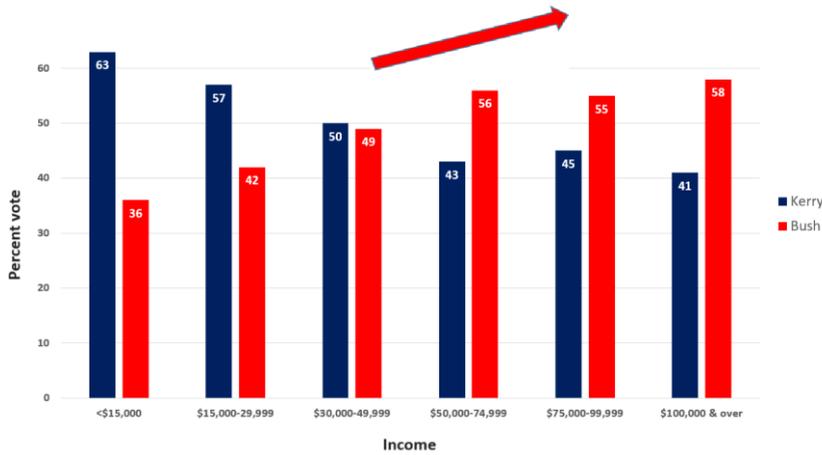
Quelle: Adaptiert aus Achen and Bartels (2003)

Woche 5: Reiche Amerikaner wählen Republikaner, reiche amerikanische Staaten wählen Demokraten

Der individualistische Trugschluss tritt auf, wenn ein Forscher annimmt, dass ein auf individueller Ebene beobachtetes Ergebnis auf der Gesamtebene wiederholt wird (ein weniger intuitiver Trugschluss als sein ökologisches Gegenstück). Ein anschauliches Beispiel ist die Wahlbeteiligung in den USA. Obwohl reichere Amerikaner auf individueller Ebene eher die Republikaner wählen, ist die Wahlunterstützung für die Republikaner auf aggregierter Ebene in den ärmeren amerikanischen Bundesstaaten am höchsten. Andrew Gelman bietet eine Erklärung für dieses scheinbare Paradoxon. Wenn wir Umfragedaten verwenden, um Regressionslinien in Diagramme mit dem Einkommen auf der X-Achse und der Wahrscheinlichkeit, die Republikaner zu wählen, auf der Y-Achse für verschiedene Staaten einzupassen, sehen wir, dass die Steigung umso höher (und positiv) ist, je ärmer der Staat ist. Wenn wir die Ergebnisse aggregieren, kehrt sich das Muster um.

Abbildung 3

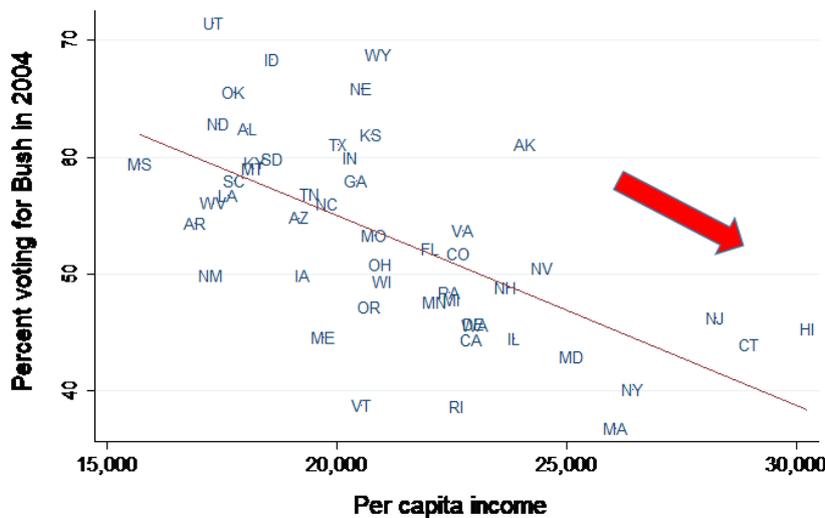
Die Wahrscheinlichkeit, den Republikaner (Bush) zu wählen, in Abhängigkeit vom persönlichen Einkommen im Jahr 2004



Quelle: Erstellt vom Autor (Florin Fesnic) unter Verwendung von Exit Poll-Daten des Roper Center

Abbildung 4

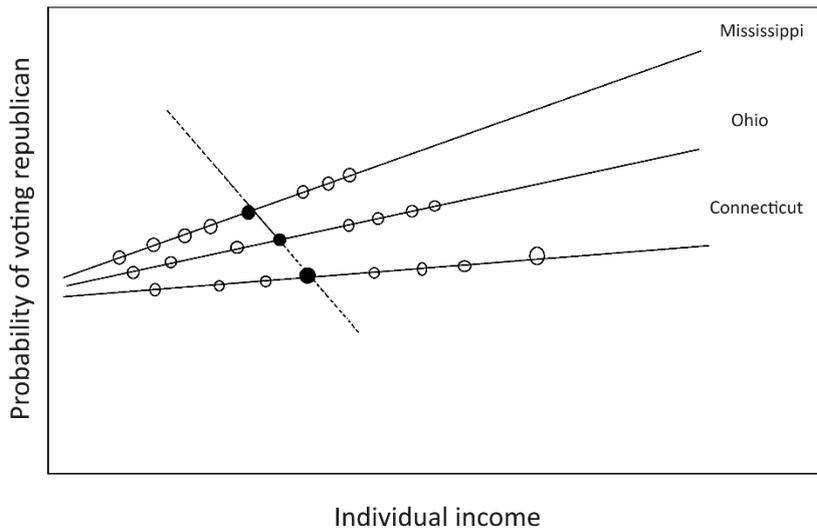
Durchschnittseinkommen im Bundesstaat und Wahlbeteiligung der Republikaner (Bush) im Jahr 2004



Quelle: Erstellt vom Autor (Florin Fesnic) unter Verwendung von Daten aus Wikipedia

Abbildung 5

Die Wahrscheinlichkeit, die Republikaner zu wählen, ist in Abhängigkeit vom persönlichen Einkommen in armen und reichen Staaten sehr unterschiedlich



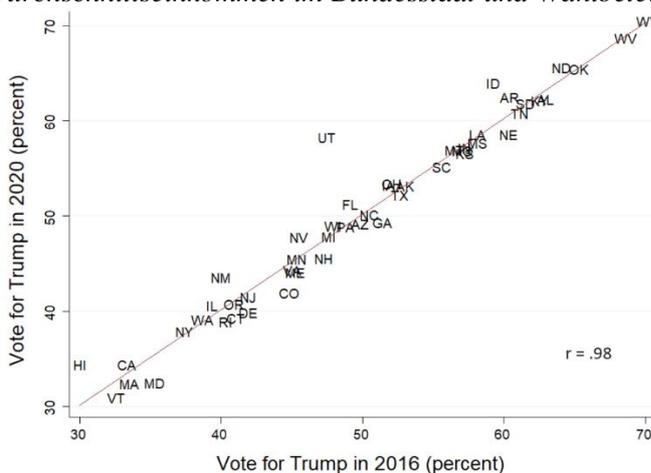
Quelle: Adaptiert von Gelman et al. (2007)

Woche 6: Warum war der regionale Stimmenanteil von Leonid Kutschma bei den Präsidentschaftswahlen in der Ukraine 1999 negativ mit seinem Stimmenanteil von 1994 korreliert?

Normalerweise ist die regionale Unterstützung für einen Kandidaten in einer bestimmten Wahl ein sehr guter Prädiktor für seine Unterstützung in der folgenden Wahl - d. h., wenn V_e und V_{e+1} die X-Stimmenanteile der Kandidaten in den Wahlen e und $e+1$ sind, dann sind V_e und V_{e+1} hoch und positiv korreliert. Bei der Wahl von Leonid Kutschma in den 1990er Jahren in der Ukraine war jedoch das Gegenteil der Fall: Die Korrelation zwischen V_{1994} und V_{1999} betrug $-.80!$

Abbildung 6

Durchschnittseinkommen im Bundesstaat und Wahlbeteiligung der Republikaner (Bush) im Jahr 2004

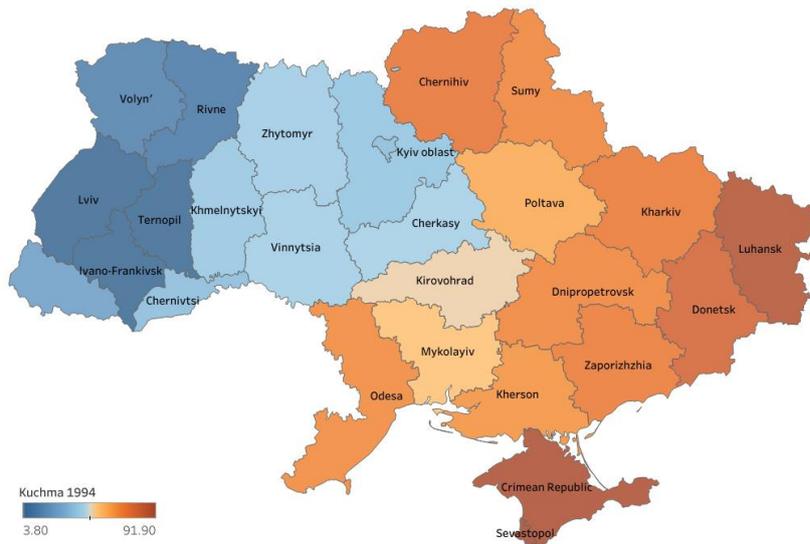


Quelle: Erstellt vom Autor (Florin Fesnic) unter Verwendung von Daten aus Wikipedia

Wenn wir die Bedeutung dieser Wahlen, die Hauptkluft in der ukrainischen Wahlpolitik und die relative Verschiebung von Kutschmas Position bei diesen beiden Wahlen berücksichtigen, ergibt das Ganze einen Sinn.

Abbildung 7

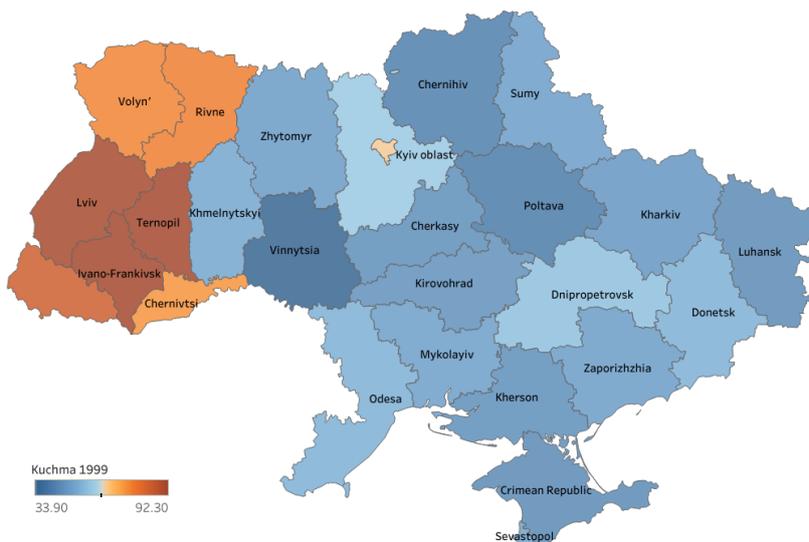
Regional vote for Leonid Kuchma in Ukraine's 1994 presidential runoff



Source: Erstellt vom Autor (Florin Fesnic) unter Verwendung von Daten aus Wikipedia

Abbildung 8

Regional vote for Leonid Kuchma in Ukraine's 1999 presidential runoff

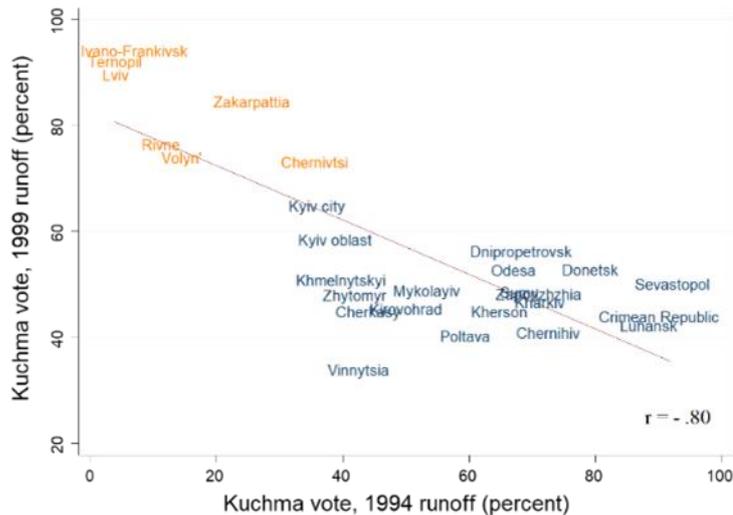


Source: Erstellt vom Autor (Florin Fesnic) unter Verwendung von Daten aus Wikipedia

Abbildung 9 gibt einen statistischen Überblick über die Ergebnisse der beiden vorangegangenen Wahlen:

Abbildung 9

Regionale Stimmen für Leonid Kutschma bei den Präsidentschaftswahlen in der Ukraine, 1999 vs. 1994

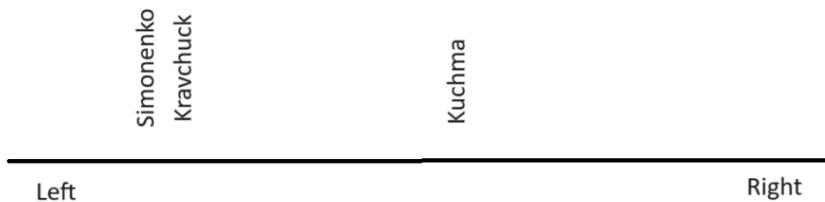


Quelle: vom Autor berechnet (Florin Fesnic)

Wenn wir versuchen, diese Wahlen nach dem Links-Rechts-Schema zu analysieren, macht das wenig Sinn. Kutschma war ein Kandidat der Mitte oder von Mitte-Rechts, während seine Gegner in beiden Wahlen links standen

Abbildung 10

Links-Rechts-Position der wichtigsten Präsidentschaftskandidaten in der Ukraine, 1999 vs. 1994

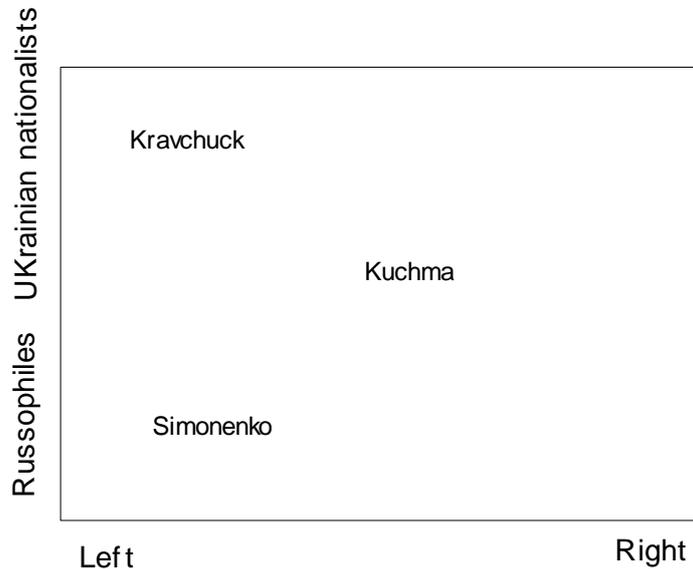


Quelle: vom Autor berechnet (Florin Fesnic)

Erst wenn wir die zweite, wichtigere Konfliktlinie in der ukrainischen Politik berücksichtigen, die die ukrainischen Nationalisten gegen die Russophilen ausspielt, beginnen die Dinge einen Sinn zu ergeben (Abbildung 11):

Abbildung 11

Eine zweidimensionale ideologische Kartierung der wichtigsten Präsidentschaftskandidaten in der Ukraine, 1999 und 1994



Woche 7: Das Alabama-Paradoxon: Einige Verhältniswahlsysteme sind nicht monoton!

Eine naheliegende Erwartung an ein Wahlsystem, insbesondere an jede Form der Verhältniswahl, ist, dass es monoton ist. Von den beiden Haupttypen der PR-Formeln, dem höchsten Durchschnitt und dem größten Rest, sind nur die ersteren monoton. Dies wurde in den USA im späten 19. Jahrhundert entdeckt, als dort eine Form der Formel für den größten Rest (die Hamilton Apportionment-Methode) für die Sitzverteilung im Repräsentantenhaus verwendet wurde. Nach dieser Formel hätte Alabama in einem Repräsentantenhaus mit 299 Sitzen acht Sitze erhalten. Bei einer Vergrößerung des Repräsentantenhauses auf 300 Sitze hätte Alabama nur sieben Sitze erhalten.

Tabelle 1

Das Alabama-Paradoxon

299 Seats			300 Seats		
State	Population/s	Seats allocated:	State	Population/s	Seats allocated:
Alabama	7.646	8	Alabama	7.671	7
Texas	9.640	9	Texas	9.672	10
Illinois	18.640	18	Illinois	18.702	19

Quelle: Institut für Mathematik und Demokratie ("Apportionment")

Woche 8: Fehlzuteilung und Gerrymandering in Ungarn

Fehlzuteilungen (Wahlbezirke mit einer einzigen Person und einer sehr ungleichen Anzahl von Wählern) und Gerrymandering (Wahlkreiseinteilung, die einer bestimmten politischen Partei oder einem bestimmten Kandidaten einen Vorteil verschafft) sind zweifellos ernste Probleme für jedes demokratische Gemeinwesen, in dem sie vorkommen. Viel schlimmer ist es, wenn sie zum Werkzeug eines autoritären Führers werden, der seine Macht festigen will, wie es bei Viktor Orban in Ungarn der Fall ist. Bis 2010 galt in Ungarn ein Wahlsystem, das in etwa dem deutschen entsprach, aber weniger proportional war. Nach seiner Machtübernahme nahm Orban zwei wichtige Änderungen am Wahlsystem vor: (i) die Neugestaltung der Grenzen der Einzelwahlbezirke und (ii) die Verschiebung des Verhältnisses zwischen Persönlichkeitswahl- und Verhältniswahl-Sitzen zugunsten des Ersteren. Zu diesen beiden Faktoren kommt noch ein dritter, ebenso wichtiger Faktor für das Wahlergebnis hinzu, nämlich (iii) die Fehlzuteilung. Obwohl diese technisch gesehen schon immer vorhanden war, wurde sie erst nach der Wahlreform sehr ausgeprägt.

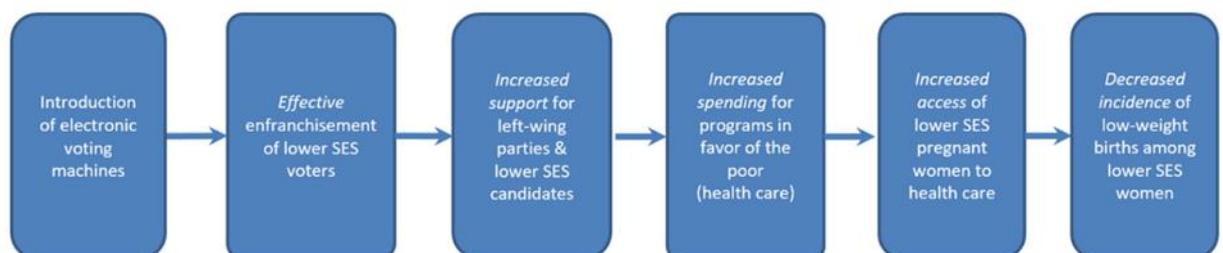
Woche 9: Elektronische Wahlmaschinen und die Gesundheit von Säuglingen

Jede Wahlreform, die zu einer erheblichen Steigerung der Wahlbeteiligung führt (nicht nur der "formalen", sondern auch der "effektiven" Wahlbeteiligung), ist ein wichtiger Schritt nach vorn in einer Demokratie. Mit "effektiv" meine ich den Anteil der Wähler, die nicht nur wählen, sondern ihre Stimmen auch zählen lassen. Brasilien ist ein Beispiel für ein Land, in dem aufgrund der hohen Analphabetenrate und eines komplizierten Wahlsystems ein großer Teil der abgegebenen Stimmen nicht berücksichtigt wurde. Die Einführung elektronischer Wahlmaschinen in den 1990er Jahren hatte einen bedeutenden und positiven Effekt: Der Anteil der ungültigen Stimmen ging drastisch zurück. Darüber hinaus erfolgte die Einführung der elektronischen Wahlgeräte schrittweise, so dass die Voraussetzungen für ein wunderbares natürliches Experiment geschaffen wurden.

Neben der deutlichen Verringerung des Anteils der ungültigen Stimmen hatte diese Wahlreform einige weitere positive, wenn auch unerwartete Ergebnisse. Sie führte zu erheblichen Gewinnen für linke, sozialreformerische Parteien und Kandidaten. Dies wiederum führte zu einer Politik, die für die brasilianische Unterschicht von Vorteil war. Ein spektakuläres Beispiel sind die bedeutenden Fortschritte, die im Hinblick auf die Gesundheit von Kleinkindern erzielt wurden (genauer gesagt, ein deutlicher Rückgang des Anteils untergewichtiger Neugeborener in Familien der Unterschicht):

Abbildung 12

Von elektronischen Wahlgeräten bis hin zur Gesundheit von Kleinkindern



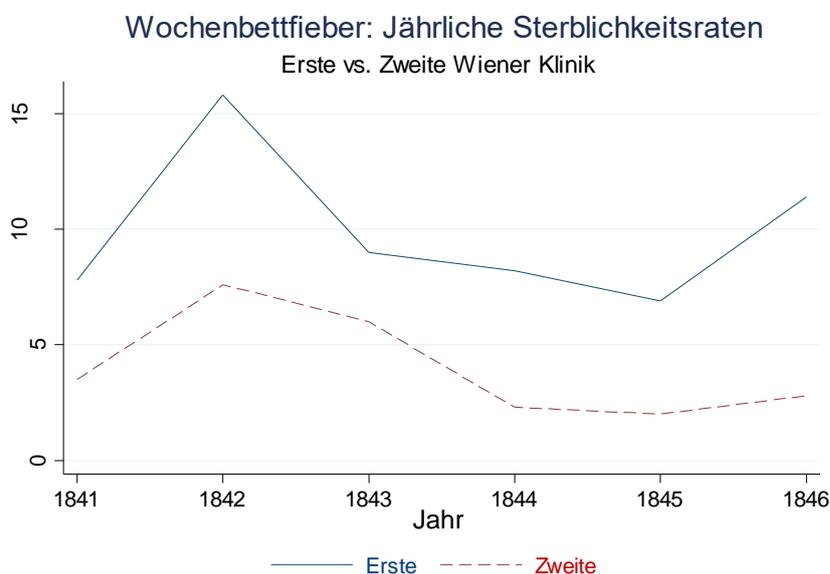
Quelle: persönliche (Florin Fesnic) Zusammenfassung von Fujiwara (2015 & 2017)

Woche 10: Ignaz Semmelweis: Händedesinfektion und Kindbettfieber

Das Kindbettfieber ist eine sehr ernste, oft tödliche Krankheit, die bis Mitte des 19. Jahrhunderts unter den schweren Erkrankungen von Frauen nach einer Entbindung oder Fehlgeburt weit verbreitet war. Die Hauptursache ist eine durch Unreinheit verursachte Infektion. In den 1840er Jahren war die Inzidenz des Kindbettfiebers und der damit verbundenen Todesfälle in der Ersten Wiener Entbindungsklinik, in der Medizinstudenten unterrichtet wurden, deutlich höher als in der Zweiten Entbindungsklinik nebenan, in der Hebammen ausgebildet wurden.

Abbildung 13

Todesfälle durch Kindbettfieber in Wiener Kliniken, 1841-1846

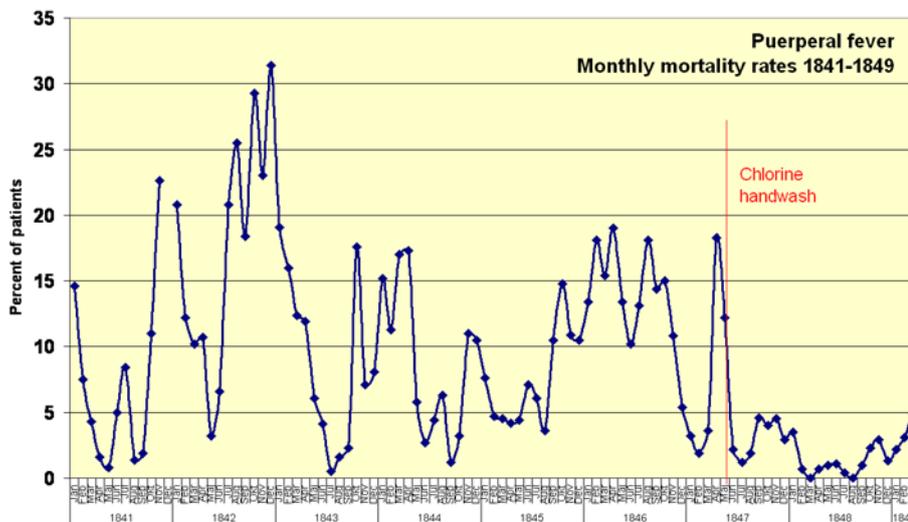


Quelle: Grafik des Autors (Florin Fesnic) unter Verwendung von Wikipedia-Daten ("Ignaz Semmelweis")

Der Arzt Ignaz Semmelweis, der zu dieser Zeit in der Ersten Klinik arbeitete, hatte die Intuition, dass dies auf mangelnde Hygiene zurückzuführen war. Die Ärzte und Studierende der Ersten Klinik führten Autopsien durch und untersuchten dann Frauen, ohne sich die Hände zu waschen. Als Semmelweis die obligatorische Desinfektion der Hände mit Chlor einführte, waren die Ergebnisse spektakulär

Abbildung 14

Todesfälle durch Kindbettfieber in der Ersten Wiener Klinik, 1841-1849



Quelle: Wikipedia, "Ignaz Semmelweis"

Woche 11: John Snows "Geisterkarte" der Cholera und sein "großes Experiment" von 1854

Mitte des 19. Jahrhunderts war die vorherrschende Theorie über die Ursache der Cholera, selbst unter Ärzten und Wissenschaftlern, die "Miasma-Theorie". Dr. John Snow, einer der Gründerväter des öffentlichen Gesundheitswesens und der Keimtheorie, hatte die Intuition, dass die Ursache eher im Wasser als in der Luft zu suchen war. Die Epidemie von 1853-54 in London gab ihm die Gelegenheit, diese Theorie zu untermauern. Indem er die Entwicklung der Epidemie bis zum ersten Fall sorgfältig verfolgte, stellte er die Theorie auf, dass die Epidemie von einer ganz bestimmten Wasserpumpe, der Wasserterpumpe in der Broad Street, ausgelöst wurde.

Der Zufall bot Snow ein sehr schönes natürliches Experiment. Zu dieser Zeit gab es mehrere Unternehmen, die die Londoner mit Wasser versorgten. Snow konnte die Todesraten durch Cholera bei den Kunden von zwei dieser Unternehmen, Lambeth und Southwark, in zwei aufeinander folgenden Choleraepidemien vergleichen. Während der ersten Epidemie bezogen beide Unternehmen ihr Wasser aus der Themse, und zwar innerhalb Londons. Daher war ihr Wasser stark verschmutzt und ein sehr fruchtbarer Boden für die Verbreitung der Cholera.

Während dieser ersten Epidemie war die Sterblichkeitsrate bei den Kunden der beiden Unternehmen sehr ähnlich. Zwischen der Epidemie von 1849 und der von 1853 verlegte Lambeth seine Wasserentnahme flussaufwärts. Dadurch war ihr Wasser nun viel sauberer. Bei der zweiten Epidemie war die Sterblichkeitsrate bei den Kunden von Lambeth um fast eine Größenordnung niedriger als die von Southwark.

Abbildung 15

Todesfälle durch Cholera in der "Behandlungs-" gegenüber der "Kontroll-"Gruppe

Source of water	Houses supplied	Cholera deaths	Proportion/100,000
Southwark	40,046	1,263	315
Lambeth	26,107	98	38
Other	256,423	1,422	56

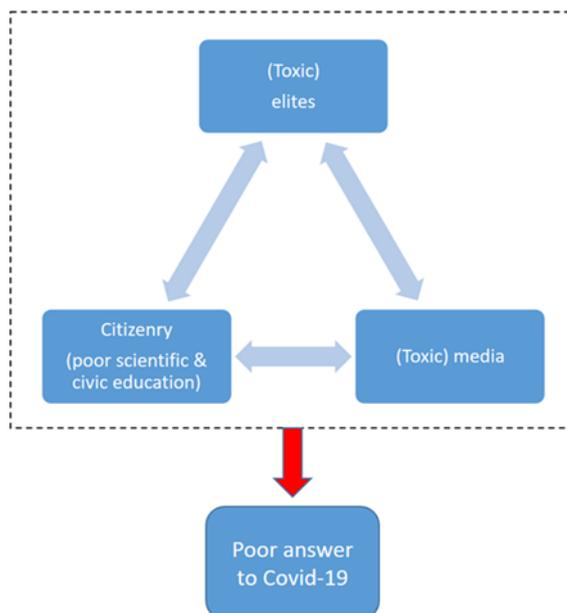
Quelle: nach Montelpare et al., "John Snow and the Natural Experiment" (Tabelle 7.2).

Wochen 12-14: Wissenschaftliche Bildung, politische Bildung und Reaktion auf Covid-19

Eine Möglichkeit, die Covid-19-Pandemie zu betrachten, besteht darin, sie als einen Spiegel zu betrachten, der die politischen, wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen/verhaltensbedingten Unzulänglichkeiten in allen betroffenen Staaten aufzeigt. Einige Länder haben viel besser reagiert als andere, und ein Blick auf die wirtschaftliche Entwicklung (als grober Indikator für die Qualität des Gesundheitssystems) reicht nicht aus, um zu erklären, warum die Länder so unterschiedlich reagiert haben. In den letzten Wochen des Kurses werden wir die Handlungen und die Rhetorik der politischen Eliten, der Medien und der Öffentlichkeit erörtern und dabei auch die Auswirkungen der politischen und wissenschaftlichen Bildung berücksichtigen.

Abbildung 16

Eine allgemeine Theorie zur Reaktion der Länder auf Covid-19



Quelle: Fesnic (2022)

Literatur

- Achen, Christopher H., and Larry M. Bartels. 2003. "Blind Retrospection: Why Shark Attacks Are Bad For Democracy." Vanderbilt University, CSDI Working Paper 5-2013, available at <https://www.vanderbilt.edu/csdi/research/CSDI_WP_05-2013.pdf>.
- Carey, Stephen S. 2011. *A Beginner's Guide to Scientific Method*, 4th ed. Boston, MA: Wadsworth Cengage Learning (Chapter 1, "Science," pp. 2-5).
- Fesnic, Florin. 2017. "Making Methodology Fun." Poster presented at the Annual Meeting of the American Political Science Association, San Francisco, CA. Available at <<https://apsa2017-apsa.ipostersessions.com/default.aspx?s=60-59-1B-88-2E-8F-28-E9-CC-54-F2-31-3A-2D-B8-AD>>.
- Fesnic, Florin. 2022. "Three Toxic Ingredients Making the COVID-19 Pandemic Worse: United States and Romania Compared." Presented at the Annual Meeting of the Midwest Political Science Association, Chicago, IL.
- Frerichs, Ralph R. "Snow's Grand Experiment of 1854." <https://www.ph.ucla.edu/epi/snow/grand_experiment.html>.
- Fujiwara, Thomas. 2015. "Voting Technology, Political Responsiveness, and Infant Health: Evidence from Brazil." *Econometrica* 83, 2: 423-464. Available at <https://www.princeton.edu/~fujiwara/papers/elevote_site.pdf>.
- Fujiwara, Thomas. 2017 (October 24). "Political inclusion and development outcomes: Brazil introduces electronic voting." *VoxDev*, <<https://voxdev.org/topic/technology-innovation/political-inclusion-and-development-outcomes-brazil-introduces-electronic-voting>>.
- Gelman, Andrew, Boris Shor, Joseph Bafumi, and David Park. 2007. "Rich state, poor state, red state, blue state: What's the matter with Connecticut?" *Quarterly Journal of Political Science* 2, 345-367, available at <http://www.stat.columbia.edu/~gelman/research/published/rb_qjps.pdf>.
- Hague, Rod, Martin Harrop, and John McCormick. 2019. *Comparative Government and Politics: An Introduction*, 11th ed. Red Globe Press (Chapter 3, "Comparative Methods: An Overview").
- Johnson, Eric J., and Daniel Goldstein. 2003 (Nov 21). "Do Defaults Save Lives?" *Science* 302, 5649, pp. 1338-1339. DOI: 10.1126/science.1091721.
- Last, John M. 2002. "Semmelweis, Ignaz," in Scheppele, Breslow, Lester (ed.), *Encyclopedia of Public Health*. Macmillan (pp. 1087-88).
- Montelpare, William J., Emily Read, Teri McComber, Alyson Mahar, and Krista Ritchie. *Applied Statistics in Healthcare Research* (Ch. 7, "John Snow and the Natural Experiment"). <<https://pressbooks.library.upei.ca/montelpare/chapter/john-snow-and-the-natural-experiment/#chapter-172-section-1>>.
- National Geographic. "Mapping A London Epidemic." <<https://www.nationalgeographic.org/activity/mapping-london-epidemic>>.
- Scheppele, Kim Lane. 2014 (May 26). "Hungary and the End of Politics: How Victor Orbán launched a constitutional coup and created a one-party state." *The Nation*, <<http://www.thenation.com/article/179710/hungary-and-end-politics#>>.
- Scheppele, Kim Lane, Miklós Bánkúti, and Zoltán Réti. 2014 (April 13). "Legal But Not Fair (Hungary)." *The Conscience of a Liberal Blog*, <<http://krugman.blogs.nytimes.com/2014/04/13/legal-but-not-fair-hungary/>>.

The Institute for Mathematics and Democracy. “Apportionment.” Available at <<https://mathematics-democracy-institute.org/apportionment/#>>. Accessed August 8, 2023.

Wikipedia, “Ignaz Semmelweis”, <https://en.wikipedia.org/wiki/Ignaz_Semmelweis>.

Wynn, Charles M., and Arthur W. Wiggins. 2017. *Quantum Leaps in the Wrong Direction: Where Real Science Ends... and Pseudoscience Begins*, 2nd ed. Oxford University Press (Chapter 1, “The Road to Reality: Scientific Method,” pp. 1-10).

KAPITEL 7

Zusammenfassung und Ausblick

Bastian Vajen

Anliegen dieses Handbuchs ist die Verbindung politikdidaktischer und mathematikdidaktischer Ansätze im Bereich der Ausbildung von Lehrkräften, welches durch die vorgestellten Module in unterschiedlicher Art und Weise sowie mit verschiedenen disziplinären Blickwinkeln verfolgt wird.

Während das erste von Heidi Strømskag entwickelte Modul zwei als Study and Research Paths (SRP) strukturierte, sich unterschiedlichen Aspekten des Klimawandels widmende Lerngelegenheiten beinhaltet, verwendet das zweite Modul von Frode Rønning, das als Teil einer Zusatzqualifikation für Lehrkräfte mit unzureichenden formalen Bildungsabschlüssen für den Mathematikunterricht in der Sekundarstufe konzipiert ist, verschiedene, die deskriptiven und normativen Aspekte von Modellen herausarbeitende Modellierungsaufgaben. Das dritte Modul, das von Jakob Steinbachner und Nicola Nagy entwickelt wurde, ermöglicht es hingegen Lernenden sich mit naturwissenschaftlichen Konzepten und den mit diesen verbundenen politischen Fragen Fragestellungen auseinanderzusetzen. Das vierte Modul, das von Bastian Vajen entwickelt wurde, behandelt hingegen unterschiedliche fachliche und fachdidaktische Perspektiven auf politische Bildung, während das fünfte Modul von Lara Gildehaus und Michael Liebendörfer mögliche Verbindungen zwischen Politikdidaktik und Mathematikdidaktik aufgreift und in die universitäre Lehre im Bereich der Mathematik und der Mathematikdidaktik integriert. Das sechste, von Florin Fesnic entwickelte Modul konzentriert sich auf die wissenschaftliche Grundbildung als ein wichtiges Element für informierte Entscheidungen in demokratischen Gesellschaften.

Alles in allem beleuchten diese Module unterschiedliche Felder einer Verbindung zwischen mathematischen und politischen Themen und sind für eine Vielzahl von Studierenden mit unterschiedlichem disziplinärem Hintergrund geeignet. Der Grundgedanke hierbei ist, dass ohne ausreichende Analysekompetenz ein Urteil zu zentralen gesellschaftlichen Herausforderungen unmöglich erscheint. Da komplexe Probleme oft umfangreiches und tiefgreifendes Fachwissen verschiedener Disziplinen erfordern, erscheint eine interdisziplinäre Behandlung auch im Rahmen schulischer Bildung notwendig. Der Anspruch diese Themen in verschiedenen Fächern zusammenhängend behandeln zu können ist dabei auf Lehrkräfte angewiesen, die in der Lage sind, eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zu ermöglichen und entsprechend auch auf eine Lehrkräfteausbildung, die die hierfür notwendigen Kompetenzen vermittelt. In einer komplexen Welt, deren Probleme und Zusammenhänge wir uns oft nur mathematisch erschließen können, ist eine Verzahnung von politischer und mathematischer Bildung daher von steigender Relevanz.

Die vorgestellten Module können als Vorschläge gesehen werden, diese Verzahnung im Bereich der universitären Lehrkräfteausbildung voranzutreiben und die Perspektive der angehenden Lehrkräfte hinsichtlich der Möglichkeiten interdisziplinärer Lernprozesse zu schärfen. Die Ergebnisse der Umsetzung an den jeweiligen Hochschulen gestalten sich zwar als vielversprechend, können jedoch nur als

ein erster Schritt gesehen werden. Voraussetzung für die Realisierung erfolgreicher interdisziplinärer Bildungsprozesse ist die nachhaltige Implementierung entsprechender Module in unterschiedlichen Phasen der Lehrkräftebildung, die die Entwicklung geeigneter didaktischer Materialien für schulische Bildungsprozesse und empirische Studien, die die zu erwartenden Lerneffekte untersuchen und zu einer stetigen Weiterentwicklung beitragen. Da die Probleme mit denen sich die demokratischen Gesellschaften zurzeit konfrontiert sehen an Umfang und Dringlichkeit zunehmen, steigt auch die Dringlichkeit für die Entwicklung innovativer Bildungsansätze, die zur Ausbildung von für die Bewältigung zentraler Herausforderung notwendiger Kompetenzen bei Lernenden und Lehrende beitragen. Dieses Projekt versteht als ein erster Schritt in diese Richtung.