



**Universität  
Zürich** <sup>UZH</sup>

Philosophische Fakultät  
Institut für Erziehungswissenschaft  
Lehrstuhl für Fachdidaktik Naturwissenschaften  
Kantonsschulstrasse 3  
CH-8001 Zürich

---



## **Der Beitrag naturwissenschaftlicher Bildung beim Umgang mit Nachhaltigkeitsherausforderungen (NABINA)**

Abschlussbericht über ein empirisches Forschungsprojekt gefördert unter dem AZ  
37003/01 durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 2021-2023.

Dr. Sandra Lang  
Dr. Sofia Getzin  
Dr. Petra Breitenmoser  
Sarah Eberz  
Sara Taner

Zürich, 23.01.2024



## Projektkennblatt

### Zielsetzung

Bei "NABINA – Der Beitrag naturwissenschaftlicher Bildung beim Umgang mit Nachhaltigkeits Herausforderungen" handelt es sich um ein innovatives empirisches Forschungsprojekt im Bereich Bildungs- und Fachdidaktikforschung, das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) von Januar 2021 bis Dezember 2023 gefördert wurde.

Die aktuellen und zukünftigen gesellschaftlichen Herausforderungen im Umweltschutz und der Nachhaltigkeit erfordern eine umfassende naturwissenschaftliche Allgemeinbildung. Die Entwicklung einer verantwortungsbewussten Haltung gegenüber diesen Herausforderungen, insbesondere im Umwelt- und Nachhaltigkeitsbereich, wird in europäischen Bildungs- und Wissenschaftsprogrammen betont. Dies betrifft nicht nur individuelle Entscheidungen im Alltag, sondern auch die politische Partizipationsfähigkeit von informierten Bürger:innen, insbesondere von Personen in einflussreichen Positionen.

Im Rahmen des Projekts NABINA untersuchen wir empirisch das Verhältnis zwischen naturwissenschaftlicher Grundbildung und politischer Partizipationsfähigkeit. In einer qualitativen Interviewstudie wurden 15 Verantwortungsträger:innen in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zu ihren schulischen Naturwissenschaftskenntnissen und deren Einfluss auf ihre Entscheidungsprozesse in Bezug auf Nachhaltigkeitsthemen befragt. Die Untersuchung zielte darauf ab, herauszufinden, wie der Naturwissenschaftsunterricht auf Gymnasialstufe Personen ohne naturwissenschaftliches Hochschulstudium im weiteren Lebensverlauf prägt. Wir analysieren, welchen Beitrag die schulische Bildung zu einem gesteigerten Bewusstsein für nachhaltigkeitsrelevante Probleme leistet und wie gut sie Personen in der Informationsbeschaffung und Nachvollziehbarkeit technischer und wissenschaftlicher Aspekte von Nachhaltigkeits Herausforderungen befähigt. Die Forschungsfragen konzentrieren sich auf das geforderte naturwissenschaftliche Wissen für Personen in einflussreichen Positionen sowie auf das tatsächlich genutzte Wissen bei Entscheidungsträgern in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Die Studie sucht auch nach Narrativen, die die Verknüpfung von naturwissenschaftlichem Wissen, der Entwicklung von Nachhaltigkeitsbewusstsein und aktuellen Entscheidungen bei Verantwortungsträgern erklären. Insgesamt ist das Projekt NABINA sowohl ein Beitrag zur Forschung in der Naturwissenschaftsdidaktik als auch zur Bildungspolitik.

### Arbeitsschritte

#### AP 1: Projektmanagement

Das Projekt wurde fortlaufend überprüft, um Zeitplan, Budget und Qualität zu sichern. Die Projektkoordination diente der Qualitätssicherung durch interne Forschungswerkstätten. Das Forschungsdesign wurde durch regelmäßige Kodiersitzungen gestärkt, um dem Gütekriterium der Intersubjektivität gerecht zu werden.

#### AP 2: Erarbeitung Interviewleitfaden

Die halboffenen Fragen ermöglichten eine einheitliche, semi-strukturierte Gesprächsführung. Der Leitfaden wurde überarbeitet, extern validiert und durch Pre-Test-Interviews gestärkt.

#### AP 3: Auswahl der Verantwortungsträger:innen und Zusammenstellung des Interviewpanels

Die Auswahl erfolgte anhand folgender Kriterien: Die Person hatte:

1. eine einflussreiche, hochrangige Position inne.
2. keine formale Ausbildung in Naturwissenschaften.



3. bereits nachweislich zur Entscheidungsfindung in Fragen der Nachhaltigkeit in der Öffentlichkeit beigetragen.

**AP 4: Interviewdurchführung**

15 Interviews mit Entscheidungsträger:innen aus Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft zur Umwelt- und Sozialethik für globale nachhaltige Entwicklung wurden zwischen 2021 und 2022 über Zoom geführt. Leitfadenanpassungen und Panelerweiterung erfolgten.

**AP 5: Auswertung und Analyse der Interviews**

Die Interviewaufnahmen wurden manuell transkribiert. Anschließend erfolgte eine inhaltlich strukturierende Inhaltsanalyse, die in den Gesamtkorpus der Studie integriert wurde. Die Daten wurden mit theoriebasierten Kompetenzmodellen analysiert, wobei die Interrater-Reliabilität durch die gleichzeitige Kodierung von mindestens zwei Teammitgliedern sichergestellt wurde.

**AP 6: Ergebniskommunikation Berichtlegung und wissenschaftliche Publikation der Studie NABINA**

Die Aufbereitung der Ergebnisse richtete sich an (angehende) Lehrpersonen und Dozierende in Naturwissenschaftsdidaktiken, erreicht durch Publikationen in Unterrichtszeitschriften, Weiterbildungsangebote und an wissenschaftlichen Tagungen. Die Ergebnisse wurden in peer-reviewed Journals publiziert.

**AP 7: Verbreitung und Implementierung der Ergebnisse in der Aus- und Weiterbildung von angehenden Lehrpersonen**

Die Ergebnisse der Studie, relevant für (angehende) Lehrpersonen und Dozierende in Naturwissenschaftsdidaktiken, wurden über Publikationen in Unterrichtszeitschriften, Konferenzbeiträge, Workshops vermittelt. Die Ergebnisse sind in einem Onlinekurs "Nachhaltigkeit lehren lernen" auf der Plattform Coursera zur kostenfreien Nutzung verfügbar.

**Ergebnisse**

Die ausgewerteten Interviews des NABINA-Projekts bieten wertvolle Erkenntnisse für die Lehrer:innenbildung an Gymnasien, die in wissenschaftlichen Artikeln und auf Konferenzen vorgestellt wurden. Ein Dissertationsprojekt, das 2024 abgeschlossen wird, vertieft diese Erkenntnisse weiter. Die von Wiek et al. (2011) vorgeschlagenen Nachhaltigkeitskompetenzen haben sich als nützliche Analyseperspektive erwiesen. Gespräche mit Entscheidungsträger:innen zeigten, dass diese über normative Kompetenzen verfügen, die sie bei komplexen und unsicheren Entscheidungen unterstützen. Ihr umweltrelevantes Handeln basiert auf einem Abgleich wissenschaftlicher Erkenntnisse mit einem Wertesystem.

In der gymnasialen Naturwissenschaftsbildung ist ein verstärktes Systemdenken und eine Neukonzeption des Fachwissens erforderlich. Anstatt isolierte Fakten zu vermitteln, sollte das Wissen themenübergreifend und abstrakter präsentiert werden. Zukünftige Verantwortungsträger:innen brauchen ein breites Wissen, unterstützt durch spezialisierte wissenschaftliche Berater:innen.

Die Heuristik der "Großen Transformation" (Polanyi 2019; Schneidewind & Augenstein 2016) ist eine wichtige Entscheidungshilfe für nachhaltigkeitsorientierte Verantwortungsträger:innen. Empirische Befunde zeigen, dass effektive, nachhaltigkeitsrelevante Entscheidungen meist in der public sphere (Stern 2000) getroffen werden, mit Fokus auf politische Partizipation und Verantwortung für größere Kollektive. Sie bevorzugen ordnungsrechtliche Strategien und staatliche Steuerung über technologische Innovationen und Marktmechanismen.



Das NABINA-Projekt trägt zur Umweltentlastung bei, indem es auf Entscheidungen in der public sphere fokussiert, im Gegensatz zu der Mehrheit an Initiativen der Umweltbildung, die auf persönliche Verhaltensänderungen abzielen. Es bietet eine systemische Perspektive in der Bildung für nachhaltige Entwicklung und konzentriert sich auf Entscheidungsträger:innen in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Das Projekt zielte darauf ab, die politische Partizipationsfähigkeit der Bürger:innen zu stärken, indem es relevante Wissens- und Könnenselemente für nachhaltigkeitsrelevante Entscheidungen identifiziert.

### **Öffentlichkeitsarbeit**

Das Kernergebnis des Projekts NABINA manifestiert sich in einem Kompetenzset und potenziellen Inhalten, die für nachhaltiges Handeln in der gesellschaftspolitischen Dimension von Bedeutung sind. Zur breiteren und gleichzeitig zielgerichteten Veröffentlichung dieser Ergebnisse erfolgte eine Aufbereitung für ein diverses Publikum. Insbesondere wurden (angehende) Lehrpersonen und Dozierende in den Naturwissenschaftsdidaktiken an Hochschulen durch Publikationen in Zeitschriften sowie entsprechende Weiterbildungsangebote angesprochen. Die Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgte in peer-reviewed Journals, um einen hohen wissenschaftlichen Impact zu gewährleisten und die Resultate für nachfolgende Forschungsarbeiten nutzbar zu machen. Zusätzlich zu schriftlichen Beiträgen in internationalen Fachzeitschriften resultierten aus den Projekterkenntnissen einer Vielzahl an Konferenzbeiträgen. Diese trugen unmittelbar dazu bei, die Weiterbildung zur Förderung des MINT-Unterrichts für Lehrende im schulischen und außerschulischen Bereich zu bereichern und den Naturwissenschaftsunterricht entlang nachhaltigkeitsrelevanter Wissens- und Könnenselemente auszurichten. Parallel dazu wurde ein MOOC auf der Lernplattform Coursera veröffentlicht.

### **Fazit**

Effektive nachhaltige Entwicklungen entstehen eher durch systemische Transformationen als durch individuelle Konsumententscheidungen. Bildungsinitiativen konzentrieren sich oft auf individuelle Handlungsentscheidungen. Viele Akteure fühlen sich angesichts der komplexen Pfadabhängigkeiten ohnmächtig, doch erfahrene Entscheidungsträger:innen setzen durch ihre politische Erfahrung und Bildung Schritt für Schritt nachhaltige Maßnahmen durch. Ihre Kombination aus Nachhaltigkeitskompetenzen, Wertegeleitetheit und wissenschaftlicher Evidenz befähigt sie, Herausforderungen zu meistern.

Die Schlussfolgerung für die Nachhaltigkeitsbildung ist, dass politische Bildung stärker einbezogen werden muss. Schüler:innen sollten lernen, wie wichtig politische Entscheidungen und Prozesse für den Klimaschutz sind und wie sie als Individuen auf verschiedenen Ebenen mitwirken können. Partizipation hat großen Einfluss, z.B. durch Proteste oder Petitionen. Ergänzend zum Desiderat, die politische Bildung verstärkt in BNE-Initiativen miteinzubeziehen, soll nicht nur aktives politisches Engagement gefördert werden, sondern auch ein grundlegendes Verständnis für die Dynamiken und Zeitskalen demokratischer Prozesse.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Theoretische Grundlagen, Prämissen und eigene Vorarbeit .....	2
2.1	Zum Verhältnis von Nachhaltigkeitszielen und Bildungszielen.....	2
2.2	Nachhaltigkeitskompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung.....	4
2.3	Naturwissenschaftsdidaktiken und naturwissenschaftliche Allgemeinbildung .....	6
2.4	Nachhaltige Entscheidungen treffen: <i>Public vs. Private Sphere</i> .....	7
3	Desiderat und Fragestellung .....	9
4	Forschungsdesign .....	9
	AP 1: Organisation und Projektmanagement .....	9
	AP 2: Erarbeitung eines Interviewleitfadens.....	9
	AP 3: Auswahl der Verantwortungsträger:innen und Zusammenstellung des Interviewpanels .....	14
	AP 4: Durchführung der Interviews.....	16
	AP 5: Auswertung und Analyse der Interviews.....	16
	AP 6: Ergebniskommunikation Berichtlegung und wissenschaftliche Publikation der Studie NABINA.....	16
	AP 7: Verbreitung und Implementierung der Ergebnisse in der Aus- und Weiterbildung von angehenden Lehrpersonen .....	17
5	Forschungsergebnisse.....	17
5.1	Taking the Lead into Sustainability: Decision Makers' Competencies for a Greener Future (Eberz u. a. 2023) .....	17
5.2	Nachhaltigkeitskompetenzen für eine vertiefte Gesellschaftsreife (Eberz und Niebert 2023, eingereicht) .....	28
5.3	Vom Fachwissen zur Bewertung? Naturwissenschaftliche Kompetenzen für Verantwortungsträger*innen (Eberz und Niebert 2023, eingereicht).....	29
5.4	Welche Kompetenzen benötigen Verantwortungsträger:innen, um Organisationen nachhaltig zu gestalten? (Eberz et al. 2023, eingereicht) .....	30
6	Outreach und Kommunikation der Forschungsergebnisse .....	31
6.1	Zum Peer Review Verfahren eingereichte wissenschaftliche bzw. bereits veröffentlichte Publikationen:.....	32
6.2	Vorträge und Workshops.....	32
6.3	Onlinekurs: Nachhaltigkeit lehren lernen.....	33
7	Zusammenfassung und Bewertung .....	35
8	Verwendete Literatur .....	37
	Anhang.....	40
	Anhang I: Kategoriensystem qualitative Inhaltsanalyse .....	40

# 1 Einleitung

Gegenwärtige und künftige Nachhaltigkeitsherausforderungen wie die Klimakrise, der Verlust der biologischen Vielfalt, toxikologische Belastungen oder die Überdüngung und Übersäuerung von Böden und Gewässern sind gesellschaftliche, wirtschaftliche und soziale Herausforderungen, die aufgrund ihrer Genese insbesondere auch einen naturwissenschaftlichen Zugang erfordern. Doch nicht alle Verantwortungsträger:innen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft verfügen über vertieftes einschlägiges Fachwissen aus Atmosphärenchemie, Systembiologie oder Geophysik. Dennoch ist – wie das Projekt «Der Beitrag naturwissenschaftlicher Bildung beim Umgang mit Nachhaltigkeitsherausforderungen» (NABINA) empirisch nachweist – eine grundständige naturwissenschaftliche Allgemeinbildung, wie sie das Gymnasium vermitteln soll, von essenzieller Bedeutung, um in gewichtigen Entscheidungen handlungsfähig zu sein und darüber hinaus auf einer evidenzbasierten Argumentation aufbauen zu können.

Zielgruppe des Projekts und der daraus hervorgegangenen Publikationen und Weiterbildungselemente sind (angehende) Lehrpersonen und Expert:innen der Nachhaltigkeitsbildung. Schüler:innen sollen in der gymnasialen Oberstufe mehr nachhaltigkeitsrelevanten naturwissenschaftlichen Unterricht erfahren, um entsprechendes Wissen und Können zu erwerben, um an der sozialökologischen Transformation aktiv partizipieren zu können. Dabei sollte eine didaktische Grundhaltung vermittelt werden, die Schüler:innen als verantwortungsvolle Subjekte begreifen und sie beim Erwerb der entsprechenden nachhaltigkeitsrelevanten Kompetenzen unterstützt. Schüler:innen sollen schon frühzeitig zum Aneignen einer *Active Citizenship* ermutigt werden, d.h. sich an demokratischen Prozessen und zivilgesellschaftlichen Initiativen mit entsprechender Nachhaltigkeitsrelevanz zu beteiligen. Auf diesem Weg schlagen die Befunde aus dem Projekt NABINA eine Brücke zwischen den Bereichen Nachhaltigkeitsbildung und politischer Bildung.

Welches Wissen und Können benötigen künftige Verantwortungsträger:innen, um den drängenden Nachhaltigkeitsherausforderungen gerecht zu werden? Welchen Beitrag kann die gymnasiale Fachdidaktik im Bereich Naturwissenschaften dazu leisten? Diesen Forschungsfragen hat sich ein interdisziplinäres Forschungsteam an der Universität Zürich gewidmet und mit dem empirischen Forschungsprojekt *NABINA* realisiert. Angesiedelt ist das Projekt im Bereich der Didaktiken der Naturwissenschaften und Nachhaltigkeit, Bildung für nachhaltige Entwicklung und Bildungspolitik. Aus diesen Bereichen speisen sich auch die theoretischen Grundlagen und Prämissen, die der Untersuchung zugrunde liegen. Nachhaltigkeitskompetenzen, *Private* und *Public Sphere Decision-Making*, Große Transformation und Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche in den naturwissenschaftlichen Fächern (Kultusministerkonferenz 2020).

Das empirische Herzstück des Projekts bilden insgesamt 15 qualitative Interviews mit hochrangigen Vertreter:innen aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Die Gespräche legen offen, welche konkreten Fähigkeiten und Kompetenzen für nachhaltige Entscheidungen benötigt werden. Damit liegt ein einmaliger Beitrag für die Lehrer:innenbildung und Bildungspolitik vor, denn die Befunde und Handlungsempfehlungen, die in mehreren Publikationen und Online-Weiterbildungsmodulen veröffentlicht werden, basieren nicht allein auf der bestehenden Theorie, sondern speisen sich aus der Praxis aktiver Minister:innen und Vorsitzenden von Wirtschaftsverbänden auf Bundesebene, Direktor:innen großer Firmen sowie Geschäftsführer:innen von Behörden und führender NGOs.

Die Resultate, die sich aus der angewandten qualitativen Inhaltsanalyse ergeben, gewähren einen vertieften Einblick in den Alltag von Entscheidungsträger:innen und die Ressourcen und Strategien, auf die sie beim Treffen von Entscheidungen zurückgreifen. So sind diese Personen keinesfalls isoliert,

sondern in institutionelle Strukturen eingebunden, in denen Fachwissen, Kompetenzen und Informationen funktional differenziert, gefiltert und eingebettet sind. Menschen in Führungspositionen benötigen, gemäß der vorliegenden Studie, ein gesteigertes Maß an Bewertungs- und Kommunikationskompetenz, um das zugearbeitete Fachwissen entsprechend einordnen und für Argumentationsstrategien nutzen zu können.

## 2 Theoretische Grundlagen, Prämissen und eigene Vorarbeit

Wie lassen sich die drängenden globalen Herausforderungen wie Klimawandel, Extremwetterereignisse, Biodiversitätsverlust und gesellschaftliche Spannungen abmildern und der nicht-nachhaltige Status quo in eine nachhaltigere Zukunft transformieren? Welchen Beitrag kann die Bildung leisten – im Speziellen die Gymnasialbildung?

Dem Forschungsprojekt NABINA gingen diesbezüglich intensive Auseinandersetzungen mit der bestehenden Fachliteratur aus diversen akademischen Disziplinen und bildungspolitischen Themenbereichen voraus. Nachhaltigkeits- und Bildungsziele wie sie in verschiedenen internationalen Institutionen in *Guidelines* und *Roadmaps* kommuniziert werden (2.1), wurden ebenso berücksichtigt wie die Auseinandersetzungen aus der Nachhaltigkeitsbildung und BNE in Form von nachhaltigkeitsbezogenen Kompetenzmodellen (2.2). Daran knüpfen Diskurse der Gymnasialdidaktik an, wobei der Fokus des vorliegenden Projekts primär auf die Fachdidaktik der Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik und Geografie liegt (2.3) und auch Anleihen an der politischen Bildung nimmt.

Der Prämisse folgend, dass besonders umweltrelevante Entscheidungen in den Führungsetagen von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft getroffen werden, grenzt sich das Forschungsteam von BNE-Programmatiken ab, die insbesondere auf die Beeinflussung individueller Konsumententscheidungen abzielen und schlägt für das Gymnasium die vertiefte Vermittlung von politischer Partizipationsfähigkeit vor (2.4). Damit bewegt sich die Konzeption des Projekts auf der strukturellen Ebene: der im Rahmen der besagten *Roadmaps* geforderte Wandel hin zu einer nachhaltigen und gerechten Gesellschaft darf nicht nur individuellen Kunststoffverbrauch und Mobilitätsentscheidungen betreffen, sondern muss eine globale Dekarbonisierung im Sinne der Großen Transformation anstreben.

### 2.1 Zum Verhältnis von Nachhaltigkeitszielen und Bildungszielen

Gemäß namhaften umwelt- und klimawissenschaftlichen Forschungsinstituten bedroht die anthropogene globale Erwärmung gesellschaftliche Sicherheit wie natürliche Ökosysteme gleichermaßen. Sollte die vorgeschlagene Klimaschutzleitplanke von 2 °C nicht eingehalten werden, wird dies laut Modellierungsrechnungen höchstwahrscheinlich zu einem Zusammenbruch der weltweiten Biosphäre führen (IPCC. 2022). Die globale Emission von klimaschädlichen Gasen durch Förderung und Verbrauch fossiler Rohstoffe interagiert dabei mit der Klimaerwärmung, Häufung von extremen Wetterereignissen und dem Rückgang der Biosphäre (und auch bewohnbarer Erdoberfläche) in einem sich gegenseitig beschleunigenden Verhältnis (Steffen u. a. 2015). Nicht-nachhaltiger Ressourcenverbrauch bei übermäßiger Treibhausgasemission haben die Welt in eine Krise gestürzt, da multiple Pfadabhängigkeiten zwischen herrschenden Wirtschaftsmodellen, geopolitischen Akteuren, Produktionsbedingungen, und Konsumkultur sich nur schwer auflösen lassen (IEA 2022).

Atmosphärenchemiker:innen wie Crutzen (2002) sprechen in diesem Zusammenhang von einem neuen «Zeitalter des Menschen», denn die tiefgreifenden Eingriffe in Klima (ebd.), geologische

Zusammensetzung (Hazen, Mollenkopf, und Wang 2017) und Biodiversität (Ceballos, Ehrlich, und Dirzo 2017) des Planeten durch die Menschheit lassen auf diesen Ebenen bereits messbare Unterschiede zu vorangegangenen Erdzeitaltern erkennen. Diese komplexen Verhältnisse, die eine Disruption durch einzelne Akteure verunmöglichen, werden als *wicked* bzw. *super-wicked problems* bezeichnet (Peters 2017) und gelten als typischen Herausforderungen des Anthropozäns (ebd.). Dabei treten insbesondere multinationale Großindustrien wie Transportwesen, Landwirtschaft, Basischemikalien, Bauwesen hervor, die gestützt durch den fossilen Energiesektor für den Großteil der globalen CO<sub>2</sub> Emissionen und umwelt- wie gesundheitsschädliche Schadstofffreisetzung verantwortlich sind (ebd.).

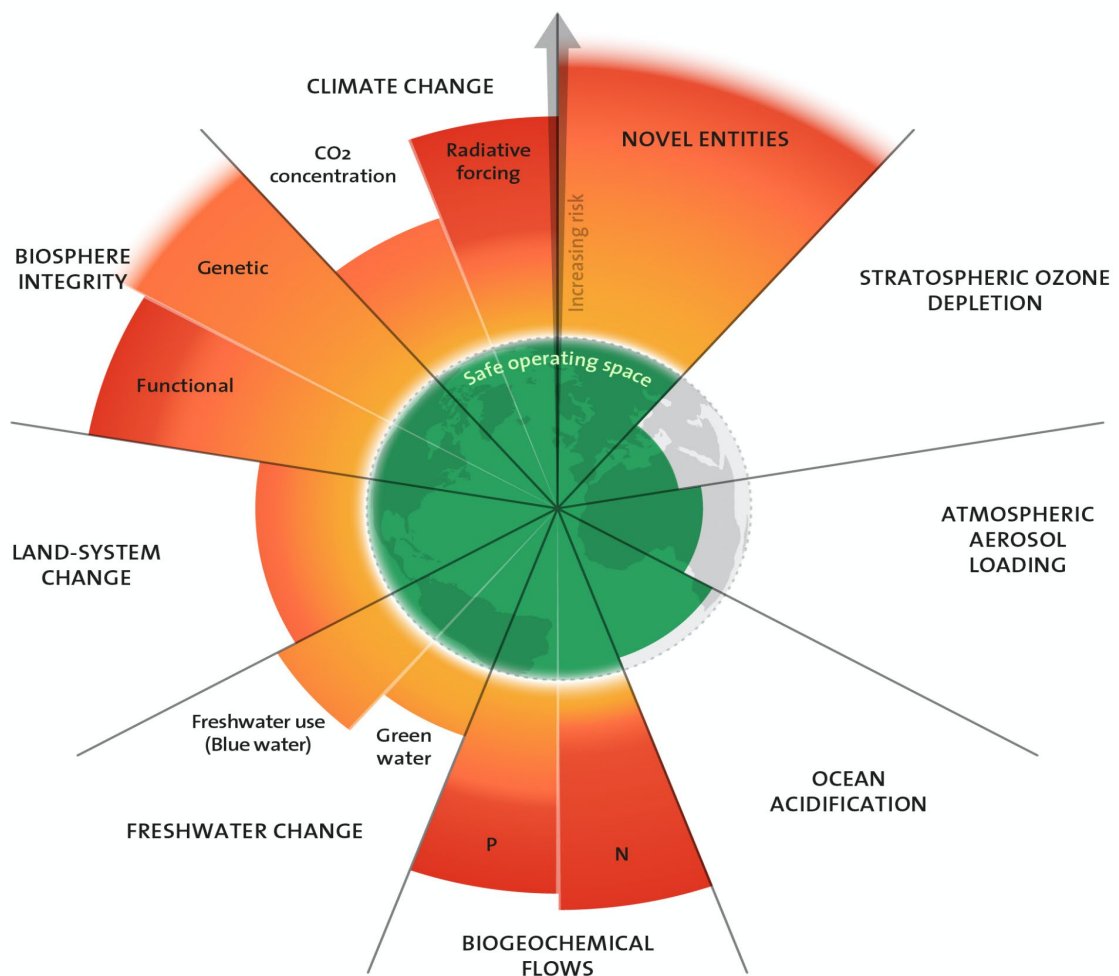


Abb. 1: The 2023 update to the Planetary boundaries. Licensed under CC BY-NC-ND 3.0. Credit: "Azote for Stockholm Resilience Centre, based on analysis in Richardson u. a. 2023".

Um den weltweiten Verbrauch an fossilen Energieträgern, Mineralen und Bodenschätzen sowie Holz-, Boden- und Wasserressourcen, wieder innerhalb der *Planetary Boundaries* (Rockström u. a. 2009) bzw. planetaren oder ökologische Belastungsgrenzen (Abb. 1) zurückzubewegen, haben eine Reihe international führender Klimainstitutionen seit den 2010er Jahren verstärkt *Roadmaps* und *Guidelines* mit expliziten Klimazielen veröffentlicht.<sup>1</sup> Diese Publikationen kommunizieren Szenarien für eine künftige Welt, falls der nicht-nachhaltige Emissionskurs, auf dem sich die Menschheit bewegt, nicht

<sup>1</sup> UN General Assembly 2015, UNESCO 2017.



durch politische Maßnahmen geändert wird und entwerfen zugleich Visionen einer post-fossilen, klimakompatiblen globalen Gesellschaft. Prägnante Schlagwörter wie *Netto-Null* oder *Race to Zero* beziehen sich dabei auf die dringend notwendige globale Reduktion von Treibhausgasen auf ein absolutes Minimum, um den bereits stattfindenden anthropogenen Klimawandel nicht weiter voranzutreiben.

„Bildung ist eine unerlässliche Voraussetzung für die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung und die Verbesserung der Fähigkeit des Menschen, sich mit Umwelt- und Entwicklungsfragen auseinanderzusetzen“ (BMU 1992).

Bildung gilt im Zusammenhang mit dem Erreichen der formulierten Klimazielen als bedeutender Faktor, denn so werden Nachhaltigkeitsbewusstsein und Handlungsbereitschaft vor allem als Bildungsfrage aufgefasst und gerahmt. Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) bzw. *Education for Sustainable Development* (ESD) zählt in Anschluss an die 2015<sup>2</sup> formulierten *Sustainable Development Goals* (SDGs) (UN General Assembly 2015) als bildungspolitisches Rahmenkonzept, das in der nationalen wie internationalen Bildungsforschung, -politik und -praxis laufend ausgebaut und verankert wird. BNE findet dabei ebenso auf sämtlichen Schulstufen statt, wie in der Hochschul- und Erwachsenenbildung sowie Weiterbildungsprogrammen (Getzin 2019, S. 2ff.). In Zusammenhang mit der BNE werden in der Bildungs- und Didaktikforschung Nachhaltigkeitskompetenzmodelle entwickelt und in Unterrichts- und Bildungsprogramme implementiert. Im folgenden Abschnitt wird zunächst darauf eingegangen, was in der Bildungsforschung unter Kompetenzen verstanden wird und wie diese mit Bezug auf BNE und Nachhaltigkeitsherausforderungen spezifiziert werden.

## 2.2 Nachhaltigkeitskompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung

Im Gegensatz zu inhaltlichem Fachwissen, welches curricular in Schulfächern oder Studienprogrammen vermittelt wird, gelten Kompetenzen als Leitbegriffe der Didaktik, die eher nach dem *wie* statt dem *was* gelernt werden sollen und setzen vermittelte Wissensinhalte in einen weiteren gesellschaftlichen und kulturellen Kontext:

“Kompetenzorientierung bedeutet keine Abkehr von einer fachlichen Wissensbildung und schon gar nicht von der Leitidee des verständnisorientierten und problemlösenden Lernens. Es geht im Gegenteil ganz zentral um fachliche Bildung, in deren Kontext auch *fachübergreifende – methodische, soziale und personale – Kompetenzen kultiviert* werden sollen.“ (Reusser 2014, S. 326)

Typische Kompetenzen, die beispielsweise im Schulunterricht vermittelt werden, sind etwa Kooperationsfähigkeit, kritisches Denken oder Problemlösungsstrategien. Damit zielen sie gleichermaßen auf Wissens- und Könnenselemente ab, die möglichst über den Kontext, in dem sie ursprünglich angeeignet wurden, hinaus anwendbar sein sollen (Weinert 2001, S. 27ff.). Die wachsende Bedeutung von kompetenzorientierter Didaktik in Bildungspolitik, -forschung und -praxis wird u.a. dadurch deutlich, dass führende nationale Rahmenlehrpläne für verschiedene Schulstufen diese vermehrt integrieren und ausführen (ebd.). Neben Kompetenzmodellen, deren Verfasser:innen darum bemüht sind, lebenspraktische, kognitive oder soziale Kompetenzen konzeptionell zu erfassen und zu operationalisieren, werden analog im Feld der Umwelt- und Nachhaltigkeitsdidaktik spezifische Nachhaltigkeitskompetenzmodelle entwickelt und implementiert (Reusser 2014). Mit Blick auf die gegenwärtigen sowie zukünftigen Nachhaltigkeitsherausforderungen, zielen diese Modelle auf einer

---

<sup>2</sup> Das Konzept der nachhaltigen Entwicklung geht auf Konferenzen der Vereinten Nationen in den 1970er Jahren zurück (Getzin 2019, S. 2f.).

systemischen Ebene auf einen kompetenten Umgang mit komplexen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, politischen, technischen und auch naturwissenschaftlichen Gegebenheiten in einer sich rasch wandelnden Welt ab (van Norren und Beehner 2021). Viele Ansätze, die BNE und Nachhaltigkeitskompetenzen zu verbinden versuchen<sup>3</sup>, setzen dabei insbesondere auf Demokratiefähigkeit und (aktive) Bürgerkompetenzen (May 2007).

Ein besonders stark rezipiertes nachhaltigkeitsbezogenes Kompetenzmodell, das auch der empirischen Studie im Rahmen des NABINA-Projekts zugrunde liegt, wurde von Armin Wiek und Kolleg:innen formuliert (2011). Die darin formulierten Nachhaltigkeitskompetenzen dienen insbesondere in der Auswertung als deduktive Kategorien, sodass Folgendes an dieser Stelle prominent hervorgehoben wird:

Im Umgang mit den drängenden Nachhaltigkeitsherausforderungen in unserer Zeit wurden fünf Nachhaltigkeitskompetenzen formuliert, die in ihrer Aneignung aufeinander aufbauen und miteinander zu einer vertieft nachhaltigkeitsbewussten Grundhaltung verschränkt werden. **Systems Thinking Competence** (ebd., S. 4) stellt dabei die grundlegende Kompetenz dar: um Nachhaltigkeitsherausforderungen gerecht zu werden, reicht es nicht, einzelne Herausforderungen, Probleme und Lösungen isoliert zu betrachten. Vielmehr empfehlen die Autor:innen eine systemische Perspektive, welche die Komplexität, Multiperspektivität, Verwobenheit, Pfadabhängigkeiten der Wirklichkeit berücksichtigt. Eine Systemperspektive nimmt die unterschiedlichen Skalierungen der physikalischen und sozialen Wirklichkeit in den Blick und versteht es, die unterschiedlichen Dynamiken zu berücksichtigen und Wissen zwischen ihnen zu extrapolieren.

Daran knüpft die **Anticipatory Competence** an (ebd., S. 5). Diese bezieht sich auf die Fähigkeit, Szenarien und Modellierungen nachvollziehen zu können, was insbesondere für eine angemessene Auseinandersetzung mit Klimaberichten wie dem *IPCC Report* unabdingbar ist. Aber das Konzept geht deutlich über eine passive Rezeption quantitativer Datensätze hinaus. Qualitative Zugänge manifestieren sich in der aktiven Teilnahme an gesellschaftlichen Diskursen über Zukunftserzählungen und sind von hoher Relevanz. Diese Ansätze umfassen ebenso die Analyse historischer Entwicklungen und die Reflexion eigener Erfahrungen in der Retroperspektive, um daraus Prognosen für künftige Entwicklungen abzuleiten. Diese Nachhaltigkeitskompetenz umfasst darüber hinaus ein vertieftes Verständnis von Zeitlichkeit, ein kompetenten Umgang mit Unsicherheiten und unbekanntem Variablen, Intergenerationengerechtigkeit sowie Rückholbarkeit.

Um sich effektiv für eine gerechte Gesellschaft und Klimaschutz politisch zu engagieren, ist nicht nur ein entsprechendes Wertesystem von Nöten, sondern auch ein reflektierter Umgang mit Werten, gesellschaftlichen Normen, Weltanschaulichen und Überzeugungen, die stets auch handlungsleitend sind. Die **Normative Competence** bezieht sich auf die Vermittlung von Fairness, Gerechtigkeit, Nachhaltigkeit und die angemessene Formulierung von Kritik am nicht-nachhaltigen Status quo (ebd., S. 9).

«*Linking knowledge to action*» lautet die Kernbotschaft der vierten Nachhaltigkeitskompetenz, der **Strategic Competence** (ebd.), die mit ihrem expliziten Verweis auf strategisches und antizipatorisches Denken eher selbsterklärend ist. Wiek, Withycombe, und Redman (2011) fassen diese Fähigkeit folgendermaßen zusammen:

“This capacity requires an intimate understanding of strategic concepts such as intentionality, systemic inertia, path dependencies, barriers, carriers, alliances etc.; knowledge about viability,

---

<sup>3</sup> UNESCO 2017; Rieckmann 2011; Wiek, Withycombe, und Redman 2011.

feasibility, effectiveness, efficiency of systemic interventions as well as potential of unintended consequences.” (ebd.)

Als Fünfte sei noch die **Interpersonal Competence** angesprochen, die sich in der Miteinbeziehung verschiedener Akteure und Institutionen in der Nachhaltigkeitsstrategie zeigt. Kooperations-, Konflikt-, und Vermittlungsfähigkeit sowie Führungskompetenz – gerade in interdisziplinären, heterogenen und diversen sozialen Settings – zählen zu den Kernelementen dieses didaktischen Konstrukts (ebd., S. 10). Aber auch Empathie, Solidarität, und die aktive Anwendung demokratisch-deliberativer, partizipatorischer Methoden der Förderung zivilgesellschaftlicher und politischer Teilhabe werden hervorgehoben (ebd.).

Auch wenn dieses Set von Kompetenzen in seiner Zieldefinition Fähigkeiten beschreibt, um die Herausforderungen einer nicht-nachhaltigen Entwicklung zu begegnen, so sind die einzelnen hier genannten Kompetenzen nicht spezifisch für einzelne Fachgebiete definiert. Sie sind eher als *cross-cutting competencies* (ebd.) zu verstehen. Wiek, Withycombe, und Redman (2011) betonen, dass diese Kompetenzen keine domänenspezifischen Kompetenzen ersetzen können (ebd.), ohne jedoch die notwendigen disziplinären Kompetenzen zu berücksichtigen. Da die Fragestellung des NABINA-Projekts auf den spezifischen Beitrag des gymnasialen Naturwissenschaftsunterrichts zu BNE fokussiert, werden im folgenden Abschnitt ergänzend die Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche im Fachunterricht Biologie vorgestellt.

### 2.3 Naturwissenschaftsdidaktiken und naturwissenschaftliche Allgemeinbildung

Wie bereits einleitend diskutiert wurde, handelt es sich bei den drängenden Nachhaltigkeitsherausforderungen wie Eutrophierung von Gewässern und Böden, Schadstoffbelastungen, Treibhausgasemissionen, Rückgang der Ozonschicht und Biodiversitätsverlust um primär naturwissenschaftliche Phänomene. Um diese zu verstehen und Interventionsmöglichkeiten formulieren zu können, sind vertiefte naturwissenschaftliche Kenntnisse notwendig, was insbesondere durch die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung am Gymnasium gewährleistet werden kann. Die Absolvent:innen sollen fähig sein, abstrakte naturwissenschaftliche Konzepte, Methoden und Zusammenhänge kognitiv zu verarbeiten und kritisch einordnen zu können. Zudem sollten sie die erlernten Inhalte effektiv kommunizieren können. Naturwissenschaftsunterricht muss daher auch gezielt nachhaltigkeitsrelevante Bezüge schaffen und vermitteln.

Ein weiteres didaktisches Modell, das die empirische Analyse unterstützt, stammt aus der Biologiedidaktik und basiert auf den Basiskompetenzen. Dieses Modell knüpft an die Problematik der Allgemeinbildung in der Nachhaltigkeitsbildung an, wie sie von der Kultusministerkonferenz (2020) dargelegt wird, und formuliert theoriebasiert vier zentrale Bildungsstandards für die Kompetenzbereiche im Fach Biologie. Dieses Modell extrapolierte das Forschungsteam im Projekt «NABINA» auf den gesamten gymnasialen Fächerkanon der Naturwissenschaften (Physik, Chemie, Biologie und Geografie). Da **Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz** als zentrale analyseleitende Kategorien in der Auswertung der Interviewstudie zur Anwendung kamen, werden diese im Folgenden ausgeführt:

**Sachkompetenz** im Naturwissenschaftsunterricht erfolgreich zu vermitteln, bedeutet, dass sich Schüler:innen ein profundes wissenschaftliches **Fachwissen** im Unterricht aneignen. Die vermittelten wissenschaftlichen Konzepte, Wissensinhalte und auch praktische Könnenselemente werden aufeinander bezogenen und in einer systemischen Perspektive vermittelt. Nachhaltigkeitsthemen werden ebenfalls als wissenschaftliche Themen integriert und mit den übrigen curricular vermittelten Konzepten verwoben.

“Zur Sachkompetenz im Bereich der Biologie gehört das Beschreiben, Erklären, Erläutern sowie das theoriegeleitete Interpretieren von biologischen Phänomenen. Dabei werden Zusammenhänge strukturiert sowie qualitativ und quantitativ erläutert sowie Vernetzungen zwischen Systemebenen von der molekularen Ebene bis zur Ebene der Biosphäre aufgezeigt. Jede der Systemebenen beinhaltet häufig Eigenschaften, die in der vorherigen Ebene nicht erkennbar sind. Biodiversität wird auf der genetischen, organismischen und ökologischen Ebene beschrieben und die Notwendigkeit des Erhalts und Schutzes der Biodiversität wird mit der Bedeutung von Einheitlichkeit und Mannigfaltigkeit erläutert.” (Kultusministerkonferenz 2020, S. 14)

Wie die Ergebnisse aus der NABINA-Studie zeigen, erfordert die erfolgreiche Verschmelzung von naturwissenschaftlicher Sachkompetenz mit Bildungszielen der Nachhaltigkeitsdidaktik im Gymnasialunterricht eine didaktische Neukonzeption des Fachwissens.

Eine gesteigerte **Erkenntnisgewinnungskompetenz** drückt sich bei Lernenden und Lehrenden dadurch aus, dass naturwissenschaftliches Wissen bezüglich seiner Entstehung kritisch bewertet werden kann. Eine profunde Auseinandersetzung mit der naturwissenschaftlichen Methodik, Gütekriterien naturwissenschaftlicher Forschung, Entwicklung von wissenschaftlichen Fragestellungen und Hypothesen sowie die Einbettung des Wissens in soziale, historische und philosophische Kontexte im Sinne des «nature of science»-Paradigmas sind grundlegend für einen kompetenten Umgang mit naturwissenschaftlichem Wissen (Kultusministerkonferenz 2020, S. 15f.). Diese Kompetenz spielt bei der Nachhaltigkeitsbildung eine bedeutende Rolle, da sie Lernenden ermöglicht, eine kompetente und kritische Position im Umgang mit *fake news* und Klimaskepsis einzunehmen.

Daran schließt die **Kommunikationskompetenz** an, zu der u.a. die kritische Auswahl angemessener wissenschaftlicher Quellen zählt. «[U]m fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen» (ebd., S. 16) zu können, müssen Schüler:innen in der Lage sein, sich die jeweilige Fachsprache und -termini anzueignen (ebd. 16f.).

Schüler:innen sehen sich mit einer wachsenden Komplexität an zugänglichen Informationen konfrontiert. In einer sich wandelnden Medienlandschaft, in der die sozialen Medien an Bedeutung gewinnen, werden nicht nur qualitativ hochwertige Beiträge und wissenschaftliche Informationen zugänglich gemacht, sondern auch Falschinformationen gestreut. In diesem Zusammenhang wird in der Gymnasialdidaktik die gezielte Vermittlung von Urteils- und Entscheidungsprozessen betont (Höttecke und Allchin 2020). In den Naturwissenschaftsdidaktiken werden gesellschaftspolitisch relevante Fragestellungen oft im Zuge der Förderung einer gesteigerten **Bewertungskompetenz** adressiert. Diese Basiskompetenz bietet für den Umgang mit komplexen Nachhaltigkeitsherausforderungen wertvolle Anknüpfungspunkte: Nachhaltigkeitsherausforderungen sind immer an vielfältige Handlungsoptionen geknüpft und erfordern eine Priorisierung zwischen ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Problemen und Interessen (Bögeholz u. a. 2018).

## 2.4 Nachhaltige Entscheidungen treffen: *Public vs. Private Sphere*

Ob Wasser- und Energiesparen im Klassenzimmer, Mülltrennung oder Insektenhotels: Die Mehrheit bestehender Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildungsprogramme richten sich an Lernende als Konsument:innen und deren individuellen Alltagsentscheidungen (Eggert und Bögeholz 2006). Es zeigt sich jedoch, dass Appelle an die individuelle Verantwortung gegenüber der Umwelt keine ausreichend wirksame Strategie sind (ebd.), sondern primär bei Verantwortungsträger:innen in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft ansetzen müssen, deren Entscheidungen für viele Menschen bindend sind. Wie in der

Folge beschrieben wird, weist die bestehende, auf den individuellen Konsum zentrierte Nachhaltigkeitsdidaktik zwei zentrale Schwächen auf: sie trägt der Diskrepanz zwischen Werthaltung und tatsächlichem Handeln keine Rechnung und konzentriert inhaltlich zu wenig auf die wirklich wirksamen Maßnahmen.

Eine umweltbewusste Haltung und Wissen über den Klimawandel allein führen nicht zu klima- bzw. umweltfreundlichem Verhalten, denn der individuelle Ressourcenverbrauch hängt maßgeblich von der eigenen Kaufkraft ab – und nicht etwa von moralischen Überzeugungen in Bezug auf Nachhaltigkeit (Niebert 2021). Die Nachhaltigkeitsforschung spricht in diesem Zusammenhang von einem *action-value gap* (Kranz u. a. 2022). In der Tendenz positionieren sich Menschen mit einem höheren Bildungsniveau und einem gehobenen Einkommen im Durchschnitt zwar als umweltbewusster, auf der materiellen Ebene erzeugen sie aber deutlich mehr Treibhausgase als weniger wohlhabenden Menschen (UBA 2023).

Das umweltpolitische Ziel, Menschen zu einem umwelt- und ressourcenbewussten Verhalten zu bewegen, scheitert häufig an der mangelnden Akzeptanz der breiten Bevölkerung. Bürger:innen bewerten Umweltschutzmaßnahmen, die ihren Privatkonsum steuern, demnach kritisch in Bezug auf die Effektivität (Dechezlepretre u. a. 2022). D.h. in vielen Ländern werden Maßnahmen wie Programme für grüne Infrastrukturen, Subventionen für kohlenstoffarme Technologien, Kohlenstoffsteuern mit stark progressiver Verwendung der Einnahmen (z. B. Geldtransfers an die ärmsten oder am stärksten betroffenen Haushalte) sowie konkrete Vorschriften, wie z.B. Verbote für umweltverschmutzende Fahrzeuge in Stadtzentren und obligatorische Isolierung von Gebäuden (ebd.) als wirksam und/oder fortschrittlich wahrgenommen. Darüber hinaus spielen die eigene Vulnerabilität und Exposition gegenüber bedrohlichen Umweltereignissen und der Grad der erwarteten persönlichen Einschränkung im Alltag eine Rolle (ebd.).

Auch wenn das individuelle Umwelthandeln auf der privaten Ebene (*private sphere*) umweltrelevant erscheint, werden Entscheidungen mit größerem Effekt auf die Umweltqualität in der *public sphere* getroffen (Stern 2000). Vergleicht man etwa die globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Jahre 2019 und 2020, zeigt sich, dass diese trotz der erheblichen privaten Verhaltensänderungen lediglich um 17 % zurückgegangen sind (Le Quéré u. a. 2020). Die überwältigende Mehrheit der globalen Treibhausgasemissionen wird von Industriekonzernen in den Branchen fossile Energieträger, Bauwesen, Chemie, Textilien und Landwirtschaft erzeugt (Wiek, Withycombe, und Redman 2011). Entsprechend muss sich eine effektive Klimapolitik – und auch -bildung – gezielt an Akteure in diesen Bereichen wenden.

Rechtliche, politische und wirtschaftliche Maßnahmen, die für größere Gemeinschaften und Institutionen verbindlich sind, reduzieren CO<sub>2</sub>-Emissionen um ein Vielfaches, da systematische strukturelle Veränderungen ausgelöst werden können. Zudem beeinflussen verbindliche Maßnahmen die privaten Konsumententscheidungen, indem sie einen Handlungsspielraum eröffnen und nicht-nachhaltiges Verhalten einschränken können. Eine wirksame Klima- und Umweltbildung sowie Nachhaltigkeitskommunikation muss daher die Bedeutung von makroskopischen Entscheidungen auf der Ebene der *public sphere* vermitteln, anstatt einseitig auf die Anpassung des privaten Konsums zu fokussieren (Stern 2000).

### 3 Desiderat und Fragestellung

Die leitenden Forschungsfragen für das Projekt NABINA lauten:

1. Welches naturwissenschaftliche Wissen und Können ist in bildungspolitischen und bildungswissenschaftlichen Publikationen gefordert, für Personen, die potentiell in einflussreichen Positionen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft tätig sein werden?
2. Auf welches naturwissenschaftliche Wissen und Können greifen Personen zurück, die in einflussreichen Positionen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft Entscheidungen mit gesellschaftlichen Auswirkungen treffen?

### 4 Forschungsdesign

Ziel des Projekts war es, Kompetenzen, die für die Bewältigung anspruchsvoller Nachhaltigkeitsherausforderungen im Arbeitsalltag von Entscheidungsträger:innen relevant sind, mithilfe von Interviews zu identifizieren. Das Forschungsdesign zielte darauf ab, anhand theoriegeleiteter Interviewfragen, die sich auf die Bildungsbiografie der Führungsperson, die erwarteten Zukunftsszenarien und die für die derzeitige Position notwendigen Kompetenzen bezogen, reichhaltige Erzählungen der Interviewpartner:innen zu generieren. Gleichzeitig sollte ermittelt werden, wie diese Kompetenzen in etablierte Kompetenzrahmen, wie beispielsweise jenen von Wiek, Withycombe, und Redman (2011), integriert werden können. Untenstehend werden die verschiedenen Arbeitspakete des Projekts kurz erläutert.

#### AP 1: Organisation und Projektmanagement

Über den Projektzeitraum hinweg wurde die Umsetzung des Projekts kontinuierlich durch die Antragsteller und Mitglieder des Forschungsteams begleitet, um die Einhaltung des Projektplans (vor allem Zeitplan, Budgetierung und Qualitätssicherung) auf forschungspraktischer, administrativer und kommunikativer Ebene laufend zu gewährleisten. Die Koordination des Projekts umfasste die laufende Betreuung dreier Projektmitarbeiter:innen (Doktorierende, Hilfsassistierende). Dabei wurden die jeweiligen Arbeitsschritte einem kontinuierlichen Monitoring unterzogen. Außerdem wurde die Aufgabe der Projektkoordination als Teil der Qualitätssicherung verstanden. Es wurden laufend teaminterne Forschungswerkstätten organisiert, in denen die Projektmitarbeiter:innen sich gegenseitig bezüglich Einhaltung der Forschungsfrage, Erhebungsverfahren, Auswertung und der Publikation von Ergebnissen brieften und aufeinander abstimmten. Das kollektiv ausgerichtete Forschungsdesign wurde darüber hinaus in regelmäßigen Kodiersitzungen eingelöst, um insbesondere dem Gütekriterium der Intersubjektivität in der qualitativen Sozialforschung gerecht zu werden (Helfferich 2009).

#### AP 2: Erarbeitung eines Interviewleitfadens

Entsprechend des Forschungsprogramms der qualitativen Inhaltsanalyse wurde das Leitfadendesign eng an die Einlösung der Prämissen und Beantwortung der Forschungsfrage geknüpft und war bereits Teil des deduktiven Erkenntnisgewinns. Ein halbstrukturierter Interviewleitfaden wurde entwickelt, um Erzählungen und Strategien darüber zu rekonstruieren, wie die Entscheidungsträger:innen arbeiten, wie sie mit den Herausforderungen der Nachhaltigkeit umgehen und was sie benötigen, um wirksame Entscheidungen zu treffen. Die Fragen basierten auf den Forschungsfragen und wurden iterativ

entwickelt. Der Interviewleitfaden setzte sich aus halboffenen Fragen zusammen, die aus der Operationalisierung der vertieften Gesellschaftsreife und sich auf Nachhaltigkeitskompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung und aus der Naturwissenschaftsdidaktik gewonnen wurden. Die Stimuli zielten auf eine tendenziell eher faktenorientierte Narration ab, die konkrete naturwissenschaftliche Inhalte aufzählt und kontextualisiert. Aus diesem Grund wurden die Fragen nicht gänzlich offen formuliert. Die finale Version des Leitfadens findet sich untenstehend. Aus dem Leitfadendesign ergibt sich eine semi-strukturierte Gesprächsführung. Der Interviewleitfaden enthielt bei allen Interviewees dieselben konstitutiven Elemente, um in der späteren Analyse und Interpretation der Daten eine möglichst hohe Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Dabei sind die Ansprüche von größtmöglicher Offenheit mit der notwendigen Strukturierung auszubalancieren (Helfferich 2009). Für die Interviewführung wurde auf die methodischen Vorarbeiten von (ebd.) zurückgegriffen. Der Interviewleitfaden wurde vorläufig überarbeitet, durch externe Mitarbeiter:innen überprüft und durch drei Pre-Test-Interviews validiert. Sekundäre und nachfolgende Interviewfragen wurden entwickelt und Beispiele sowie Verknüpfungen zwischen den Themen erhöhten die Evidenz im Kategoriensystem (siehe Anhang I).

**Tabelle 1: Leitfaden zur NABINA-Interviewstudie**

Begrüssung und Einführung:	Ziel:
<p>Sehr geehrte/geehrter ... vielen herzlichen Dank, dass Sie sich dazu bereit erklärt haben, an unserer Studie teilzunehmen. Wir führen derzeit mit Führungspersönlichkeiten in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft Gespräche. Dabei wollen wir herausfinden, welche Rolle naturwissenschaftliche Aspekte bei Ihren Entscheidungen über die großen Nachhaltigkeitsherausforderungen spielen. Ziel ist es, junge Menschen noch besser auf ihre künftigen Aufgaben in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft vorzubereiten. Es geht nicht darum, was Sie wissen oder nicht, sondern lediglich darum, Ihre Perspektive auf das Thema zu erfahren und was Sie für Ihre Entscheidungen brauchen.</p> <p><b>Haben Sie im Vorfeld erst einmal noch Fragen?</b></p> <p>Wir haben ja im Vorfeld bereits darüber gesprochen, dass unser Gespräch hier auf Tonband mitgeschnitten wird. Das Material wird vollständig anonymisiert und nach erfolgter Transkription gelöscht. Es ist absolut kein Rückschluss auf Ihre Person möglich, da wir beispielsweise auch Institutionen oder reale Personen, die aus Versehen genannt werden, etwa mit [Uni X] oder „externe Person Y“ anonymisieren. Wenn wir Teile aus dem Interview zitieren und Sie sich wiedererkennen wollen, suchen Sie sich gerne einen Namen aus. Sie können das Interview jederzeit abbrechen und falls Sie Stellen von der Analyse ausschließen möchten, ist das auch kein Problem.</p> <p><b>Haben Sie noch Fragen?</b></p> <p><b>Sobald Sie mir Ihr Okay geben, schalte ich das Aufnahmegerät ein</b></p>	<p>Vertrauensvolle Atmosphäre schaffen; offenes, erzählgenerierendes Setting;</p> <p>Schon vorab deutlich machen, dass es um den Zusammenhang von Schulbildung, Naturwissenschaft und Entscheidungen in verantwortungsvollen Positionen geht, um im Interview ausufernde Exkurse zu vermeiden.</p>

Frageblock 1: Die Rolle von naturwissenschaftlichem Wissen und Können vor dem Hintergrund der aktuellen Position des*der Interviewten		
Stimulus	Konkrete Nachfragen	Erkenntnisziel
<p>1.1 Beschreiben Sie doch einmal, was Sie machen und welche Rolle naturwissenschaftliche Aspekte dabei spielen. Ggf. Nachfragen: <b>Welche Rolle spielen naturwissenschaftliche Aspekte in diesen Debatten?</b></p> <p><b>Sie haben ja kein naturwissenschaftliches Studium absolviert. Auf welcher Grundlage entscheiden Sie über die naturwissenschaftlichen Aspekte? Was finden Sie dabei herausfordernd/was fällt Ihnen leicht?</b></p>	<p>Wie informieren Sie sich z.B. über [genannten bzw. konkreten Nachhaltigkeitsbereich]?</p> <p>Wie gehen Sie mit Herausforderungen um und was brauchen Sie, um eine Entscheidung zu treffen?</p>	<p>Gegenwartsbezug:</p> <p>Erfassung des thematischen Horizonts der Person und die Rolle der natwiss. Bildung in der aktuellen Position</p>
<p>1.2 <b>Wie würden Sie die naturwissenschaftlichen Aspekte im Vergleich zu den anderen positionieren? Können Sie einmal ein Beispiel geben?</b></p> <p>In welchem Verhältnis steht in Ihren Entscheidungen naturwissenschaftliches Wissen zu beispielsweise ökonomischem oder juristischem Wissen?</p>	<p>Nachfrage bei Beispiel: Welches naturwissenschaftliche Detailwissen ziehen Sie hier heran?</p>	<p>Gewichtung der naturwiss. Bildung ggü. anderen Wissenssystemen</p>
<p>1.3 <b>Wenn Sie eine Stellvertreterin einstellen sollten: Welche naturwissenschaftlichen Kompetenzen müsste sie mitbringen, um Sie gut ergänzen zu können?</b></p> <p><b>Wenn Sie auf Ihre heutigen Aufgaben schauen und noch einmal fünf Jahre in die Vergangenheit gehen könnten, was würden Sie sich an naturwissenschaftlichen Inhalten zusätzlich/tiefer aneignen wollen?</b></p>	<p>ggf. Auf welche naturwissenschaftlichen Kompetenzen würden Sie in der Auswahl achten?</p>	<p>Herstellung epistemischer Autorität im Feld</p>
<p>1.4 <b>Ich gehe davon aus, dass Ihnen in Ihrer Position viel zugearbeitet wird.</b> Wann kommen Ihnen Bezüge insbesondere zwischen naturwissenschaftlichen, ökonomischen, rechtlichen Aspekten merkwürdig vor? Wann denken Sie, hier stimmt irgendetwas nicht. Da müssen wir nochmals hingucken. Gibt es so etwas bei Ihnen?</p> <p>Zusatz: Wo informieren Sie sich, wenn Sie zwei widersprüchliche Meinungen/Aussagen haben und Sie sich fragen "wie ging das jetzt nochmal?"</p>	<p>(Individuell anpassen:) Klimawandel: Bezüge zw. Budgetansatz und Minderungszeitpunkten.</p> <p>Gentechnik: Vorsorgeprinzip</p>	<p>Netzwerk des Wissens, kritisches Denken</p>



Frageblock 2: Implementierung im Schulunterricht		
Stimulus	Konkrete Nachfragen	Erkenntnisziel
<p><b>2.1 Von welchem Wissen und Können, das Sie sich in der Schulzeit angeeignet haben, profitieren Sie noch heute und welches Wissen mussten Sie sich später noch aneignen?</b></p> <p><b>Als Sie Ihre aktuelle Position angetreten sind: gab es Aspekte, in die Sie noch vertieft einarbeiten mussten? Wie haben Sie das gemacht? Welche Wissensquellen haben Sie zu Rate gezogen?</b></p> <p><u>Aufrechterhaltungsfrage:</u> Sie befassen sich täglich mit Fragen von [anpassen]. Diese Themen haben ja einen stark naturwissenschaftlichen Hintergrund. Wenn Sie an Ihren eigenen naturwissenschaftlichen Unterricht zurückdenken, welche dort erworbenen Inhalte oder Kompetenzen helfen Ihnen heute, Ihre Entscheidungen zu treffen? "Was müsste man aus den Naturwissenschaften stärker vermitteln</p>	<p><u>Abhängige Anschlussfragen:</u> Sie haben gesagt, man muss vorausschauend denken – in welchen naturwissenschaftlichen Themengebieten in der Biologie, Chemie, Physik oder Geographieunterricht haben Sie dies gelernt?</p> <p>Sie erwähnten, dass Sie dieses Wissen vor allem im Chemieunterricht erlangt haben. Können Sie noch genauer ausführen, an welche Themenblöcke Sie dabei genau denken?</p>	<p>[Vergangenheitsbezug]</p> <p>Rolle natwiss. Schulunterricht im Kosmos der Expert*innen und ihre Dimensionen</p> <p>Lernerfahrungen in Verhältnis zur aktuellen Position setzen</p>
<p><b>2.2 Welche Schlüsselerlebnisse in Ihrem Leben gab es, die Sie dazu gebracht haben, sich für Themen, wie [XYZ Thema einsetzen] engagieren?</b></p>	<p>Und in Bezug auf die Schulausbildung?</p> <p>Und in Bezug auf die Naturwissenschaften</p> <p>Was hat dazu geführt, dass Sie als [Juristin...] sich mit Nachhaltigkeitsfragen auseinandersetzen?</p>	<p>Biografische Erfahrungen; Einstellungen und Interessen des*der Interviewten</p>
<p><b>2.3 In den Naturwissenschaften versucht man heute das Wissen und Können in die Bereiche</b></p> <p>Fachwissen, also das Wissen [z.B. individuell anpassen, z.B. über den Klimawandel]</p> <p>Erkenntnisgewinnung, also das Wissen über, [wie Klimamodelle entstehen]</p>	<p>Kompetenzbereiche als Kärtchen vorbereiten?</p> <p>Ggf. forced-choice: Wenn Sie Schwerpunkte setzen sollten in der Vermittlung: Wo würden Sie die setzen bei den Kompetenzen?</p>	

<p>Bewertung, [also die Verknüpfung des physikalischen Wissens über den Treibhauseffekt mit dem eigenen Alltag]</p> <p>Kommunikation, [also z.B. das Verstehen und Erstellen können von Emissionsdiagrammen]</p> <p><b>einzuteilen. Welche Rolle spielen diese unterschiedlichen Aspekte in Ihren Entscheidungen? [Karten wieder weg]</b></p>	<p>Was bringt junge Menschen dazu, sich für Nachhaltigkeit zu engagieren?</p>	
<p>Impuls zu Basiskonzepten einbinden?</p>		<p>Körnungsgrad des Wissens erfassen.</p>
<p><b>2.4 Oft wird gefordert, dass wir stärker vernetzt denken sollen. Welche Rolle spielt das in Ihrem Berufsalltag? Können Sie uns ein Beispiel nennen?</b></p>		<p>Werden fachliche über kompetenzübergreifende Aspekte genannt? Wie linear/vernetzt sind die Äußerungen/Ebenen?</p>

<p><b>Frageblock 3: Gesellschaftliche Zukunftsszenarien</b></p>		
<p>Stimulus</p>	<p>Konkrete Nachfragen</p>	<p>Erkenntnisziel</p>
<p><b>3.1 Welche gesellschaftlichen Herausforderungen in Bezug auf Nachhaltigkeitsthemen sehen Sie insbesondere [in Ihrem Fachbereich] auf uns zukommen? Welchen Beitrag können das Wissen und Können aus den Naturwissenschaften zu deren Überwindung leisten?</b></p>	<p>Mit welchen Themen wird sich wohl Ihr*e Nachfolger*in beschäftigen?</p> <p>Welche Themen sind in Ihrem Bereich gerade am Kommen?</p>	<p>[Zukunftsbezug und Handlungsempfehlungen] Einstellungen und Interessen des*der Interviewten</p>
<p>3.2 Denken Sie doch mal an Ihre Position in 20 Jahren: Wenn Sie drei Aspekte nennen, die junge Menschen heute in den Naturwissenschaften lernen sollten, um später Ihren Job mindestens genauso gut machen zu können, welche wären das?</p>	<p>Welche Rolle spielen die Naturwissenschaften dabei?</p>	<p>(Konkrete Handlungsempfehlungen)</p>

**Schluss des Interviews**

**Gibt es zum Thema noch weitere Aspekte, die Ihnen besonders wichtig ist, was wir bisher nicht besprochen haben?**

**Gut, von unserer Seite bestehen nun keine Fragen mehr, vielen Dank für Ihre Auskünfte und die spannenden Einsichten in Ihren Verantwortungsbereich und die entsprechenden naturwissenschaftlichen Grundlagen! Ich bin beeindruckt! Haben Sie noch Fragen an uns?**

**Möchten Sie uns Ihre Eindrücke zur Durchführung der Interviewstudie mitteilen?**

**Vielen Dank nochmals! Wir werden Sie über die Ergebnisse der Studie auf dem Laufenden halten und betonen nochmals die Anonymität der Erhebung.**

### **AP 3: Auswahl der Verantwortungsträger:innen und Zusammenstellung des Interviewpanels**

Für die Auswahl der Verantwortungsträger:innen wurde auf die Beschreibung von Personen, die „in einflussreichen Positionen in Staat, Wirtschaft und Gesellschaft Entscheidungen mit gesellschaftlichen Auswirkungen treffen“ (Eberle und Brüggemann 2013) zurückgegriffen. Alle Interviewpartner:innen, darunter sechs Frauen, kamen aus dem deutschsprachigen Raum (Deutschland, Schweiz und Österreich), und ihre Beiträge zu den empirischen Daten wurden vollständig anonymisiert. Zusätzlich haben sie Pseudonyme ausgewählt, um sich in den Veröffentlichungen wiedererkennen zu können. Die Auswahl der Interviewpartner:innen erfolgte nach drei Hauptkriterien, die sich aus den Forschungsfragen ergaben. Die Person:

1. Hatte eine einflussreiche, hochrangige Position inne.
2. Hatte keine formale Ausbildung in Naturwissenschaften oder Nachhaltigkeitswissenschaften.
3. Hatte bereits nachweislich zur Entscheidungsfindung in Fragen der Nachhaltigkeit in der Öffentlichkeit beigetragen, beispielsweise durch ihr Engagement in Umweltpolitik.

Um im Projekt als Entscheidungsträger:in qualifiziert zu werden, mussten die Befragten in leitenden Positionen in Großunternehmen, Nichtregierungsorganisationen, Gewerkschaften, staatlichen Behörden oder der nationalen Politik tätig gewesen sein. Für den Zugang zum Forschungsfeld hochrangiger Verantwortungsträger:innen wurde u.a. auf die Kontakte aus politischen Beratungstätigkeiten und Outreachaktivitäten der Arbeitsgruppe zurückgegriffen. Gemäß diesem Profil wurden 15 Verantwortungsträger:innen im deutschsprachigen Raum ausgewählt mit der Gewichtung von jeweils 5 Personen aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Dazu zählen etwa Politiker:innen, Wirtschaftslenker:innen sowie Leiter:innen großer Nicht-Regierungsorganisationen und Branchenverbänden. Die interviewten Personen sollten keinen naturwissenschaftlich-akademischen Hintergrund haben, da das Ziel darin bestand, herauszufinden, welches schulisch und informell erworbenes Wissen und Können genutzt wird, um Entscheidungen zu treffen. Ein naturwissenschaftliches Studium hätte die für die Studie relevanten Wissensbestände überlagert. Die Auswahl der Verantwortungsträger:innen wurde mit den Kooperationspartnern (s.o.) konsensual validiert.

**Tabelle 2: Liste der Interviewpartner:innen**

<b>Interview Personen (Synonyme*)</b>	<b>Bereich</b>	<b>Position</b>	<b>Bildung</b>	<b>Bereich der Expertise</b>
<b>Tschaikowski</b>	Gesellschaft		Politikwissenschaft	

		Koordinator Dachverband		Politische Transformation und technologischer Fortschritt
<b>Fischer</b>	Wirtschaft	CEO Energieagentur	Physik, Betriebswirtschaft	Energiewende und Klimaschutz
<b>Buchholz</b>	Politik	Leiter Bundesbehörde	Politikwissenschaft, Betriebswirtschaft	Entwicklungszusammen- arbeit und Umweltfragen
<b>Erna</b>	Politik	Bundesministerin	Germanistik, Politikwissenschaft	Transformation
<b>Emma</b>	Wirtschaft	CEO Energieunternehmen	Politikwissenschaft, Betriebswirtschaft	Energiewende und - versorgung
<b>Pinni</b>	Gesellschaft	Redakteurin Wochenzeitung	Politikwissenschaft	Klima- und Umweltpolitik, Postwachstumsökonomie
<b>Stefan Schmidt</b>	Politik	Fraktionsvorstand	Rechtswissenschaften	Klimawandel und Verteilungsfragen
<b>Darth Vader</b>	Wirtschaft/ Politik	Vorstand Gewerkschaft	Chemie Laborant	Chemie, Energie
<b>Bornholm</b>	Wirtschaft	CEO Energieunternehmen	Verwaltungswissen- schaften	Energiewende und - versorgung
<b>Spreeblick</b>	Wirtschaft/ Politik	Leiter Bundesbehörde	Betriebswirtschaft	Klimawandel und Digitalisierung
<b>Sonne</b>	Gesellschaft	Führende Klimaaktivistin	Betriebswirtschaft	Ressourcennutzung, Migrationsbarrieren, Biodiversität
<b>Hugo</b>	Gesellschaft	Geschäftsführerin Umweltorganisation	Politik- und Kommunikations- wissenschaft	Umweltschutz, Klima und Energie
<b>Agatha</b>	Wirtschaft	Leiterin Landwirtschaftsverband	Agrarwissenschaft	Ökologische Landwirtschaft, Transformation nachhaltige Landwirtschaft
<b>Pottbäcker</b>	Politik	ehemaliger Leiter UN Behörde	Betriebswirtschaft	Umweltpolitik, Klimawandel, Kreislaufwirtschaft

\* Um die Anonymität zu gewährleisten, werden alle Interviewpartner:innen mit ihrem selbst gewählten Synonym genannt.

#### **AP 4: Durchführung der Interviews**

Die 15 Interviews mit Entscheidungsträger:innen aus Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft, die sich intensiv mit Umwelt- und Sozialethik befassen und einen Beitrag zur globalen nachhaltigen Entwicklung leisten, wurden durch eine Person aus dem Projektteam durchgeführt. Aufgrund der COVID-19-Pandemie, die zu dem Zeitpunkt, als die Interviews Ende 2021 und Anfang 2022 geführt wurden, weiterhin Kontaktbeschränkungen mit sich brachte, wurden viele der Interviews mit der Videokonferenzsoftware Zoom aufgezeichnet. Die Interviewdauer variierte zwischen 35 und 66 Minuten, im Durchschnitt dauerten die Interviews 52 Minuten. Während der Durchführungsphase kam es zu leichten Anpassungen des Leitfadens und zur Erweiterung des Interviewpanels. Die Audioaufnahmen wurden gemäß vorab vereinbarter Transkriptionsregeln (Kruse 2015) von einem extern beauftragten Dienstleistungsunternehmen transkribiert.

#### **AP 5: Auswertung und Analyse der Interviews**

Die Interviewaufnahmen wurden nach der Konvention von Dresing und Pehl (2015) manuell transkribiert. In einem nächsten Schritt wurden die Transkripte einer inhaltlich strukturierenden Inhaltsanalyse (Kuckartz 2016) unterzogen und in den Gesamtkorpus der vorgeschlagenen Studie integriert. Um die Triangulation als iterativen, kreisförmigen und reziproken Prozess während des gesamten Auswertungsprozesses zu gestalten, wurden die Transkriptionstexte und die daran anschließenden induktiven wie deduktiven Kategoriensysteme gemeinsam mit den Dokumenten und Medientexten aus AP 2 und 3 ausgewertet und interpretiert.

Die Auswertung mündete in ein Kategoriensystem, das Wissens- und Könnenselemente für eine vertiefte Gesellschaftsreife umfasst. Dieses System analysierte und strukturiert die aufgrund der tagesaktuellen Unschärfe schwer zu fassenden Diskurspositionen zu Naturwissenschaftsunterricht und Nachhaltigkeit aus umfangreichen Textmengen, wobei es nicht nur auf Fakten basiert, sondern auch Kontexte und Kausalzusammenhänge beschreibt.

Um das wachsende Datenvolumen, Kategorien und Interpretationen im Team zu bewältigen und intersubjektiv nachvollziehbar zu machen, kam die Software MAXQDA zum Einsatz. Die Interviewdaten wurden mit theoriebasierten Kompetenzmodellen analysiert. Die Interrater-Reliabilität in der qualitativen Inhaltsanalyse bezieht sich darauf, inwieweit verschiedene Personen die gleiche Kodierung auf denselben Abschnitt anwenden können. Zur Gewährleistung von Konsistenz und Validität bei der Datenanalyse wurde in diesem Projekt die Interrater-Reliabilität durch die gleichzeitige Kodierung von mindestens zwei Teammitgliedern in Echtzeit und von Angesicht zu Angesicht sichergestellt. Außerdem fanden Prozesse der Datenanalyse und der Theoriebildung kontinuierlich statt und wurden regelmäßig innerhalb des gesamten Auto:innenteams besprochen. Die Zitate aus den Interviews, die als Beispiele verwendet wurden, wurden übersetzt und sprachlich überarbeitet, um die Verständlichkeit zu erhöhen. Wenn ein Zitat einer interviewten Person erwähnt wurde, wurden das zugehörige Pseudonym und die Abschnittsnummer des Interviews in Klammern angegeben. Als Ergebnis der Auswertung steht ein Kategoriensystem des Datensatzes „Interviews“ (siehe Anhang I).

#### **AP 6: Ergebniskommunikation Berichtlegung und wissenschaftliche Publikation der Studie NABINA**

Die empirische Untersuchung basierte auf aus erster Hand stammenden Erzählungen von CEOs, Minister:innen, Vorstandsmitgliedern führender nationaler Umweltorganisationen, Gewerkschafts- und Wirtschaftsverbandsvertreter:innen. Das wissenschaftliche Kernergebnis des Projekts liegt in Form des Sets von Kompetenzen und möglichen Inhalten vor, die wichtig für nachhaltiges Handeln in

gesellschaftspolitischer Dimension sind. Die Ergebnisse wurden einer möglichst breiten und zugleich passenden Zielgruppe zugänglich gemacht. Die Zielgruppe der (angehenden) Lehrpersonen sowie Dozierenden in den Naturwissenschaftsdidaktiken an Hochschulen wurde vor allem über Publikationen in Unterrichtszeitschriften, Weiterbildungsangebote sowie an wissenschaftlichen Tagungen erreicht. Die Publikation der Ergebnisse wurde in peer-reviewed Journals angestrebt, um einen hohen wissenschaftlichen Impact zu erreichen und die Ergebnisse für sich anschließende Forschung nutzbar zu machen. Die vier Publikationen wurden in Sustainability, PriSE, GAIA und in Themenbänden der GS\*ÖBW und der Zeitschrift GIO eingereicht bzw. publiziert (ausführliche Darstellung siehe Kapitel 5).

#### **AP 7: Verbreitung und Implementierung der Ergebnisse in der Aus- und Weiterbildung von angehenden Lehrpersonen**

Die Zielgruppe der (angehenden) Lehrpersonen sowie Dozierenden in den Naturwissenschaftsdidaktiken an Hochschulen wurde vor allem über Publikationen in Unterrichtszeitschriften, Konferenzbeiträge, Workshops sowie Weiterbildungsangebote erreicht. Eine ausführliche Darstellung der gegebenen Workshops und des entwickelten Onlinekurses wird in Kapitel 6 gegeben.

## **5 Forschungsergebnisse**

Im Folgenden werden die Forschungsergebnisse der vier Publikationen, welche aus dem Projekt hervorgingen, vorgestellt.

### **5.1 Taking the Lead into Sustainability: Decision Makers' Competencies for a Greener Future (Eberz u. a. 2023)**

Der wesentliche Beitrag der Studie, welche in der Fachzeitschrift Sustainability publiziert wurde, besteht darin, wertvolle Einblicke in den Arbeitsprozess und die makroskopischen Nachhaltigkeitsentscheidungen hochrangiger Führungskräfte wie Bundesminister:innen und CEOs großer Unternehmen zu liefern. Die Studie stützte sich auf 15 semi-strukturierte Interviews, die mit bedeutenden Entscheidungsträger:innen im Nachhaltigkeitsbereich geführt wurden. Die Auswertung des Interviewmaterials erfolgte durch qualitative Inhaltsanalyse und Analyse verschiedener Kompetenzmodelle, wobei das Modell der Schlüsselkompetenzen der Nachhaltigkeit von Wiek, Withycombe, und Redman (2011) und Wiek u. a. (2015) als Rahmen diente. Bisher wurden BNE-Modelle in erster Linie auf der Grundlage theoretischer Überlegungen entwickelt und hauptsächlich bei Schüler:innen und Studierenden in Nachhaltigkeitsstudien getestet. Diese neue Herangehensweise, die auf der Zusammenarbeit mit Entscheidungsträger:innen basiert, konnte neue Erkenntnisse in diesem Bereich liefern. Durch die Analyse der erforderlichen Kompetenzen für Verantwortungsträger:innen, die Nachhaltigkeitsentscheidungen treffen, liefert dieser Forschungsartikel bisher ungekannte Antworten. Die wichtigsten Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

#### **1. Aktuelle und zukünftige Herausforderungen der Nachhaltigkeit als komplexe Systeme**

Bei den Nachhaltigkeitsherausforderungen gehören Fragen der Energieversorgung und der Energiesicherheit (70 Mal genannt) und der fortschreitende anthropogene Klimawandel (77 Mal genannt) zu den am häufigsten genannten Themen. Diese großen Herausforderungen werden nie isoliert als singuläre Ereignisse dargestellt, sondern immer als komplexe Systeme, die mit landwirtschaftlichen Aspekten, der Ernährungssicherheit, dem Verlust der biologischen Vielfalt und dem allgemeinen Überkonsum der begrenzten natürlichen Ressourcen verflochten sind.

Die folgende Aussage untermauert diese Feststellung und bezieht sich auf das Problem des Klimawandels. Es geht nicht nur um die Bodenfruchtbarkeit, den Anstieg des Meeresspiegels und höhere Temperaturen als Folge des Klimawandels. Vielmehr geht es um die sozialen Folgen des Klimawandels, die Auswirkungen wirtschaftlicher Barrieren, den Zugang zu Ressourcen und damit um soziale Gerechtigkeit. Natürliche und soziale Systeme unterschiedlicher Größenordnung sind miteinander verbunden und müssen bei Entscheidungsprozessen berücksichtigt werden.

*Aus landwirtschaftlicher Sicht wird die Verfügbarkeit von fruchtbarem Land ein globales Problem sein. Wie lassen sich Nachhaltigkeit und Produktionsziele sinnvoll miteinander vereinbaren? [...] Ich fürchte auch den Klimawandel. Selbst wenn wir die Ziele von 1,5 oder 1,8 Grad erreichen, müssen wir mit dramatischen Folgen rechnen. Weitere ungelöste Probleme [im Zusammenhang mit dem Klimawandel] sind die Bodenerosion und der Anstieg des Meeresspiegels. Ich möchte auch auf die soziale Dimension hinweisen - denn alle Nachhaltigkeitsprobleme sind auch Probleme der sozialen Gerechtigkeit. Wer hat Zugang zu welchen Ressourcen? Wer darf welche Ressourcen auf welche Weise nutzen? Wie schaffen wir es, das zu regeln? Ich denke, die Qualität, mit der wir uns mit bestimmten Themen beschäftigen müssen, wird sich ändern. Aber die Themen werden leider die gleichen bleiben. (Agatha, 51)*

Eine weitere große Herausforderung für die Zukunft, die mehrfach erwähnt wurde, ist der übermäßige Verbrauch der begrenzten Ressourcen. Im folgenden Zitat beschreibt Hugo – Leiter einer großen Umwelt-NGO – den Klimawandel als ein Ressourcenproblem. Auch hier spielt der Zugang zu den Ressourcen eine Rolle, insbesondere im Hinblick auf die Themen erneuerbare Energien, Kreislaufwirtschaft und die begrenzte Ressource Grundwasser.

*Ich denke, dass der Verbrauch der begrenzten natürlichen Ressourcen ein entscheidendes Problem ist. Ich möchte die Dringlichkeit des Klimawandels nicht herunterspielen, aber ich denke, jedes Umweltproblem lässt sich von Ressourcen und Energieressourcen ableiten. Wie können wir Energie auf eine erneuerbare und klimafreundliche Weise erzeugen? Wie können wir aufhören, Produkte zu produzieren, die Ressourcen verbrauchen? Wie können wir Grundwasserressourcen sparen? Auch die Wasserressourcen sind begrenzt und werden aufgrund des Klimawandels immer knapper. Wie können wir ein Gebiet so erhalten, dass Regenwasser aufgenommen werden kann, damit Grundwasser zur Verfügung steht? Das hängt alles miteinander zusammen. (Hugo, 59)*

Diese Beispiele sollen einen kurzen Einblick in die Ebene geben, auf der die befragten Entscheidungsträger:innen mit Nachhaltigkeitsherausforderungen umgehen, die als komplexe, ineinandergreifende Systeme beschrieben werden.

## **2. Entscheidungsfindung in einer komplexen Welt: Nachhaltigkeitskompetenzen**

In Anlehnung an den Rahmen der Nachhaltigkeitskompetenzen von Wiek, Withycombe, und Redman (2011) zeigt der Artikel anhand von Beispielen, wie sich Aspekte dieser Nachhaltigkeitskompetenzen in den täglichen Aufgaben von Entscheidungsträger:innen in Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft wiederfinden. Die in den Interviews identifizierten Schlüsselkompetenzen basieren auf Wiek, Withycombe, und Redman (2011). Die Kompetenzen umfassen: systems thinking competence (101-mal kodiert), sowie anticipatory (69-mal kodiert), normative (83-mal kodiert), strategic (65-mal kodiert) und interpersonal (121-mal kodiert) competencies.

In den folgenden Unterabschnitten (Abschnitte 2.1. bis 2.5.) werden fünf Schlüsselkompetenzen beschrieben. Zu jeder Schlüsselkompetenz wird ein einleitendes Zitat gegeben, das Leser:innen direkt in die Interviewdaten einführt. Im Anschluss daran werden verschiedene Ausprägungen von Teilkompetenzen aus Wiek, Withycombe, und Redman (2011) anhand kürzerer Zitate konkretisiert und analysiert. Die Zitate wurden so ausgewählt, dass sie möglichst viel Heterogenität in den Interviewdaten widerspiegeln. Sie sollen veranschaulichen, wie Entscheidungsträger:innen die einzelnen Schlüsselkompetenzen in ihrem Alltag anwenden, sollen aber nicht die gesamte Bandbreite der Interviewdaten repräsentieren.

## 2.1. Systems Thinking Competence

*Ich denke, wir müssen unser eurozentrisches Weltbild aufgeben. Wir müssen uns überlegen, was der Anstieg des Meeresspiegels für die Bewohner der Marshallinseln bedeutet. Warum bereiten ihnen ein paar Millimeter Probleme? Was ist mit Bangladesch? Warum sind sie so besorgt um ihre Mangroven? Mit anderen Worten: Es geht darum, den Horizont zu erweitern und sich der Probleme bewusst zu werden, die für Gemeinschaften außerhalb Europas relevant sind. (Erna, 114)*

Die Bedeutung des Systemdenkens für alle Entscheidungsträger:innen bei der Entscheidungsfindung im Bereich der Nachhaltigkeit wird in den Interviews deutlich. In den Interviewauszügen zeigen sich unterschiedliche Facetten des Systemdenkens. Einerseits betonen die Entscheidungsträger:innen die Einnahme einer internationalen Perspektive, wenn sie über nachhaltige Entscheidungswege sprechen, wie z.B. Erna, eine Bundesministerin, die im obigen Zitat interkulturelles Denken beschreibt. Entscheidungen im Bereich der Nachhaltigkeit müssen global gedacht werden und nicht nur die Folgen für eine Region einbeziehen. Erna geht noch einen Schritt weiter, indem sie die Inter- und Transdisziplinarität hervorhebt. Sie unterstreicht, dass es wichtig ist, verschiedene Disziplinen zusammenzubringen, um die Vor- und Nachteile der verschiedenen Standpunkte zu bewerten und zu reflektieren (Erna, 82). Wiek, Withycombe, und Redman beschreiben dies als die Fähigkeit, Nachhaltigkeitsherausforderungen "über verschiedene Skalen hinweg zu analysieren" (2011, S. 207). Darüber hinaus bedeutet Systemdenken für komplexe nachhaltige Entscheidungen, dass Entscheidungsträger:innen immer die sozialen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Folgen sowie das Verständnis zwischen den einzelnen Perspektiven berücksichtigen müssen.

Entwicklung einer Systemperspektive:

*Würde man die Bodenfruchtbarkeit rein chemisch betrachten und die biologischen Aspekte außer Acht lassen, müsste man die Felder nur mit Stickstoff düngen. Alles würde wachsen. Aber was würde eigentlich mit dem Boden passieren? Wie viel Energie wird für die Herstellung von Stickstoffdünger benötigt? (Agatha, 15)*

Agatha, eine Lobbyistin für den ökologischen Landbau, weist darauf hin, wie wichtig es ist, die Zusammenhänge zwischen biogeochemischen Kreisläufen und Energiebilanzen zu kennen, wenn man Entscheidungen über den ökologischen Landbau trifft. Es ist wichtig, die stoffliche und energetische Perspektive zu berücksichtigen. Dabei geht es nicht nur um die Themen (wie im Zitat dargestellt), sondern generell um die Disziplinen, die in Beziehung zueinander gesetzt werden müssen. Mehrere Befragte (z.B. Buchholz, 4; Fischer, 116) weisen darauf hin, wie wichtig es ist, die Grundlagen und Zusammenhänge zwischen Teilsystemen und verwandten Systemen zu verstehen, wie z.B. Zivilgesellschaft, Wirtschaft, internationales Recht, Naturwissenschaften (Erdsystemfragen), rechtliche Aspekte und technische Perspektiven.



Alle befragten Personen bringen ein breites Spektrum an nachhaltigkeitsbezogenen Themen zur Sprache, die in der Regel als komplexe, miteinander verflochtene Systeme dargestellt werden, die "wicked problems" aufwerfen (Cross und Congreve 2021) und die eine Entscheidungsfindung auf Makroebene erfordern. Beispiele sind Bestands- und Flussbeziehungen, wie biogeochemische Flüsse und Stickstoff- und Phosphorkreisläufe in der Landwirtschaft (Sonne, 29; Agatha, 15), Kipppunkte und die Stabilität des Erdsystems (Buchholz, 54). Das vielschichtige Zusammenspiel der drei Koordinaten (Kreislaufwirtschaft, Klimasystem und Biodiversität) wird als "Kompass" bezeichnet, nach dem sich Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft ausrichten und handeln sollen (Buchholz, 44).

Kerngedanken kennen und verstehen und sich auf sie beziehen können:

*Ich muss gut filtern. Manche Dinge bestehen aus wissenschaftlich detaillierten Dingen, die ich nicht wissen muss. Ich muss all diese komplexen Dinge nicht im Detail verstehen. [...] Ich muss nur in der Lage sein, die Zusammenhänge zu begreifen und zu wissen, wo ich noch mehr Wissen bekommen kann, wenn ich es brauche. Aber ein Grundverständnis von Ökosystemen zum Beispiel, das muss man schon haben. (Sonne, 9)*

Dieses Beispiel zeigt, wie wichtig Systemdenken, die Einbeziehung verschiedener Systeme und systemisches interdisziplinäres Denken für die Gestaltung von Zukunftsszenarien sind. Unsere befragten Entscheidungsträger:innen sind in der Lage, den Kern des Problems ohne formale Ausbildung in Ressourcen-, Natur- oder Nachhaltigkeitswissenschaften anhand konkreter Herausforderungen zu erkennen. Die grundlegenden systemischen Probleme hinter den verschiedenen Nachhaltigkeitsherausforderungen zu erkennen, ist eine Kompetenz, die wissenschaftliches Grundwissen voraussetzt. Die Bewertung von Informationen und Wissensquellen ist gefragter als detaillierte, feldspezifische Expertise. Es geht darum, das Wesentliche aus dem detaillierten wissenschaftlichen Wissen zu extrahieren, wobei Relevanz, Wahrhaftigkeit und Zuverlässigkeit von Quellen ebenso wichtig sind wie die Fähigkeit, Wissen nach seiner Relevanz für eine breitere Öffentlichkeit zu filtern. Daher arbeiten viele Entscheidungsträger:innen eng mit einem kompetenten Team zusammen (siehe Abschnitt 2.5. "Interpersonal Competence") und sind in hohem Maße auf den Input von Ausbildern angewiesen, die ihnen technisches Wissen in verständlicher Form vermitteln können.

Entscheidungsträger:innen müssen – im Gegensatz zu Naturwissenschaftler:innen – in der Lage sein, eine breitere Perspektive einzunehmen, verschiedene Nachbardisziplinen jenseits ihres eigenen Fachwissens einzubeziehen und diese mit demokratischen Prozessen zu verknüpfen. Sie haben sich fortgeschrittene Kompetenzen im Bereich des Systemdenkens angeeignet, insbesondere wenn es um den riesigen Korpus an technischem und wissenschaftlichem Wissen geht, mit dem sie täglich umgehen müssen.

Zusammengefasst sind die zentralen Facetten der systems thinking competence von Entscheidungsträger:innen, die wir in unseren Interviews identifizieren konnten, folgende: die Berücksichtigung von Inter- und Transdisziplinarität, das Erkennen des Kerns hinter einem nachhaltigkeitsbezogenen Problem und das Einnehmen einer breiteren Perspektive zwischen (Sub-)Systemen, Disziplinen und Regionen.

## 2.2. Anticipatory Competence

*Wir werden weiterhin mit dem Anstieg des Meeresspiegels zu kämpfen haben. Wir werden uns immer noch mit der Tatsache auseinandersetzen müssen, dass das Wasser in einigen Ländern knapp wird, z. B. schmelzen die Gletscher in der Himalaya-Region, und wenn diese Wasserreservoirs weg sind, wird Wasserknappheit in Indien zu einem großen Problem*

*werden. Wenn wir nicht bald etwas unternehmen, wird das Massenaussterben eine große Bedrohung darstellen. (Pinni, 79)*

Die Fähigkeit, Zukunftsszenarien zu entwerfen, wird von Wiek u. a. (2015) als ein wichtiges Lernziel genannt. Alle Befragten sind in der Lage, die kommenden Nachhaltigkeits Herausforderungen für die nächsten 30 Jahre zu antizipieren. Dies zeigt sich in den Antworten auf die Frage nach Zukunftsszenarien (siehe Interviewleitfaden: Tabelle 1). Sie entwickeln viele Erzählungen mit Zukunftsbildern, um die Auswirkungen der Nachhaltigkeits Herausforderungen besser zu erklären.

Aus vergangenen Transformationen zur Nachhaltigkeit lernen:

*Wie hat sich eine bestimmte Technologie in der Vergangenheit entwickelt? Welche sozialen oder technologischen Einschränkungen lassen sich erkennen? Wie wurden Verbesserungen möglich? An welchem Punkt traten Hindernisse auf und wie wurden diese Probleme gelöst? (Fischer, 14)*

Anticipatory Competence ist eine entscheidende Kompetenz, um die Auswirkungen von Veränderungen im Erdsystem auf die Zivilgesellschaft und ihre Entwicklung zu verstehen und mit zahlreichen wissenschaftlichen Vorhersagen und Szenarien im Zusammenhang mit den Herausforderungen der Nachhaltigkeit umzugehen. Das Zitat zeigt ein Beispiel dafür, wie die Befragten das Wissen über erfolgreiche Problemlösungen aus der Vergangenheit nutzen, um es auf zukünftige Probleme zu übertragen und zukünftige Entwicklungen besser vorherzusagen. Dies ist wichtig, um unterschiedliche Dynamiken in der Zeitdimension besser einschätzen und einordnen zu können.

Buchholz weist darauf hin, wie wichtig es ist, bei der Planung den Zeitrahmen zu berücksichtigen. Wenn es um die Einführung neuer Technologien geht, müssen die Entscheidungsträger:innen berücksichtigen, dass die Anwendungen nicht nur einen Monat nach der Veröffentlichung einer bestimmten Forschungsarbeit auf den Markt kommen (Buchholz, 28). Die soziale und wirtschaftliche Dynamik ist viel komplexer und muss bei der Ausarbeitung eines Szenarios für eine nachhaltige Zukunft berücksichtigt werden.

Handeln unter Ungewissheit:

*Auch in Zukunft wird es äußerst wichtig sein, unter Unsicherheit zu handeln. Niemand kann heute sagen, wie das System im Jahr 2050 aussehen wird. Wir versuchen immer, eine solche Genauigkeit auch für 2050 zu bestimmen, aber ich denke, das ist unmöglich. (Bornholm, 45)*

Antizipatives Denken ist definiert als das Verständnis, dass es verschiedene Szenarien mit mehreren potenziellen Auswirkungen gibt (Wiek, Withycombe, und Redman 2011). Im 21. Jahrhundert ist der Umgang mit zunehmender Ungewissheit von enormer Bedeutung. Fachwissen schafft nicht mehr eindimensionale, verlässliche Fakten im Rückblick, sondern ist vor allem zunehmend auf die Zukunft gerichtet. Modelle, Schätzungen, Trends und Prognosen erfordern neue Arten von Fachwissen und Modellierungsmethoden, aber auch eine gewisse Denkweise, die hinsichtlich der Planungssicherheit flexibel ist und mit Risiken umgehen kann. Alle Szenarien haben eine begrenzte Vorhersagbarkeit, und die Entscheidungsträger brauchen eine aufgeschlossene und optimistische Haltung, um unter Unsicherheit zu handeln und zu entscheiden und anschließend eine enorme Sicherheit der Ergebnisse nach außen zu präsentieren. Auch die deutsche Journalistin Pinni unterstreicht, wie wichtig es ist, in einer auf Wachstum ausgerichteten Welt die Endlichkeit zu akzeptieren (Pinni, 79). Für ein gutes Leben und soziale Stabilität brauchen wir genug für alle, und dafür ist es wichtig, Endlichkeit und Wachstum

in Einklang zu bringen (Kroll 2017). Die nicht-nachhaltige Nutzung von Rohstoffen, wie z.B. fossilen Brennstoffen zur Energiegewinnung, führt zu einer Gefährdung der Lebensgrundlagen (Kroll, 2017). Zusammengefasst sind die zentralen Facetten der anticipatory competence von Entscheidungsträger:innen, die wir in den Interviews identifiziert haben, folgende: Verständnis für die Eigenzeiten verschiedener Systeme und verschiedener Szenarien mit ihren Auswirkungen, Umgang mit zunehmender Unsicherheit und Akzeptanz der Endlichkeit.

### 2.3. Normative Competence:

*Eine Führungsposition und die Übernahme von Verantwortung erfordern einen politischen Kompass. In früheren Zeiten mögen Religion oder Philosophie diesem Zweck gedient haben. Wenn man sich mit einer bestimmten Gemeinschaft identifiziert, wird man automatisch von deren Werten und Haltungen beeinflusst. (Spreeblick, 9)*

Normative Competence, definiert als Ausdruck der zugrundeliegenden Normen und Werte oder Weltanschauungen, die das Handeln bestimmen (Wiek, Withycombe, und Redman 2011) wird in den Interviews oft implizit zum Ausdruck gebracht. Auch wenn spezifische Wertvorstellungen hier nicht explizit genannt werden, stehen die Metaphern "Kompass" und "Koordinaten" für normative Faktoren, die den Prozess der Entscheidungsfindung antreiben. Spreeblick (35) betont, dass jede Art von wissenschaftlicher Entscheidung zur Nachhaltigkeit auch eine Wertimplikation hat. Obwohl Nachhaltigkeits- und Umweltfragen per se normativ sind, bleiben die zugrunde liegenden und leitenden Werte, Ethiken, Ideologien, Annahmen oder Begründungen in den Erzählungen der Befragten implizit. Die Daten zeigen deutlich, dass Entscheidungsträger:innen, die zur gesellschaftlichen Transformation in Richtung Nachhaltigkeit beitragen, stark an Werte gebunden sind. Diese sind zum Beispiel der Erhalt von Ökosystemen (um der Natur oder des Menschen willen) (Chan u. a. 2016), soziale Gerechtigkeit, Verantwortung und Rechenschaftspflicht. Die Werte der von uns befragten Entscheidungsträger:innen beruhen auf einer intensiven Reflexion der wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Funktionsweise natürlicher Systeme und deren Störung durch die jüngsten menschlichen Aktivitäten.

Werte als Orientierungsrahmen für die Entscheidungsfindung:

*Bevor ich in einem Ausschuss, in meiner Arbeitsgruppe oder in meiner Fraktion mitmache, muss ich eine innere Haltung für mich einnehmen. Verglichen mit meinen Werten treffe ich in diesen Gruppen auf ganz andere Meinungen und Aspekte. [...] Und dann passiert es manchmal, dass ich mich mit meiner Haltung nur halb durchsetzen kann. (Schmidt, 9-13)*

Der Fraktionsvorsitzende Schmidt weist darauf hin, dass Werte zwar Orientierung auf dem Weg zu einer Entscheidung bieten, aber nicht zu einer Entscheidung führen, die am Ende vollständig den eigenen Werten entspricht. Dies macht deutlich, dass normative competence für Entscheidungsträger:innen auch bedeutet, mit einem Kompromiss arbeiten zu können.

Verschiedene Werte können einen Rahmen darstellen. Für viele ist es der wissenschaftliche Beweis. Als Beispiel nennen wir Agatha, die ein bestimmtes Paradigma des ökologischen Landbaus vertritt. Sie erwähnt ihren ideologischen Hintergrund nicht ausdrücklich und geht auch nicht näher darauf ein. Sie macht jedoch deutlich, dass sie wissenschaftliche Erkenntnisse als Grundlage für ihre evidenzbasierte Politik nutzt und dies als Bestätigung dafür sieht, dass ihre Politik auf dem richtigen Weg ist (Agatha, 21).

In diesem Zusammenhang weist Pottbäcker – ein ehemaliges Mitglied der Vereinten Nationen – darauf hin, dass Politik und Wissenschaft zwei unterschiedliche Systeme sind. Während die Wissenschaft nach Wahrheiten sucht, sucht die Politik nach Mehrheiten (Pottbäcker, 36). Er stellt die Demokratie normativ

über die Wissenschaft und unterstreicht, dass dies ein Problem der Klima-Jugend ist, die nur "follow the science" predigt (36). Entscheider in der Politik müssen die Akzeptanz von Mehrheiten gewinnen, ihre Legitimation erhalten und sie zur Partizipation befähigen.

Handeln nach gewachsenen Wertesystemen, nicht nach starken Emotionen:

*Gerade im Hinblick auf die schockierenden Prognosen der Klimawissenschaft ist es wichtig, ruhig zu bleiben und nicht jedem Impuls nachzugeben. Weltuntergangsgedanken sind kontraproduktiv und nicht hilfreich, um weiterzukommen. (Fischer, 72)*

Wie Wiek, Withycombe, und Redman (2011) angedeutet haben, basiert normative competence auf gewachsenen Werten, die durch kritische Selbstreflexion ständig hinterfragt werden. Eine fortgeschrittene normative competence zeigt sich auch in einer effektiven, achtsamen Entscheidungsfindung und einem hohen Maß an persönlicher Affektkontrolle. In diesem Sinne werden Personen mit einem fortgeschrittenen Niveau normativer competence nicht jedem Handlungsimpuls nachgeben, sondern stattdessen einen strategischen, langfristigen Ansatz wählen.

In diesem Zusammenhang spielt auch der Aufbau von Resilienz eine entscheidende Rolle. Um handlungsfähig und -willig zu bleiben, ist es wichtig, mit negativen Fakten positiv umzugehen und verschiedene Handlungsoptionen zu erarbeiten, um weiterzugehen und etwas zu verändern. In unseren Interviews sticht die Fähigkeit hervor, Herausforderungen nicht als Hindernisse, sondern als Chancen für Veränderungen und für die Entwicklung neuer Dinge zu sehen. Diese optimistische Haltung und professionelle Perspektive haben sich bei unseren Interviewpartnern als wichtig herausgestellt. Sonne – eine Aktivistin der Klimabewegung und Mitglied von Regierungsausschüssen – merkt an, dass dies tatsächlich Persönlichkeitsmerkmale sind, die Entscheidungsträger:innen entwickeln müssen, um schwierige Gespräche zu führen und Entscheidungen zu treffen. Sie zeigt dies mit der folgenden Aussage:

*Mein Verband hat viele junge Mitglieder, die [von den IPCC-Berichten und] den beunruhigenden Fakten im Zusammenhang mit dem Weltklima schockiert sind. Aber sie fühlen sich nicht ermutigt, Leitlinien dafür zu entwickeln, wie die Zivilgesellschaft tragische Umweltszenarien verhindern könnte, sondern werden stattdessen deprimiert. Sie ziehen es vor, auszuwandern oder Wälder zu besetzen. Sie werden zu Baumsittern – kein Urteil –, aber diese Menschen wollen nicht in einflussreiche Positionen gelangen. Wer Verantwortung übernehmen will, braucht Widerstandskraft, wenn er mit negativen Fakten konfrontiert wird. (Sonne, 37)*

Zusammengefasst sind die zentralen Facetten Normative Competence, die wir in unseren Interviews identifizieren konnten, das Bekenntnis zu gewachsenen Werten als Orientierungsrahmen, das Erkennen von Herausforderungen als Chancen und der Aufbau von Resilienz im Umgang mit negativen Fakten.

#### 2.4. Strategic Competence

*Wenn jemand sagt, er wolle neue Züge bauen, damit die Menschen mit dem Zug statt mit dem Flugzeug reisen können, kann es zu Spannungen und sinkender Akzeptanz kommen, da es zehn Jahre dauern wird, bis die Züge gebaut sind. Wenn Sie diese lange Zeitspanne nicht berücksichtigen, wird Ihr Politikportfolio nicht durchführbar sein. (Fischer, 20)*

Strategic competence ist eine weitere Schlüsselkompetenz für Führungskräfte, die in der Zivilgesellschaft Verantwortung übernehmen. Menschen mit hoher strategic competence sind ständig bestrebt, gemeinsame Ziele zu erreichen, versuchen, die Dynamik des Systems zu verstehen und passen ihre Entscheidungen und Handlungen entsprechend an. Gleichzeitig sind sich die Entscheidungsträger bei der strategischen Gestaltung des gesellschaftlichen Wandels hin zu einer nachhaltigen Zukunft der Trägheit, der Hindernisse und der Pfadabhängigkeiten bewusst. Mit der Kompetenz, Zukunftsvisionen zu entwerfen (anticipatory competence), geht die Fähigkeit einher, über mögliche Hindernisse auf dem Weg dorthin nachzudenken und diese zu erklären, wie das Eingangszitat deutlich macht.

Berücksichtigung der komplexen Dynamik der demokratischen Entscheidungsfindung und der unterschiedlichen Zeitskalen von Systemen:

*Naturwissenschaftler:innen haben ein völlig falsches Verständnis davon, wie lange es dauert, bis ihre Berichte und Erkenntnisse zu Maßnahmen in der Zivilgesellschaft führen. Ein befreundeter Naturwissenschaftler:innen beklagte sich, dass "in den letzten dreißig Jahren nichts passiert ist. Wir veröffentlichen ständig Berichte über den Klimawandel, aber in der Zivilgesellschaft und in der Wirtschaft wird niemand aktiv". Dem widerspreche ich entschieden, denn in Bezug auf die Art und Weise, wie die Menschen Probleme in der Technik wahrnehmen, hat sich tatsächlich so vieles geändert. Naturwissenschaftler:innen haben oft ein sehr schlechtes Verständnis davon, was in unseren Gesellschaften passiert und wie solche gesellschaftlichen Dynamiken funktionieren. (Buchholz, 28)*

Das Verständnis nicht nur für die Systeme der natürlichen Welt, sondern auch für die komplexe Dynamik der demokratischen Entscheidungsfindung, die Umsetzung wissenschaftlicher Fakten in die Verwaltungspolitik und den gesellschaftlichen Wandel hin zu einer nachhaltigen Zukunft ist ein wichtiger Bestandteil einer nachhaltig kompetenten Denkweise für Entscheidungsträger. Für das Analysieren, Bewerten und Gestalten von Zukunftsbildern (Wiek, Withycombe, und Redman 2011, S. 207) ist es wichtig, unterschiedliche Dynamiken in verschiedenen Bereichen einordnen zu können und die verschiedenen Dynamiken des gesellschaftlichen und politischen Wandels zu verstehen. Nach Buchholz neigen Wissenschaftler:innen benachbarter Disziplinen dazu, die unterschiedlichen Umsetzungsdynamiken im Bereich der Zusammenarbeit mit verschiedenen Akteuren zu missverstehen. Die Förderung der interdisziplinären Zusammenarbeit und das Verständnis für die unterschiedlichen Skalen (zeitlich und räumlich) von Systemen sind entscheidend für die Entwicklung einer fundierten Kompetenz im strategischen Denken. Das Verständnis dafür, dass politische und soziale Prozesse nicht direkt zu disruptiven Veränderungen führen, sondern die Grundlage für künftige Veränderungen schaffen, ist wichtig, um die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit künftiger Entwicklungen einzuschätzen, und stellt eine wichtige Kompetenz für Entscheidungsträger:innen dar.

Politik entsteht aus einer wertorientierten Idee:

*Meiner Meinung nach bedeutet Politik nicht, das Mögliche zu verwalten, sondern das Notwendige möglich zu machen. Denn wenn wir uns nur auf das konzentrieren, was bereits möglich ist, bleiben wir in der Vergangenheit stecken. Wir müssen den Blick auf das Notwendige lenken. (Pottbäcker, 174)*

Pottbäcker wendet sich in dem Zitat dagegen, Entscheidungen nach dem zu treffen, was man für möglich hält, meist auf der Basis von Zustimmungswerten. Er betont damit die Wichtigkeit, sich bei seinen Entscheidungen nicht an (kurzfristigen) Hindernissen oder Genehmigungen zu orientieren, sondern an deren wertgebundener bzw. sachlicher Notwendigkeit. Dies steht im Einklang mit den

Ausführungen des WBGU (2011) der die Bedeutung entsprechender Einstellungen und Werte für den Erfolg einer nachhaltigen Transformation hervorhebt.

Umkehrbarkeit als Schlüsselperspektive:

Als anerkannter Grundsatz der europäischen Umweltpolitik fordert das Vorsorgeprinzip vor allem dann präventives Handeln, wenn wissenschaftliche Unsicherheiten bestehen und irreversible Folgen zu befürchten sind, wie dies im Bereich der Kernenergie oder der gentechnisch veränderten Organismen der Fall ist. Dieses Prinzip wird in der Argumentation unserer Interviewpartner, die von der Reversibilität als Schlüsselperspektive bei der Entscheidungsfindung ausgehen, durchbrochen, wie die folgenden Zitate zeigen:

*Bei Themen wie der Gentechnik gibt es kein "ein bisschen schwanger sein". Ich kann nicht mitmachen, wenn man das in die Natur entlässt, weil man das nicht zurückbekommt. Das ist für mich eine rote Linie. Ich kann diesen Geist nicht aus der Flasche lassen. Das wäre ungerecht und gesellschaftspolitisch unverantwortlich. (Stefan Schmidt, 15)*

*Was sind die Dynamiken, die Sie auslösen [...], was ist reversibel? Diese Art von Wissen muss man sich aneignen. (Buchholz, 22)*

Die Zitate geben Einblicke in die Verflechtung von Werten und Wissen in den Perspektiven der Entscheidungsträger:innen. Stefan Schmidt argumentiert auf der Grundlage von Fairness und Verantwortung als Schlüsselwerte, die verletzt werden, wenn neue Organismen irreversibel in der Natur freigesetzt werden, während Buchholz argumentiert, dass spezifisches Wissen erforderlich ist, um herauszufinden, ob die Dynamik eines Prozesses reversibel ist oder nicht. In einem anderen Interview argumentiert Pottbäcker (58), dass nur reversible Entscheidungen demokratiefähig sind. Die zentrale Rolle, die die Aspekte der Reversibilität der eigenen Entscheidungen in der Argumentation von Entscheidungsträgern spielen, zeigt ein hohes Maß an Metakognition, da sie über das Argumentieren auf der Basis von Fakten oder Werten hinausgeht: Sie zeigt eine aktive und beabsichtigte Vorausschau auf die Folgen von Entscheidungen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wir in den Interviews folgende zentrale Facetten der strategic competence von Entscheidungsträger:innen identifiziert haben: das Verständnis der komplexen Dynamik demokratischer Entscheidungsfindung, die Entwicklung transformativer Strategien in Richtung Nachhaltigkeit und die Wahrnehmung von Herausforderungen als Chancen.

## 2.5. Interpersonal Competence

*Wir müssen in der Lage sein, mit Umweltproblemen auf abstraktere und engagiertere Weise umzugehen. Wenn wir beispielsweise mit der Situation eines tatsächlich gefährdeten Moorgebietes konfrontiert sind, werde ich nicht einfach hingehen und es ganz allein retten. Ich würde eher die relevanten Interessengruppen einschätzen und einbeziehen [...] und versuchen, eine Brücke zwischen ihnen zu bauen, indem ich erkläre, warum die Erhaltung dieses Moorgebietes für sie persönlich oder für ihre Gemeinschaft von Bedeutung ist. Ich denke, Moderationsfähigkeiten werden in Zukunft wahrscheinlich noch mehr gefragt sein. (Agatha, 55)*

Eine weitere wichtige Fähigkeit im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitskompetenzen ist die interpersonal competence. Um den Wandel erfolgreich zu steuern, müssen Entscheidungsträger eine heterogene Gruppe von Akteuren erreichen und zwischen ihnen auf institutioneller, diskursiver und gesellschaftlicher Ebene vermitteln. Ihre wichtigste Fähigkeit besteht darin, Kommunikation und Zusammenarbeit in einem hochgradig konfliktreichen und kontroversen Umfeld zu ermöglichen, indem

sie in öffentlichen Debatten die Tagesordnung bestimmen und an politischen Entscheidungsprozessen und Verhandlungen zwischen hochrangigen Wirtschaftsvertretern teilnehmen. Um einen groß angelegten Übergang zur Nachhaltigkeit zu erreichen, müssen sich die Entscheidungsträger auf institutionelle, regionale, nationale und globale Kommunikationsstrategien konzentrieren. Folglich ist es von entscheidender Bedeutung, ein gewisses Maß an gesellschaftlicher Akzeptanz für Nachhaltigkeitsmaßnahmen zu erreichen, wie etwa restriktive Gesetze, die dringenden Nachhaltigkeitszielen dienen sollen.

Zusammenarbeit zwischen Expert:innen:

*Die Entscheidungsträger:innen der Zukunft [...] sind alle Teil eines Systems, sei es ein Ministerium, ein Unternehmen oder eine Gewerkschaft. Und all diese Systeme verfügen über Kompetenzen, die eine einzelne Person nicht bieten kann. Führungspersönlichkeiten müssen in der Lage sein, die Gruppendynamik zu verstehen und sich bewusst zu machen, wer vertrauenswürdig ist. (Darth Vader, 47)*

Entscheidungsträger:innen in einflussreichen Positionen sind keine Einzelkämpfer, sondern in mächtige Institutionen eingebunden. Sie sind umgeben von interdisziplinären Berater:innenteams, in denen die Zusammenarbeit im Rahmen der interpersonal competence und des Wissensaustausches wichtig ist. Da viele Minister:innen, Journalist:innen oder Unternehmensleiter:innen keinen Hochschulabschluss in Natur-, Nachhaltigkeits- oder Umweltwissenschaften haben, sondern einen sozial- und geisteswissenschaftlichen Hintergrund, wie z.B. Wirtschafts-, Rechts- oder Politikwissenschaften (Indeed 2021) sind sie bei wissenschaftsbasierten Nachhaltigkeitsherausforderungen auf die ständige und verlässliche Zusammenarbeit mit einschlägigen Expert:innen angewiesen. Um ihre Führungskräfte und Vorsitzenden mit Wissen zu versorgen, beschäftigen Ministerien, Wirtschaftsverbände und Gewerkschaften Stabsstellen oder wissenschaftliche Abteilungen, die mit den Entscheidungsträger:innen zusammenarbeiten. Forschungsberater:innen dienen als Filter und Gatekeeper, die den Zugang der Führungskräfte zu Wissen beeinflussen (Erna, 60), wodurch die Entscheidungsfindung und die strategische Gestaltung nachhaltiger Transformationen auch zu einem kollektiven Unterfangen werden.

Nach Pinni (25) verfügen die meisten Entscheidungsträger:innen über ein persönliches, halbprivates Netzwerk von Expert:innen, die sie im Zweifelsfall konsultieren können und die auch untereinander abgeglichen werden können, um eine Reproduktion von Voreingenommenheit im Feld zu vermeiden und ein differenziertes Bild zu vermitteln. Kritisches Denken ist unabdingbar; man sollte bewährten Quellen nie blind vertrauen, da das Wissen schnell veraltet. Die Bewertung der Informationsflut nach Relevanz, Wahrhaftigkeit und Zuverlässigkeit der Quellen ist ebenso wichtig wie die Fähigkeit, Wissen nach seiner Relevanz für eine breitere Öffentlichkeit zu filtern (Erna, 60). Für die interpersonal competence ist das Entstehen von Gemeinschaften mit den verschiedenen Disziplinen wichtig, um sich auf die Zusammenarbeit und Teamarbeit zu konzentrieren.

Komplexe Themen übersetzen, um das Bewusstsein zu schärfen und ein breiteres Publikum anzusprechen:

*Wir müssen in der Lage sein, wissenschaftliche Erkenntnisse in eine einfache Sprache zu übersetzen, mit der jeder etwas anfangen kann. [...] Wir müssen auf ein oder zwei Seiten argumentieren, warum wir ein Ziel erreichen wollen. Eine politische Strategie ist dann erfolgreich, wenn individuelle Interessen zu kollektiven Interessen werden. (Emma, 19)*

Fachsprache in Alltagssprache übersetzen (Wiek, Withycombe, und Redman 2011, S. 210) und die verständliche Vermittlung von Zahlen sind entscheidend, um effektive Kommunikationssysteme mit der

breiten Öffentlichkeit zu erreichen. Die Erarbeitung einer transformativen Kommunikationsstrategie wird von den Entscheidungsträger:innen als kollektiver Prozess beschrieben. Emma – Geschäftsführerin eines Energieunternehmens und in öffentlichen Angelegenheiten engagiert – ist im strategischen Management von Entscheidungsprozessen an der Schnittstelle zwischen Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft tätig. In ihrer politischen Bewertung versucht sie, individuelle (d.h. industrielle, wirtschaftliche) Interessen und öffentliche Interessen durch den Transfer von Fachwissen in Einklang zu bringen. Individuelle wirtschaftliche Interessen müssen sozialverträglich und mit kollektiven Interessen vereinbar sein, um auf die politische Bühne zu gelangen.

Die Interviewpartner:innen verfügen über ein hohes Maß an interpersonal competence, um unterschiedliche Zielgruppen für die Steuerung des Transformationsprozesses zu gewinnen. Als Meinungsführer:innen, Agendasetter:innen und vielbeachtete Stimmen in öffentlichen Diskursen zu Nachhaltigkeitsthemen und -maßnahmen erreichen sie ein großes, heterogenes Publikum. Die Vermittlung zwischen heterogenen Interessen und Positionen erfordert ein Gespür für Brüche in der Kommunikation, wie Missverständnisse, Fehlvorstellungen, Ressentiments und Vorurteile zwischen den Disziplinen und Stakeholdern.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wir in den Interviews folgende zentrale Facetten der interpersonal competence von Entscheidungsträger:innen identifiziert haben: Zusammenarbeit mit verschiedenen Interessengruppen in hochgradig konfliktreichen und kontroversen Umgebungen, Arbeit in interdisziplinären Teams und Entwicklung von transformativen Kommunikationsstrategien.

Basierend auf diesen Ergebnissen können die folgenden Aspekte von Nachhaltigkeitskompetenzen hervorgehoben werden, die besonders wichtig für Entscheidungsträger:innen sind:

### **1. Systemisches interdisziplinäres Denken**

Die Ergebnisse und Zitate veranschaulichen, dass systemisches Denken in Verbindung mit anderen Nachhaltigkeitskompetenzen eine entscheidende Rolle bei der Entscheidungsfindung spielt. Es könnte sinnvoll sein, den Begriff "systemisches Denken" bei der Entscheidungsfindung unter Berücksichtigung bestimmter Dimensionen neu zu betrachten:

- a) Entscheidungen im privaten vs. öffentlichen Bereich: Die Entscheidungen der Interviewpartner:innen haben weitreichende Auswirkungen auf die Öffentlichkeit und müssen von einem breiten Publikum akzeptiert werden. Daher ist es wichtig, dass Entscheidungsträger:innen über fortschrittliche Nachhaltigkeitskompetenzen verfügen, die bereits in der Schule vermittelt werden sollten.
- b) Makroskopische Sichtweise: Nach Ansicht der befragten Entscheidungsträger:innen erfordern ihre Positionen ein breites wissenschaftliches Grundwissen. Detaillierte Fachkenntnisse spielen für Führungskräfte eine geringere Rolle. Entscheidend ist die Fähigkeit, Informationen und Wissensquellen effektiv auszuwerten. Viel wichtiger ist es, aus diesem Wissen die wesentlichen Konzepte zu erfassen. Viele Entscheidungsträger:innen betrachten ihre Rolle als Schnittstelle zwischen verschiedenen Disziplinen und betonen die Bedeutung von kritischem Denken, um auf der Grundlage dieses Wissens Entscheidungen zu treffen.
- c) Verständnis der systemischen Wirkung von Einzelsystemen: Die Interviewbeispiele verdeutlichen, wie die Befragten in der Lage sind, die Kernprobleme hinter einzelnen Herausforderungen zu erkennen. Im Allgemeinen zeigen die Entscheidungsträger:innen die Fähigkeit, verschiedene Systeme zu berücksichtigen und die zusammenhängenden Herausforderungen zu verstehen und zu erklären.

### **2. Resilienz aufbauen**

Unsere Interviewpartner:innen haben betont, dass eine positive Einstellung und das Vertrauen in die Zivilgesellschaft und die Wissenschaft entscheidende persönliche Eigenschaften sind. Es geht darum, positiv mit negativen Informationen umzugehen, nicht entmutigt zu werden und durch strategisches



Denken verschiedene Handlungsmöglichkeiten zu entwickeln. Das strategische Denken unserer Interviewpartner:innen ermöglicht es ihnen, positive Szenarien zu entwerfen, die auf ökologisch wirksamen Interventionen basieren.

### **3. Den eigenen Werten folgen**

Entscheidungsträger:innen benötigen reflektierte Werte als Leitfaden in Entscheidungsprozessen. Im Sinne eines starken Nachhaltigkeitsgedanken werden ihre Handlungen von der Motivation geleitet, Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft innerhalb der planetaren Belastungsgrenzen zu gestalten und gleichzeitig auf der Grundlage der Kreislaufführung von Ressourcen und dem Schutz der Biodiversität zu agieren. Indem ihre Werte eher als Orientierungsrahmen fungieren, können sie flexibel in einer gegebenen Situation angepasst werden, sofern sie ihren langfristigen strategischen Zielen dienen.

### **4. Teamarbeit und Management verschiedener Interessengruppen**

Viele Entscheidungsträger:innen legen großen Wert darauf, eng mit einem kompetenten Team zusammenzuarbeiten. Sie sind stark auf den Input von Expert:innen angewiesen, die ihnen naturwissenschaftliches Wissen verständlich vermitteln können. Das Vertrauen in ihre Netzwerke und die Mitarbeitenden spielt dabei eine zentrale Rolle.

### **5.2 Nachhaltigkeitskompetenzen für eine vertiefte Gesellschaftsreife (Eberz und Niebert 2023, eingereicht)**

Dieser Beitrag wurde für den Themenband "Kann Schule gesellschaftlich bilden?" der Gesellschaft für Sozioökonomische Bildung (GSÖBW) eingereicht. Vor dem Hintergrund der Zielsetzung der vertieften Gesellschaftsreife sowie dem transversalen Bereich BNE wurden 15 Interviews mit Entscheidungsträger:innen anhand des Modells für Nachhaltigkeitskompetenzen von Wiek, Withycombe, und Redman (2011) analysiert. Damit Lernende auf anspruchsvolle Aufgaben vorbereitet sind, müssen ihnen Fähigkeiten zur aktiven und kompetenten Teilhabe an der Gestaltung der Gesellschaft vermittelt werden. Die folgenden Punkte können als Implikationen für Schule und Praxis hervorgehoben werden:

- In schulischen Kontexten sollte ein verstärktes Bemühen um die Förderung systemischen und interdisziplinären Denkens erkennbar sein. Die bisher vorgesehenen drei Prozent der Unterrichtszeit (EDK 2023, Artikel 20, Absatz 2 gefordert) scheinen nicht ausreichen, um diesem Ziel näherzukommen. Wenn eine nachhaltige Vorbereitung auf Führungspositionen angestrebt wird, ist es notwendig, transversalen und interdisziplinären Themen mehr Raum und Zeit in der schulischen Bildung einzuräumen.
- Die Integration von Nachhaltigkeit in sämtliche Fächer und Aspekte der Schulerziehung wird durch die Einbeziehung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) als transversalem Bereich im Lehrplan des Schweizer Gymnasiums ausdrücklich gefordert.
- Interpersonal competence, darunter die Fähigkeiten zur Zusammenarbeit, Kommunikation, Argumentation und gemeinsamen Konfliktlösung in verschiedenen sozialen Kontexten, sowie die Anerkennung und Akzeptanz von Vielfalt, sollten in allen Bereichen der Schule fachübergreifend gefördert werden. Diesen Anforderungen wird durch die Betonung überfachlicher Kompetenzen Rechnung getragen, die sowohl im Rahmen des Erwerbs einer vertieften Gesellschaftsreife als auch im Kontext der BNE unverzichtbar sind. Soziale Kompetenzen wie die Fähigkeit zur Kollaboration, Kommunikation, Argumentation und gemeinsamer Konfliktlösung in verschiedenen sozialen Kontexten sowie die Anerkennung und Akzeptanz von Vielfalt sollten fachübergreifend in alle Bereiche der Schule eingebracht werden. Dieser Forderung wird in der Formulierung überfachlicher Kompetenzen begegnet (auf die in

diesem Artikel nicht weiter eingegangen werden konnte), die für das Erlangen einer vertieften Gesellschaftsreife und im Rahmen der BNE jedoch unerlässlich sind.

- Das Verständnis der vielfältigen Konsequenzen von Entscheidungen unterstreicht die Wichtigkeit der Vorbereitung auf Handlungen im öffentlichen Raum (*public sphere actions*).

### 5.3 Vom Fachwissen zur Bewertung? Naturwissenschaftliche Kompetenzen für Verantwortungsträger\*innen (Eberz und Niebert 2023, eingereicht)

Dieser Artikel wurde bei der Zeitschrift Progress in Science Education (PrisE) eingereicht. Der Artikel liefert wertvolle und einzigartige Einblicke in die Entscheidungsprozesse von Führungskräften im Bereich der Nachhaltigkeit. 15 Interviews mit Entscheidungsträger:innen wurden anhand der vier Kompetenzbereiche in den Naturwissenschaften: Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Bewertung und Kommunikation analysiert. Die Erkenntnisse können dazu beitragen, zu verstehen, welche naturwissenschaftlichen Fähigkeiten unerlässlich sind, um weitreichende Entscheidungen zu treffen. Zudem können die Ergebnisse bestehende, etablierte Konzepte erweitern und präzisieren, indem sie konkrete Beispiele aus der beruflichen Praxis integrieren. Auf diese Weise kann die Bedeutung der in Lehrplänen und Curricula festgelegten Kompetenzen untermauert werden. Bezogen auf den schulischen Unterricht lassen sich anhand der Ergebnisse in den verschiedenen Kompetenzbereichen folgende vier Schlüsselaspekte ableiten:

#### 1. Systemwissen in Verbindung mit Handlungswissen ist wichtiger als detailliertes Fachwissen: Fokus auf Basiskonzepte

Naturwissenschaftliches Fachwissen dient als Grundlage für nachhaltigkeitsrelevante Entscheidungen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Um Verantwortungsträger:innen bereits in der Schule bestmöglich auf anspruchsvolle Aufgaben vorzubereiten, muss die Art und Weise, wie Fachwissen vermittelt wird, überdacht werden. Die Ergebnisse zeigen, dass detailliertes, spezialisiertes Wissen an Bedeutung verliert, da es erlernt und nachgeschlagen werden kann, während ein breiteres Wissensspektrum und das Verständnis von Systemen zunehmend wichtiger werden. Eine grundlegende naturwissenschaftliche Bildung und das Verständnis von Basiskonzepten sind von zentraler Bedeutung, da sie als Grundlage für die Bewertung von Fakten dienen und die Kommunikation erleichtern. Ein Schwerpunkt auf Basiskonzepten ist für den Unterricht von entscheidender Bedeutung und sollte fachübergreifend und interdisziplinär (beispielsweise in Projektarbeiten) in Schulen implementiert werden. Wissen sollte nicht nur theoretisch vermittelt werden, sondern immer in Verbindung mit Handlungsmöglichkeiten, um wirksam angewendet und zur Bewältigung verantwortungsvoller Aufgaben genutzt werden zu können.

#### 2. Der Weg zur Erkenntnisgewinnung: Mehr Hinterfragen, weniger Experimentieren

In Bezug auf die Vorbereitung von Schüler:innen auf anspruchsvolle Aufgaben sollten Schulen ihre Schwerpunktsetzung hinsichtlich des Kompetenzbereichs der Erkenntnisgewinnung überdenken. Anstatt den Fokus vorrangig auf eine Vielzahl praktischer Experimente zur Erlangung präziser, konkreter Arbeitsweisen zu legen, könnte es sinnvoll sein, grundlegende Fragen der Erkenntnisgewinnung stärker in den Vordergrund zu stellen. Dazu gehören Konzepte wie die Falsifizierbarkeit von Theorien und das Verständnis der Grenzen objektiver Erkenntnis. Ebenso sollte die Wichtigkeit des kritischen Hinterfragens des Sinns und Zwecks von Experimenten betont werden.

#### 3. Kommunikation als Kernelement: Diskussionen in der Schule fördern

Die Fähigkeit zur Kommunikation spielt eine entscheidende Rolle in den Entscheidungsprozessen der befragten Verantwortungsträger:innen. Es ist nicht nur notwendig, Entscheidungen innerhalb von Organisationen klar und überzeugend zu vermitteln, sondern sie müssen auch der breiten Öffentlichkeit auf eine strukturierte und verständliche Art und Weise vermittelt werden. Dies gilt besonders in der

Politik, wo die Bildung von Mehrheiten oft von der Fähigkeit abhängt, komplexe Sachverhalte effektiv zu kommunizieren und schlüssig zu argumentieren. Diese Erkenntnisse legen die Empfehlung nahe, dass Schulen verstärkt darauf abzielen sollten, die Fähigkeiten zur Diskussion und Argumentation zu fördern. Um Schülerinnen und Schüler besser auf künftige Herausforderungen vorzubereiten, insbesondere wenn sie in Positionen gelangen, in denen sie Entscheidungen treffen, sollte die Integration von Diskussionsmöglichkeiten in den Lehrplan eine Selbstverständlichkeit sein. Diese Diskussionsmöglichkeiten sollten nicht nur in den Fächern für Sprache oder Sozialwissenschaften ihren Platz finden, sondern fächerübergreifend praktiziert werden. Dabei können aktuelle und alltagsnahe Themen als Ausgangspunkt für Diskussionen und Debatten dienen.

#### **4. Bewertungskompetenz als wichtigster Kompetenzbereich: kritisches Reflektieren üben anhand von SSIs**

Die Auswertung der Interviews hat verdeutlicht, dass die Fähigkeit zur Bewertung von Informationen ein zentraler Aspekt im beruflichen Alltag der befragten Verantwortungsträger:innen darstellt. Insbesondere im naturwissenschaftlichen Unterricht sollte dieser Aspekt intensiv gefördert und anhand aktueller Fragestellungen geübt werden. Konkret bedeutet dies, dass bei der Auswahl der Lehrinhalte im naturwissenschaftlichen Unterricht eine Orientierung an gesellschaftlich relevanten wissenschaftlichen Themen (z. B. SSIs) erfolgen sollte. Dies bietet die Gelegenheit, aktuelle Herausforderungen, die sich an der Schnittstelle von Naturwissenschaften und Gesellschaft ergeben, zu thematisieren und zu diskutieren. Ein solides Fachwissen bildet dabei die Grundlage für die Bewertung von Informationen.

Um sicherzustellen, dass Schüler:innen eine umfassende Bildung erhalten, sollte der Unterricht im fachlichen Kontext alle Kompetenzbereiche miteinander verknüpfen. Jedes Thema sollte stets unter Berücksichtigung des Zusammenspiels der vier Kompetenzbereiche betrachtet werden. In diesem Zusammenhang schlagen wir vor, in jeder Unterrichtseinheit mindestens zwei Kompetenzbereiche besonders zu betonen. Die Kultusministerkonferenz hat bereits die Empfehlung ausgesprochen, die Kompetenzbereiche anhand aktueller, praxisbezogener Themen zu vermitteln. Dies ist besonders wichtig, wenn es darum geht, Schüler:innen auf anspruchsvolle Positionen vorzubereiten, in denen sie gesellschaftliche Verantwortung tragen. Durch eine stufenübergreifende Orientierung an Basiskonzepten können wiederkehrende Muster und Konzepte leichter erkannt und angewendet werden. Auf diese Weise können die nachfolgenden Generationen auf anspruchsvolle Aufgaben in einer immer komplexer werdenden Gesellschaft vorbereitet werden.

#### **5.4 Welche Kompetenzen benötigen Verantwortungsträger:innen, um Organisationen nachhaltig zu gestalten? (Eberz et al. 2023, eingereicht)**

Dieser Beitrag wurde bei der Zeitschrift Gruppe. Interaktion. Organisation (GIO) eingereicht und liefert bedeutende Erkenntnisse im Hinblick auf die nachhaltige Entwicklung von Organisationen. Es konnten Einblicke in den aktuellen Stand der theoretischen Forschung zu Nachhaltigkeitskompetenzen vermittelt und darüber hinaus empirische Ergebnisse aus der Interviewstudie mit 15 hochrangigen Entscheidungsträger:innen präsentiert werden. Anhand der gesammelten Daten und Analysen ließen sich Schlussfolgerungen zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen ziehen. In diesem Kontext spielen Schulen und andere Bildungseinrichtungen eine zentrale Rolle, um die Grundlagen für den Erwerb der erforderlichen Nachhaltigkeitskompetenzen zu legen. Während viele Studien in erster Linie auf Studierende und theoretische Erkenntnisse fokussieren, basieren die Ergebnisse dieser Studie auf direkten Einblicken aus der Welt hochrangiger Führungskräfte, da diese eine entscheidende Rolle bei der nachhaltigen Gestaltung von Organisationen spielen. Die wichtigsten Erkenntnisse zu Nachhaltigkeitskompetenzen im Kontext von Organisationen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

### 1. **Systemisches Denken im Organisationskontext** (*systems thinking competence*)

Führungskräfte sollten in der Lage sein, komplexe Herausforderungen effektiv anzugehen, indem sie die Fähigkeit zur systemischen und interdisziplinären Analyse entwickeln. Diese Fähigkeit wird insbesondere an der Schnittstelle unterschiedlicher Systeme deutlich und sollte stets im Zusammenhang mit anderen Kompetenzen betrachtet werden. Bei Entscheidungen im Bereich der Nachhaltigkeit ist es von entscheidender Bedeutung, das Kernproblem zu identifizieren, die Auswirkungen verschiedener Systeme zu berücksichtigen, kritisch zu hinterfragen und auf der Grundlage eines breiten Fachwissens fundierte Entscheidungen zu treffen.

### 2. **Resilienz und Risikomanagement** (*strategic und anticipatory competence*)

Unsere Untersuchung verdeutlicht, dass Resilienz und strategisches Denken von grundlegender Bedeutung sind, um die inhärenten Risiken im Bereich der Nachhaltigkeit erfolgreich zu bewältigen. Dies schließt auch die Erkenntnis über das Versagen eigener Strategien und die Entwicklung einer gewissen Widerstandsfähigkeit ein, um nicht demotiviert zu werden. In organisatorischen Kontexten kann dies als Basis für die Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien dienen, welche die Erarbeitung verschiedener Handlungspläne und die Konzeption positiver Zukunftsszenarien ermöglichen.

### 3. **Werteorientiertes Handeln** (*normative competence*)

Innerhalb einer Organisation ist es entscheidend, nachhaltige Werte nicht nur zu verkünden, sondern auch aktiv zu praktizieren. Diese Werte fungieren als Leitfaden bei der Entscheidungsfindung und unterstützen dabei, das eigene Handeln im Rahmen der ökologischen Belastungsgrenzen zu gestalten. Es ist ebenfalls von Bedeutung, offen für Veränderungen zu sein, die Bereitschaft zu Kompromissen zu zeigen und eine optimistische Grundhaltung zu bewahren.

### 4. **Teamarbeit und Stakeholder-Management** (*interpersonal competence*)

In Übereinstimmung mit den Best Practices zeigt unsere Forschung, dass nachhaltige Entscheidungen in Organisationen oft das Resultat eines gut koordinierten, kompetenten Teams und eines umfassenden Stakeholder-Managements sind. Es wurde deutlich, dass Führungspersonen auf den fachlichen Input von Expert:innen angewiesen sind, wobei Vertrauen in das gesamte Team eine zentrale Rolle spielt. Außerdem sind kommunikative Fähigkeiten unerlässlich, um Nachhaltigkeitsstrategien und Entscheidungen sowohl intern als auch extern zu kommunizieren.

## 6 Outreach und Kommunikation der Forschungsergebnisse

Neben schriftlichen Beiträgen in internationalen Fachzeitschriften gingen verschiedene Konferenzbeiträge aus den Ergebnissen des Projekts hervor, die darauf abzielten einen direkten Mehrwert für die Weiterbildung zur Förderung des MINT-Unterrichts für Lehrende schulischen und außerschulischen Bereich zur Orientierung des Naturwissenschaftsunterrichts entlang nachhaltigkeitsrelevanter Wissens- und Könnenselemente auf den Weiterbildungen zu erzeugen.

Entgegen den ursprünglichen Planungen ließ sich in der Projektlaufzeit kein Themenheft in einer Unterrichtszeitschrift realisieren. Dies lag zum einen an den langfristigen Planungen der jeweiligen Redaktionen und den Outcomes des Projekts. Für Unterrichtszeitschriften hätten konkrete Unterrichtsmaterialien vorliegen müssen, die sich aber aufgrund der coronabedingt verlängerten Interviewphase nicht seriös entwickeln liessen. An dessen statt wurde der Schwerpunkt im Outreach auf die direkte Weiterbildung von Lehrpersonen und in der Weiterbildung von Lehrpersonen aktiven Fachdidaktiker:innen gelegt. So konnten aufgrund eines großen Interesses an dem Projekt deutlich mehr Weiterbildungsveranstaltungen realisiert werden als zunächst geplant. Darüber hinaus konnten so wertvolle Hinweise für die unterrichtspraktische Umsetzung der Projektergebnisse gemeinsam mit

Praktiker:innen im Dialog entwickeln und in einem Onlinekurs aufbereitet werden. Entsprechend den Planungen im Projektantrag wurde eine digitale Weiterbildungseinheit als Onlinekurs im MOOC-Format auf der Lernplattform Coursera veröffentlicht.

### 6.1 Zum Peer Review Verfahren eingereichte wissenschaftliche bzw. bereits veröffentlichte Publikationen:

- Sarah Eberz, Sandra Lang, Petra Breitenmoser, Kai Niebert (2023): Taking the Lead into Sustainability: Decision Makers' Competencies for a Greener Future. *Sustainability*. 15. <https://doi.org/10.3390/su15064986>
- Sarah Eberz, Kai Niebert (2023): Nachhaltigkeitskompetenzen für eine vertiefte Gesellschaftsreife. *Sozioökonomische Bildung und Wissenschaft. Themenband: "Kann Schule gesellschaftlich bilden?"* Springer VS. (eingereicht, im peer review).
- Sarah Eberz, Kai Niebert (2023): Vom Fachwissen zur Bewertung? Naturwissenschaftliche Kompetenzen für Verantwortungsträger\*innen. *Progress in Science Education (PriSE)* (eingereicht, im peer review).
- Sarah Eberz, Sara Taner, Kai Niebert (2023): Welche Kompetenzen benötigen Verantwortungsträger:innen, um Organisationen nachhaltig zu gestalten? *Gruppe. Interaktion. Organisation. (GIO) Gesellschaft für Organisationspsychologie, Themenband: "Organisationen nachhaltig gestalten."* (eingereicht, im peer review).
- Sandra Lang, Petra Breitenmoser, Sarah Eberz (2023): How decision makers (can) contribute to steering the "Great Transformation". Vorgesehen für GAIA.

### 6.2 Vorträge und Workshops

Im Projekt wurden folgende Weiterbildungen für Lehrende in der formellen und informellen Bildung sowie für Weiterbildner:innen durchgeführt:

- **Weiterbildung:** Sarah Eberz «Nachhaltigkeitskompetenzen für Entscheidungsträger:innen der Zukunft» im Rahmen der Tagung Nachhaltigkeit in der Weiterbildung – Impulse für Organisations- und Angebotsentwicklung, Pädagogische Hochschule Zürich, 25.01.2024.
- **Conference Session:** Petra Breitenmoser und Johanna Kranz «Climate Change and Science Education. Embedding a Transformative Dimension when Learning and Teaching Climate Change» im Rahmen der ESERA 2023. Hacettepe Universität, Cappadocia, Türkei, 28.8.2023.
- **Symposium:** Sarah Eberz, Nicole Ackermann, Thomas Ruoss und Kirstin Jäggi-Jorns «Zeiten des Umbruchs? Bildung zwischen Persistenz und Wandel» im Rahmen des Jahreskongress 2023 der Schweizerischen Gesellschaft für Bildungsforschung (SGBF) und der Schweizerischen Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung, Pädagogische Hochschule Zürich, 28.-30.06.2023.
- **Vortrag:** Petra Breitenmoser «Neue Wege der Klimabildung?» im Rahmen der Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU), Pädagogische Hochschule Salzburg, Österreich, 23.2.2023.
- **Weiterbildung:** Sandra Lang «Nachhaltige Bildung ist Politische Bildung» im Rahmen der Konferenz der Deutschen Kinder- und Jugendstiftung (DKJS), 22.11.2022.
- **Weiterbildung:** Petra Breitenmoser, Martin Schwichow und Johanna Kranz «Die Klimakrise im Unterricht: Gemeinsam statt einsam!». Hessische Lehrkräfteakademie, online, 2.11.2022.
- **Weiterbildung:** Sarah Eberz "Nachhaltigkeit gemeinsam gestalten" im Rahmen der Jugendkonferenz zur Nachhaltigkeitspolitik des Deutschen Jugendrings, Berlin, 17./18.09.2022.

- **Weiterbildung:** Sarah Eberz und Sandra Lang "Nachhaltig zur vertieften Gesellschaftsreife" im Rahmen des Treffens der Deutscher und Schweizer Fachdidaktiker, Fachdidaktiktagung Schloss Au, 14.09.2022.
- **Weiterbildung:** Sarah Eberz und Sandra Lang "Visionen in den Alltag transferieren: Nachhaltig zur vertieften Gesellschaftsreife" im Rahmen des 10. SLK-Brunnensymposiums "Die Zukunft des Gymnasiums" für Schulleiter:innen der Zürcher Mittelschulen, 13.04.2022.
- **Präsentation und Konferenzbeitrag:** Sarah Eberz "Der Beitrag der Naturwissenschaften zur vertieften Gesellschaftsreife" im Rahmen der swissuniversities Tagung Fachdidaktiken, am Departement Bildung und Lehre der Fachhochschule Südschweiz in Locarno (SUPSI-DFA), 08./09.04.2022.
- **Weiterbildung:** Sarah Eberz "Nachhaltige Bildung ist Politische Bildung" Im Rahmen der Tagung «Die Große Transformation im Kleinen – Klimabildung für nachhaltige Entwicklung in Hessen» der Arbeitsgemeinschaft Natur- und Umweltbildung Hessen e.V. (ANU), 07.04.2022.
- **Posterbeitrag:** Sarah Eberz "Nachhaltig zur vertieften Gesellschaftsreife – Wie können wir Schüler:innen darauf vorbereiten verantwortungsvolle Nachhaltigkeitsentscheidungen mit gesellschaftlichen Auswirkungen zu treffen?" im Rahmen der DACH-Nachwuchsakademie "Empirische Bildungsforschung" Innsbruck, 21.02.-25.02.2022 (online).
- **Weiterbildung:** Sarah Eberz und Sandra Lang "Nachhaltig zur vertieften Gesellschaftsreife" im Rahmen der HSGYM Jahrestagung "Alles anders?" Kantonsschule Wetzikon, 18.11.2021.
- **Conference Session:** Sarah Eberz, Sandra Lang und Petra Breitenmoser "Umgang mit gesellschaftlichen Herausforderungen" im Rahmen der #GeoWoche2021 der Deutschen Gesellschaft für Geografie. Universität Passau, online, 5.-9.10.2021.

### 6.3 Onlinekurs: Nachhaltigkeit lehren lernen

Um die Ergebnisse des Projekts breit zugänglich zu machen, wurde ein Onlinekurs "*Nachhaltigkeit lehren lernen*" entwickelt. Der Onlinekurs ist in drei Kapitel unterteilt und soll grundlegende Kompetenzen für die Vermittlung von Nachhaltigkeit insbesondere – aber nicht ausschließlich – im schulischen Unterricht vermitteln. Der Kurs ist so konzipiert, dass er im Rahmen von den an den meisten lehrerbildenden Hochschulen üblichen Einführungsmodulen in der Fachdidaktik eingesetzt werden kann. Es wurde bewusst ein niedrigschwelliger Zugang gewählt, mit dem über eine Angebotsorientierung gegenüber Dozierenden an den jeweiligen Hochschulen über den Onlinekurs eine Möglichkeit geschaffen wurde, um z.B. ausfallende Lehrveranstaltungen online zu kompensieren. Der Kurs ist öffentlich und kostenlos auf der Onlineplattform Coursera zugänglich unter dem Link: <https://www.coursera.org/learn/nachhaltigkeitlehren>. Mit einem Mailing wurden zunächst Naturwissenschaftsdidaktiker:innen von Hochschulen im deutschsprachigen Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz) auf den Onlinekurs aufmerksam gemacht und eingeladen ihn zu nutzen. Da der Kurs mit Projektabschluss startete, liegen noch keine Nutzungsstatistiken vor. In den drei Modulen werden die folgenden Inhalte vermittelt (für eine Übersicht siehe Tabelle 3):

#### 1. Grundlagen der Nachhaltigkeit

Im Modul Grundlagen der Nachhaltigkeit werden den Teilnehmenden anhand der aktuellen gesellschaftlichen und naturwissenschaftlichen Debatten verschiedene Nachhaltigkeitsherausforderungen aufgezeigt. Darauf aufbauend werden Lösungsansätze für diese Herausforderungen diskutiert, um so die politisch-gesellschaftlichen Herausforderungen aus einer naturwissenschaftlichen Perspektive aufzuzeigen. Mit dieser Auslegeordnung wird sich dann bisherigen Bildungsansätzen zugewendet mit der Frage im Blick: Was wirkt – und was wirkt auch nicht. Im letzten Teil des Moduls werden dann mit den Teilnehmer:innen konkrete naturwissenschaftsdidaktische

Vorstellungen entwickeln, wie ein nachhaltigkeitsorientierter Naturwissenschaftsunterricht aussehen kann.

## 2. Kompetenzen für eine nachhaltige Zukunft

In diesem Modul werden zwei Kompetenzmodelle der Nachhaltigkeit vorgestellt. Anschließend werden die fünf Schlüsselkompetenzen nach Wiek, Withycombe, und Redman (2011) vermittelt. Zum Abschluss werden den Teilnehmenden Beispiele aus Interviews mit Verantwortungsträger:innen aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft gezeigt. Daran wird deutlich, wie sich Nachhaltigkeitskompetenzen im Berufsalltag zeigen können.

## 3. Nachhaltigkeit im Unterricht

In diesem Modul lernen die Teilnehmenden, wie sie ihren Unterricht entlang den Zielen einer nachhaltigen Entwicklung gestalten können. Dabei werden Tipps zum Lehren von Nachhaltigkeit entlang von typischen Alltagsvorstellungen zu den planetaren Belastungsgrenzen, verschiedener Aspekte des Systemdenkens, der Vermittlung von Bewertungskompetenzen wie auch der Rolle von Humor und Unsicherheit besprochen. Am Ende des Moduls finden die Teilnehmenden eine kurze Selbstkontrolle, mit der sie ihre eigene Kompetenzentwicklung überprüfen können.

**Tabelle 3: Übersicht zum Coursera-MOOC "Nachhaltigkeit lehren lernen"**

Video/Inhalt	Themen
1	Einführung in den Kurs: Einführungsvideo (Vorstellung Teammitglieder, Themen und didaktisches Konzept)
<b>Modul 1</b>	<b>Grundlagen der Nachhaltigkeit</b>
1.1	Einstieg in die Grundlagen der Nachhaltigkeit
1.2	Kleine Geschichte der Nachhaltigkeit
1.3	Wo stehen wir bei der Nachhaltigkeit global?
1.4	Willkommen im Anthropozän
1.5	Große Beschleunigung
1.6	Planetare Belastungsgrenzen
1.7	Nachhaltigkeit: Von der Privatsache zur gesellschaftlichen Teilhabe
Quiz	Selbstkontrolle
<b>Modul 2</b>	<b>Kompetenzen für eine nachhaltige Zukunft</b>
2.1	Kompetenzmodelle der Nachhaltigkeit
2.2	Schlüsselkompetenzen der Nachhaltigkeit nach Wiek, Withycombe, und Redman (2011): Überblick der Studie + Systems Thinking Competence

2.3	Anticipatory Competence
2.4	Normative Competence
2.5	Strategic Competence
2.6	Interpersonal Competence
Quiz	Selbstkontrolle
<b>Modul 3</b>	<b>Nachhaltigkeit im Unterricht</b>
3.1	Nachhaltigkeit unterrichten
3.2	Nachhaltigkeit im naturwissenschaftlichen Unterricht
3.3	Alltagsvorstellungen zu den planetaren Belastungsgrenzen
3.4	Systemdenken lernen
3.5	Bewerten lernen 1.0
3.6	Bewerten lernen 2.0
3.7	Mit Humor für mehr Nachhaltigkeit
3.8	Keine Angst vor Unsicherheit
<b>Quiz/Video</b>	<b>Selbstkontrolle und Abschluss</b>

Der Kurs steht kostenfrei online unter <https://www.coursera.org/learn/nachhaltigkeitlehren> verfügbar. Im Januar 2024 erfolgt eine Bewerbung des Kurses in den Naturwissenschaftsdidaktiken an deutschsprachigen lehrerbildenden Hochschulen.

## 7 Zusammenfassung und Bewertung

Die aktuellen und zukünftigen gesellschaftlichen Herausforderungen im Umweltschutz und der Nachhaltigkeit erfordern eine umfassende naturwissenschaftliche Allgemeinbildung. Die Entwicklung einer verantwortungsbewussten Haltung gegenüber diesen Herausforderungen, insbesondere im Klima-, Umwelt- und Nachhaltigkeitsbereich, wird in europäischen Bildungs- und Wissenschaftsprogrammen betont. Dies betrifft nicht nur individuelle Entscheidungen im Alltag, sondern auch die politische Partizipationsfähigkeit von informierten Bürger:innen, insbesondere von Personen in einflussreichen Positionen.

Das Projekt NABINA untersuchte empirisch das Verhältnis zwischen naturwissenschaftlicher Grundbildung und politischer Partizipationsfähigkeit. In einer qualitativen Interviewstudie wurden 15 Verantwortungsträger:innen in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zu ihren schulischen Naturwissenschaftskennnissen und deren Einfluss auf ihre Entscheidungsprozesse in Bezug auf



Nachhaltigkeitsthemen befragt. Das Projekt untersuchte, wie der Naturwissenschaftsunterricht auf Gymnasialstufe Personen ohne naturwissenschaftliches Hochschulstudium im weiteren Lebensverlauf prägt. Weiter wurde analysiert, welchen Beitrag die schulische Bildung zu einem gesteigerten Bewusstsein für nachhaltigkeitsrelevante Probleme leistet und wie gut Personen in der Informationsbeschaffung und Nachvollziehbarkeit technischer und wissenschaftlicher Aspekte von Nachhaltigkeitsherausforderungen befähigt. Die Forschungsfragen konzentrieren sich auf das geforderte naturwissenschaftliche Wissen für Personen in einflussreichen Positionen sowie auf das tatsächlich genutzte Wissen bei Entscheidungsträgern in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Insgesamt ist das Projekt NABINA sowohl ein Beitrag zur Forschung in der Naturwissenschaftsdidaktik als auch zur Bildungspolitik.

Wie die Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt belegen, werden effektive nachhaltigkeitsrelevante Entwicklungen nicht durch individuelle Konsumententscheidungen, sondern systemische Transformationen wie z.B. durch die in dieser Studie befragten Verantwortungsträger:innen aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft angestoßen. Initiativen im Rahmen von Bildung für nachhaltige Entwicklung zielen allerdings nach wie vor mehrheitlich auf die Veränderungen individueller Handlungsentscheidungen ab, insbesondere die Wahl von Verkehrsmitteln, Ernährungspräferenzen und Tipps für eine Reduktion des Energieverbrauchs. Der Großteil der klimaschädlichen Treibhausgasemissionen entfällt allerdings nicht auf individuelle Maßnahmen, sondern auf die globale Industrie, deren Regulierung verbindliche politische Vorgaben und Leitplanken erfordert.

Die komplexen Pfadabhängigkeiten, die den nicht-nachhaltigen Status Quo aufrechterhalten, rufen bei vielen Akteur:innen ein Gefühl der Ohnmacht hervor und problematische Narrative wie "Wenn China und Indien nicht mitziehen, warum sollen dann wir etwas tun?", "Das entscheiden doch die da oben, wir kleinen Leute haben keine Macht!" oder "Gegen die Energiekonzerne kommen wir niemals an! Die haben die bessere Lobby." Die empirischen Befunde zeigen allerdings, dass erfahrene Entscheidungsträger:innen aufgrund ihrer politischen Erfahrung und Bildung sich als deutlich handlungssicherer empfinden und immer wieder Wege finden, nachhaltigkeitsrelevante Entscheidungen Schritt für Schritt durchzusetzen: Die Verbindung von Nachhaltigkeitskompetenzen, erzielte Erfolge in der Nachhaltigkeitstransformation in der Public Sphere, Wertegeleitetheit und wissenschaftliche Evidenz befähigt Entscheidungsträger:innen in Politik, Wirtschaft im Umgang mit Nachhaltigkeitsherausforderungen.

Daraus lässt sich folgende Schlussfolgerung und Handlungsempfehlung für die Nachhaltigkeitsbildung ableiten: die politische Bildung muss verstärkt in die BNE einbezogen werden. Schüler:innen muss aufgezeigt werden, welche zentrale Rolle politische Entscheidungen und Prozesse für den Klimaschutz spielen. Zudem sollen Schüler:innen befähigt werden, sich aktiv in gesellschaftliche Aushandlungsprozesse einbeziehen zu können, auch wenn diese selbst noch nicht wählen dürfen oder eine verantwortungsvolle Position in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft bekleiden. Partizipation und Engagement für den Klima- und Umweltschutz nimmt Einfluss auf die Politik, etwa in Form von Protesten, Referenden, Petitionen, und Informationskampagnen. Die didaktische Aufbereitung von Erfolgserzählungen zu bürgerschaftlichem Engagement auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene ist dabei besonders vielversprechend. So haben engagierte Bürger:innen nicht nur die Inbetriebnahme bereits fertiggebauter Kernkraftwerke verhindert, Hamburg mit einem Fernwärmenetz ausgestattet oder Naturschutzgebiete durchgesetzt. Wie die Interviewstudie zeigt, sind kollektive Aktivitäten im Umwelt- und Klimaschutz besonders prägend und effektive Grundlagen für weitere Schritte hin zur Nachhaltigkeitstransformation.

## 8 Verwendete Literatur

- BMU. 1992. „Agenda 21“. In Rio de Janeiro: Bonn.
- Bögeholz, Susanne, Corinna Höble, Dietmar Höttecke, und Jürgen Menthe. 2018. In *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, Springer Spektrum, hrsg. Dirk Krüger, Ilka Parchmann, und Horst Schecker. Berlin: Springer, 261–81.
- Ceballos, Gerardo, Paul R. Ehrlich, und Rodolfo Dirzo. 2017. „Biological Annihilation via the Ongoing Sixth Mass Extinction Signaled by Vertebrate Population Losses and Declines“. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(30). <https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1704949114> (19. Dezember 2023).
- Chan, Kai M. A. u. a. 2016. „Why protect nature? Rethinking values and the environment“. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(6): 1462–65.
- Cross, Iain D., und Alina Congreve. 2021. „Teaching (super) wicked problems: authentic learning about climate change“. *Journal of Geography in Higher Education* 45(4): 491–516.
- Crutzen, Paul J. 2002. „Geology of Mankind“. *Nature* 415(6867): 23–23.
- Dechezlepretre, Antoine u. a. 2022. „Fighting Climate Change: International Attitudes Toward Climate Policies“.
- Dresing, Thorsten, und Thorsten Pehl. 2015. *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende*. 6th ed. Marburg: Eigenverlag.
- Eberle, Franz, und Christel Brüggencrock. 2013. „Studien und Berichte- Bildung am Gymnasium“.
- Eberz, Sarah, Sandra Lang, Petra Breitenmoser, und Kai Niebert. 2023. „Taking the Lead into Sustainability: Decision Makers' Competencies for a Greener Future“. *Sustainability* 15(6): 4986.
- EDK. 2023. „Reglement über die Anerkennung von gymnasialen Maturitätszeugnissen (Maturitätsanerkennungsreglement, MAR). Beschluss Plenarversammlung 22. Juni 2023“. [https://edudoc.ch/nanna/record/231401/files/A\\_PLE-2023-2\\_d\\_03\\_gymnasiale-maturitaet.pdf?withWatermark=0&withMetadata=0&version=1&registerDownload=1](https://edudoc.ch/nanna/record/231401/files/A_PLE-2023-2_d_03_gymnasiale-maturitaet.pdf?withWatermark=0&withMetadata=0&version=1&registerDownload=1) (3. Juli 2023).
- Getzin, Sofia. 2019. „Shifting Education Towards Sustainability – How Degrowth Can Transform Education for Sustainable Development“. University of Zurich. <https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/184559> (18. Mai 2020).
- Hazen, Benjamin T., Diane A. Mollenkopf, und Yacan Wang. 2017. „Remanufacturing for the Circular Economy: An Examination of Consumer Switching Behavior“. *Business Strategy and the Environment* 26(4): 451–64.
- Helfferich, Cornelia. 2009. *Die Qualität qualitativer Daten: Manual für die Durchführung qualitativer Interviews*. 3., überarb. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Höttecke, Dietmar, und Douglas Allchin. 2020. „Reconceptualizing Nature-of-Science Education in the Age of Social Media“. *Science Education* n/a(n/a): 1–26.
- IEA. 2022. „World Energy Outlook 2022“.
- Indeed. 2021. „Bildungswege in den Bundestag: Die beruflichen Qualifikationen der Politiker\*innen.“ <https://de.indeed.com/lead/bildungswege-in-den-bundestag-die-beruflichen-qualifikationen-der-politikerinnen> (20. Januar 2023).

- IPCC. 2022. *Climate Change 2022. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press: Cambridge, UK. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf) (13. Juli 2022).
- Kranz, Johanna, Martin Schwichow, Petra Breitenmoser, und Kai Niebert. 2022. „The (Un)Political Perspective on Climate Change in Education - A Systematic Review“. *Sustainability* 14(7): 1–44.
- Kroll, Matthias. 2017. *Degrowth alone is not enough*. Hamburg, Germany: World Future Council Foundation. Policy Brief Nr. 3, World Future Council. [http://www.worldfuturecouncil.org/wp-content/uploads/2018/01/WFC-Degrowth-alone-not-enough\\_-new-layout.pdf](http://www.worldfuturecouncil.org/wp-content/uploads/2018/01/WFC-Degrowth-alone-not-enough_-new-layout.pdf) (23. November 2022).
- Kruse, Jan. 2015. *Qualitative Interviewforschung: ein integrativer Ansatz*. 2., überarbeitete und ergänzte Auflage. Weinheim Basel: Beltz Juventa.
- Kuckartz, Udo. 2016. *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 3rd, revised ed. Aufl. Weinheim, Germany; Basel, Switzerland: Beltz Juventa.
- Kultusministerkonferenz, hrsg. 2020. *Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020*. 1. Auflage. Köln: Carl Link Verlag.
- Le Quéré, Corinne u. a. 2020. „Temporary Reduction in Daily Global CO<sub>2</sub> Emissions during the COVID-19 Forced Confinement“. *Nature Climate Change* 10(7): 647–53.
- May, Michael. 2007. *Demokratiefähigkeit und Bürgerkompetenzen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-531-90492-4> (19. Dezember 2023).
- Niebert, Kai. 2021. „Lessons learned from Covid-19: Why Sustainability Education needs to become political“. *Progress in Science Education* Vol. 4(No. 3): 6–14.
- Niebert, Kai, und Harald Gropengießer. 2014. „Leitfadengestützte Interviews“. In *Fragen und Methoden der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, hrsg. D Krüger, Ilka Parchmann, und Horst Schecker. Berlin: Springer.
- van Norren, Dorine, und Christopher Beehner. 2021. „Sustainability Leadership, UNESCO Competencies for SDGs, and Diverse Leadership Models“. 10(1): 24–49.
- Reusser, Kurt. 2014. „Kompetenzorientierung als Leitbegriff der Didaktik“. [https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source\\_opus=13873](https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=13873) (19. Dezember 2023).
- Richardson, Katherine u. a. 2023. „Earth beyond six of nine planetary boundaries“. *Science Advances* 9(37): eadh2458.
- Rieckmann, Marco. 2011. „Schlüsselkompetenzen Für Eine Nachhaltige Entwicklung Der Weltgesellschaft. Ergebnisse Einer Europäisch-Lateinamerikanischen Delphi-Studie“. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 20(1): 48–56.
- Rockström, Johan u. a. 2009. „A Safe Operating Space for Humanity“. *Nature* 461(7263): 472–75.
- Steffen, W. u. a. 2015. „Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet“. *Science* 347(6223): 1259855–1259855.
- Stern, Paul C. 2000. „Toward a Coherent Theory of Environmentally Significant Behavior“. *Journal of Social Issues* 56(3): 407–24.

- UBA. 2023. „Konsum und Umwelt: Zentrale Handlungsfelder“. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/konsum-umwelt-zentrale-handlungsfelder#bedarfsfelder>.
- UN General Assembly. 2015. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York, NY, USA: UN General Assembly. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication> (18. November 2022).
- UNESCO. 2017. *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris, France: UNESCO.
- WBGU, hrsg. 2011. „Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation; Zusammenfassung für Entscheidungsträger“. <http://www.wbgu.de/en/flagship-reports/fr-2011-a-social-contract/>.
- Weinert, Franz Emanuel, hrsg. 2001. *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim, Germany: Beltz.
- Wiek, Arnim u. a. 2015. „Operationalising competencies in higher education for sustainable development.“ In *Handbook of Higher Education for Sustainable Development*, hrsg. Matthias Barth, Gerd Michelsen, Marco Rieckmann, und I Thomas. London, UK: Routledge, 241–60.
- Wiek, Arnim, Lauren Withycombe, und Charles L. Redman. 2011. „Key Competencies in Sustainability. A Reference Framework for Academic Program Development.“ *Sustainability Science* 6(2): 203–18.

## Anhang

### Anhang I: Kategoriensystem qualitative Inhaltsanalyse

Liste der Kodierungen	Art der Kodierung	Code Beschreibung und Referenzen für deduktive Kategorien	Häufigkeit der Kodierung
Codesystem		<p>Das übergreifende Projekt "Der Beitrag naturwissenschaftlicher Bildung beim Umgang mit Nachhaltigkeits Herausforderungen (NABINA)" zielt darauf ab,</p> <p>1. Nachhaltigkeitskompetenzen, die Führungskräfte in der Gesellschaft für nachhaltige Entscheidungen benötigen (BMU. 1992. „Agenda 21“. In Rio de Janeiro: Bonn.</p> <p>Ceballos, Gerardo, Paul R. Ehrlich, und Rodolfo Dirzo. 2017. „Biological Annihilation via the Ongoing Sixth Mass Extinction Signaled by Vertebrate Population Losses and Declines“. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i> 114(30). <a href="https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1704949114">https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1704949114</a> (19. Dezember 2023).</p> <p>Chan, Kai M. A. u. a. 2016. „Why protect nature? Rethinking values and the environment“. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i> 113(6): 1462–65.</p> <p>Cross, Iain D., und Alina Congreve. 2021. „Teaching (super) wicked problems: authentic learning about climate change“. <i>Journal of Geography in Higher Education</i> 45(4): 491–516.</p> <p>Crutzen, Paul J. 2002. „Geology of Mankind“. <i>Nature</i> 415(6867): 23–23.</p> <p>Dechezlepretre, Antoine u. a. 2022. „Fighting Climate Change: International Attitudes Toward Climate Policies“.</p> <p>Dresing, Thorsten, und Thorsten Pehl. 2015. <i>Praxisbuch Interview, Transkription &amp; Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende</i>. 6th ed. Marburg: Eigenverlag.</p> <p>Eberle, Franz, und Christel Brüggemack. 2013. „Studien und Berichte- Bildung am Gymnasium“.</p> <p>Eberz, Sarah, Sandra Lang, Petra Breitenmoser, und Kai Niebert. 2023. „Taking the Lead into Sustainability: Decision Makers' Competencies for a Greener Future“. <i>Sustainability</i> 15(6): 4986.</p> <p>EDK. 2023. „Reglement über die Anerkennung von gymnasialen Maturitätszeugnissen</p>	3152

(Maturitätsanerkennungsreglement, MAR). Beschluss Plenarversammlung 22. Juni 2023". [https://edudoc.ch/nanna/record/231401/files/A\\_PLE-2023-2\\_d\\_03\\_gymnasiale-maturitaet.pdf?withWatermark=0&withMetadata=0&version=1&registerDownload=1](https://edudoc.ch/nanna/record/231401/files/A_PLE-2023-2_d_03_gymnasiale-maturitaet.pdf?withWatermark=0&withMetadata=0&version=1&registerDownload=1) (3. Juli 2023).

Eggert, Sabina, und Susanne Bögeholz. 2006. „Göttinger Modell der Bewertungskompetenz – Teilkompetenz ‚Bewerten, Entscheiden und Reflektieren‘ für Gestaltungsaufgaben Nachhaltiger Entwicklung“. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 12: 177–97.

Getzin, Sofia. 2019. „Shifting Education Towards Sustainability – How Degrowth Can Transform Education for Sustainable Development“. University of Zurich. <https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/184559> (18. Mai 2020).

Hazen, Benjamin T., Diane A. Mollenkopf, und Yacan Wang. 2017. „Remanufacturing for the Circular Economy: An Examination of Consumer Switching Behavior“. *Business Strategy and the Environment* 26(4): 451–64.

Helfferich, Cornelia. 2009. *Die Qualität qualitativer Daten: Manual für die Durchführung qualitativer Interviews*. 3., überarb. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Höttecke, Dietmar, und Douglas Allchin. 2020. „Reconceptualizing Nature-of-Science Education in the Age of Social Media“. *Science Education* n/a(n/a): 1–26.

IEA. 2022. „World Energy Outlook 2022“.

Indeed. 2021. „Bildungswege in den Bundestag: Die beruflichen Qualifikationen der Politiker\*innen.“ <https://de.indeed.com/lead/bildungswege-in-den-bundestag-die-beruflichen-qualifikationen-der-politikerinnen> (20. Januar 2023).

IPCC. 2022. *Climate Change 2022. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press: Cambridge, UK. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf) (13. Juli 2022).

Kranz, Johanna, Martin Schwichow, Petra Breitenmoser, und Kai Niebert. 2022. „The (Un)Political Perspective on Climate Change in Education - A Systematic Review“. *Sustainability* 14(7): 1–44.

Kroll, Matthias. 2017. *Degrowth alone is not enough*. Hamburg, Germany: World Future Council Foundation. Policy Brief Nr. 3, World Future Council.

<http://www.worldfuturecouncil.org/wp-content/uploads/2018/01/WFC-Degrowth-alone-not-enough-new-layout.pdf> (23. November 2022).

Kruse, Jan. 2015. *Qualitative Interviewforschung: ein integrativer Ansatz*. 2., überarbeitete und ergänzte Auflage. Weinheim Basel: Beltz Juventa.

Kuckartz, Udo. 2016. *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 3rd, revised ed. Aufl. Weinheim, Germany; Basel, Switzerland: Beltz Juventa.

Kultusministerkonferenz, hrsg. 2020. *Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020*. 1. Auflage. Köln: Carl Link Verlag.

Le Quéré, Corinne u. a. 2020. „Temporary Reduction in Daily Global CO<sub>2</sub> Emissions during the COVID-19 Forced Confinement“. *Nature Climate Change* 10(7): 647–53.

May, Michael. 2007. *Demokratiefähigkeit und Bürgerkompetenzen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

<http://link.springer.com/10.1007/978-3-531-90492-4> (19. Dezember 2023).

Niebert, Kai. 2021. „Lessons learned from Covid-19: Why Sustainability Education needs to become political“. *Progress in Science Education* Vol. 4(No. 3): 6–14.

Niebert, Kai, und Harald Gropengießer. 2014. „Leitfadengestützte Interviews“. In *Fragen und Methoden der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, hrsg. D Krüger, Ilka Parchmann, und Horst Schecker. Berlin: Springer.

van Norren, Dorine, und Christopher Beehner. 2021. „Sustainability Leadership, UNESCO Competencies for SDGs, and Diverse Leadership Models“. 10(1): 24–49.

Reusser, Kurt. 2014. „Kompetenzorientierung als Leitbegriff der Didaktik“. [https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source\\_opus=13873](https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=13873) (19. Dezember 2023).

Richardson, Katherine u. a. 2023. „Earth beyond six of nine planetary boundaries“. *Science Advances* 9(37): eadh2458.

Rieckmann, Marco. 2011. „Schlüsselkompetenzen Für Eine Nachhaltige Entwicklung Der Weltgesellschaft. Ergebnisse Einer Europäisch-Lateinamerikanischen Delphi-Studie“. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 20(1): 48–56.

Rockström, Johan u. a. 2009. „A Safe Operating Space for Humanity“. *Nature* 461(7263): 472–75.

Steffen, W. u. a. 2015. „Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet“. *Science* 347(6223): 1259855–1259855.

Stern, Paul C. 2000. „Toward a Coherent Theory of Environmentally Significant Behavior“. *Journal of Social Issues* 56(3): 407–24.

UBA. 2023. „Konsum und Umwelt: Zentrale Handlungsfelder“.  
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/konsum-umwelt-zentrale-handlungsfelder#bedarfsfelder>.

UN General Assembly. 2015. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York, NY, USA: UN General Assembly.  
<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication> (18. November 2022).

UNESCO. 2017. *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris, France: UNESCO.

WBGU, hrsg. 2011. „Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation; Zusammenfassung für Entscheidungsträger“.  
<http://www.wbgu.de/en/flagship-reports/fr-2011-a-social-contract/>.

Weinert, Franz Emanuel, hrsg. 2001. *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim, Germany: Beltz.

Wiek, Arnim u. a. 2015. „Operationalising competencies in higher education for sustainable development.“ In *Handbook of Higher Education for Sustainable Development*, hrsg. Matthias Barth, Gerd Michelsen, Marco Rieckmann, und I Thomas. London, UK: Routledge, 241–60.

Wiek, Arnim, Lauren Withycombe, und Charles L. Redman. 2011. „Key Competencies in Sustainability. A Reference Framework for Academic Program Development.“ *Sustainability Science* 6(2): 203–18.

,

2. didaktische Konzepte für die naturwissenschaftliche Bildung und

3. Nachhaltigkeitsherausforderungen und -lösungen für großräumige Entscheidungen, die vom Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU 2011) aufgegriffen werden, zu identifizieren.



1. Schlüsselkompetenzen im Bereich Nachhaltigkeit		Die von Wiek, Withycombe, und Redman (2011) identifizierten Nachhaltigkeitskompetenzen als wichtige deduktive Analysekatoren in der qualitativen Inhaltsanalyse verwendet.	
1.1 SYSTEMS THINKING COMPETENCE	Deduktiv	Siehe Kapitel 2.2	101
1.2 ANTICIPATORY COMPETENCE	Deduktiv	Siehe Kapitel 2.2	69
1.3 NORMATIVE COMPETENCE	Deduktiv	Siehe Kapitel 2.2	83
1.4 STRATEGIC COMPETENCE	Deduktiv	Siehe Kapitel 2.2	65
1.5 INTERPERSONAL COMPETENCE	Deduktiv	Siehe Kapitel 2.2	121
2. Wissenschaftliche Bildung		Die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Kultusministerkonferenz, 2020) hat einen umfassenden Leitfaden zur Ansprache von Kompetenzen im Biologieunterricht veröffentlicht. Die Kultusminister fördern neben der Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte einen didaktischen Ansatz, der auf Kommunikation, Vernetzung von Wissensgebieten, Wissenschaftstheorie und Kontextualisierung abzielt.	
2.1 Wissen und Kompetenzbereiche in der Schulbildung Fachdidaktikkonzepte			
2.2.1 Vernetztes Denken	Deduktiv	Kultusministerkonferenz, 2020, S. 18.	47
2.2.2 Bewertungskompetenz	Deduktiv	Kultusministerkonferenz, 2020, S. 17.	90

2.2.3 Erkenntnisgewinnungs- kompetenz	Deduktiv	Kultusministerkonferenz, 2020, S. 14.	45
2.2.4 Kommunikationskompetenz	Deduktiv	Kultusministerkonferenz, 2020, S. 16.	80
2.2.5 Fachwissen	Deduktiv	Kultusministerkonferenz, 2020, S. 13.	255
2.2 Beispiele für relevantes inhaltliches Wissen für den naturwissenschaftlichen Unterricht an Gymnasien		Die Befragten nannten ein breites Spektrum an inhaltlichen Kenntnissen, die den Schülern helfen könnten, naturwissenschaftlich begründete Umweltprobleme zu verstehen	
2.2.1 Planetare Belastungsgrenzen	Induktiv		4
2.2.2 Tipping points im Klimasystem	Induktiv		1
2.2.3 Anthropozän	Induktiv		5
2.2.4 Ohm'sches Gesetz	Induktiv		2
2.2.5 Naturbasierter Ansatz	induktiv		1
2.2.6 Datenmodellierung	Induktiv		4
2.2.7 Sonstige	Induktiv		11
2.3 Beispiele für schlechte Lehrmethoden und falsche Herangehensweisen an das Thema Wissen	Induktiv	Neben positiven Beispielen für wissenschaftliche Konzepte und Wissensinhalte, die für ein tiefgreifendes Verständnis der wissenschaftlichen Dimension von Umweltherausforderungen hilfreich sein könnten, nannten die Befragten auch negative Beispiele. Der vorsichtige Prozess der Bewertung und Unterscheidung von positiven und negativen Beispielen, Lehrmethoden und ist sehr aufschlussreich.	41

3. WBGU Große Transformation		Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) hat 2011 ein Gutachten zu drängenden globalen Umweltherausforderungen veröffentlicht und einen Fahrplan zur Erreichung des Ziels einer postfossilen Gesellschaft erarbeitet. Das Gutachten befasst sich mit einem breiten Spektrum relevanter politischer, wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und technologischer Maßnahmen, die ergriffen werden müssen, um die Bedrohungen durch den anthropogenen Klimawandel abzuwenden. Die Publikation stellt die Weichen für einen neuen globalen Gesellschaftsvertrag und präsentiert ein breites Spektrum an theoretischen und praktischen Ansätzen für die Entscheidungsfindung auf Makroebene im öffentlichen, privaten und politischen Sektor.	
3.1 Die Rolle der Entscheidungsträger:innen bei der Großen Transformation		Der erste der unten aufgeführten Codesätze wurde aus den Erzählungen der Befragten über ihre tägliche Praxis abgeleitet. Bei der Erwähnung ihrer Beiträge zum gesellschaftlichen Wandel hin zu einer nachhaltigen Zukunft haben die Autoren eine breite Palette von Beispielen für erfolgreiche Entscheidungsfindung gesammelt (3.1.1). Auch die Erzählungen über die Netzwerke, Teams und Institutionen der Führungskräfte (3.1.2 + 3).	
3.1.1 Aktive Steuerung der Transformation/ Erfahrungen und Strategien	Induktiv		135
3.1.2 Netzwerkarbeit und Öffentlichkeitsarbeit	Analytisch		39
3.1.3 Zusammenarbeit innerhalb der Institution	Analytisch		104

3.1.4 Gestaltung der Erzählung	Analytisch	Führende Politiker, CEOs, Journalisten und Aktivisten können zu einer gesellschaftlichen Transformation in Richtung Nachhaltigkeit beitragen, indem sie Entscheidungen mit großer Wirkung treffen und breitere Gemeinschaften für ihre Visionen einer nachhaltigen Zukunft gewinnen. In Analogie zu Spinnen, die ihre Netze bauen, zeigen die Autoren als analytisches Ergebnis, dass neben der Vernetzung und Koordination heterogener Teams und Öffentlichkeiten das Weben einer überzeugenden Erzählung zu den Hauptaufgaben heutiger politischer, wirtschaftlicher und zivilgesellschaftlicher Führungskräfte gehört.	124
3.2 Herausforderungen für die Nachhaltigkeit nach Ansicht des WBGU			
3.2.1 Klimawandel und Klimaziele	Deduktiv	WBGU 2011, S. 33.	77
3.2.2 Verlust und Erhaltung der biologischen Vielfalt	Deduktiv	WBGU 2011, S. 37.	35
3.2.3 Wasserknappheit und Wasserverschmutzung	Deduktiv	WBGU 2011, S. 41.	22
3.2.4 Mineralische Ressourcen	Deduktiv	WBGU 2011, S. 42.	6
3.2.5 Nährstoffkreisläufe in der Landwirtschaft, Eutrophierung von Ökosystemen (N,P)	Deduktiv	WBGU 2011, S. 44.	13
3.2.6 Aufrechterhaltung der Ozonschicht	Deduktiv	WBGU 2011, S. 44.	4

3.2.7 Schadstoffe	Deduktiv	WBGU 2011, S. 45.	22
3.3 Von den Befragten genannte zusätzliche Herausforderungen für die Nachhaltigkeit des WBGU		Die folgenden Nachhaltigkeitsherausforderungen wurden von den Interviewpartner:innen genannt und werden hier zur Ergänzung des WBGU-Gutachtens aufgeführt.	
3.3.1 Energiesicherheit	Induktiv/Deduktiv	WBGU 2011, S. 109ff.	70
3.3.2 Mobilität	Induktiv	WBGU 2011, S. 249.	
3.3.3 Abfall und Mülldeponien	Induktiv		16
3.3.4 Digitale Revolution	Induktiv		17
3.3.5 Umweltauswirkungen der Landwirtschaft und Ernährungssicherheit	Induktiv	WBGU 2011, S. 300.	53
3.4 Soziale Megatrends und Herausforderungen			0
3.4.1 Globale Urbanisierung und Stadtplanung	Deduktiv	WBGU 2011, S. 55.	10
3.4.2 Globale Entwicklung und Bevölkerungswachstum	Deduktiv	WBGU 2011, S. 48.	11
3.4.3 Demokratisierung und Beteiligung	Deduktiv	WBGU 2011, S. 50.	32
3.4.4 Zunehmender Wettbewerb bei der Flächennutzung	Deduktiv	WBGU 2011, S. 58.	13

3.4.5 Soziale Gerechtigkeit	Deduktiv	WBGU 2011, S. 62.	41
3.5 Technische und wirtschaftliche Maßnahmen zur Steuerung der Großen Transformation			
3.5.1 Postfossile Gesellschaft, Dekarbonisierung	Deduktiv	WBGU 2011, S. 3; 152.	19
3.5.2 Neue wirtschaftliche Rahmenbedingungen	Deduktiv	WBGU 2011, S. 62; 135.	36
3.5.3 Allgemeiner Mehrverbrauch natürlicher Ressourcen -> nachhaltige Industrieproduktion	Deduktiv	WBGU 2011, S. 135.	35
3.5.4 Rechtliche Rahmenbedingungen, Überwindung politischer Hindernisse	Deduktiv	WBGU 2011, S. 188.	29
3.5.5 Einbeziehung ökologischer Perspektiven (Pioniere)	Deduktiv	WBGU 2011, S. 94.	41
3.5.6 Festlegung von Klimazielen (1,2 Grad)	Deduktiv	WBGU 2011, S. 35.	14
3.5.7 Förderung eines globalen Wertewandels im Sinne der Nachhaltigkeit	Deduktiv	WBGU 2011, S. 68.	23
3.5.8 Forschung und Bildung für	Deduktiv	WBGU 2011, S. 352.	39

nachhaltige Entwicklung			
3.5.9 Nachhaltiges Bankwesen, Investitionen und Finanzierungen	Deduktiv	WBGU 2011, S. 152.	9
3.5.10 Förderung nachhaltiger Innovationen in der Technologie	Deduktiv	WBGU 2011, S.	44
3.5.11 Internationale Abkommen zum Umwelt- und Klimaschutz	Deduktiv	WBGU 2011, S. 312.	24
3.5.12 Gegen die Interessen der fossilen Industrie	Deduktiv	WBGU 2011, S. 271.	57
3.6.13 Beeinflussung individueller Lebensstilentscheidungen	Deduktiv	WBGU 2011, S. 257.	20
3.6.14 Förderung des internationalen Emissionshandels	Deduktiv	WBGU 2011, S. 177.	0
4. 21st century Skills		van Norren & Beehner 2021	2
4.1 Kreativität	Deduktiv		6
4.2 Kritisches Denken	Deduktiv		68
4.3 Kommunikation	Deduktiv		62
4.4 Kollaboration	Deduktiv		49
4.5 Lese- und Schreibfähigkeiten	Deduktiv		20

4.6 Lebenskompetenzen	Deduktiv		28
4.7 Führungsqualitäten	Deduktiv		25
4.8 Flexibilität	Deduktiv		4
4.9 Resilienz	Deduktiv		9
5. Vertiefte Gesellschaftsreife	Induktiv	Eberle, 2014.	62
6. Aspekte der Zusammenarbeit und Grenzarbeit zwischen wissenschaftlichen Disziplinen und politischer Entscheidungsfindung		Die überwiegende Mehrheit der Führungskräfte in Gesellschaft, Politik und Privatwirtschaft hat einen akademischen Hintergrund, und ihre Entscheidungsfindung wird durch wissenschaftliche Grenzarbeit beeinflusst. Dieses in der Wissenschaftssoziologie bekannte Konzept bezieht sich auf Berufsideologien, disziplinäre Identitäten, die Abgrenzung der Wissenschaft von der Nicht-Wissenschaft und die Differenzierung zwischen wissenschaftlichen Disziplinen (Gieryn 1983).	3
6.1 Expertise und Gegenexpertise im öffentlichen Diskurs	Induktiv		24
6.2 Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse an eine breitere Öffentlichkeit	Induktiv		22
6.3 Entscheidungsträger vertrauen auf die Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern	Induktiv		63
6.4 Zusammenarbeit zwischen Journalismus und Wissenschaft	Induktiv		10



6.5 Zusammenarbeit zwischen Philosophie und Wissenschaft	Induktiv		2
6.6 Zusammenarbeit zwischen Nachhaltigkeitsfors- chung und Wissenschaft	Induktiv		8
6.7 Zusammenarbeit zwischen akademischen und nicht- akademischen Einrichtungen	Induktiv		13
6.8 Zusammenarbeit zwischen Sozialwissenschafte n und Naturwissenschafte n	Induktiv		21
6.9 Zusammenarbeit zwischen Politikwissenschaft und Naturwissenschafte n	Induktiv		19
6.10 Zusammenarbeit zwischen Kulturwissenschafte n und Naturwissenschafte n	Induktiv		2
6.11 Zusammenarbeit zwischen Jurisprudenz und Wissenschaft	Induktiv		19

6.12 Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft	Induktiv		29
6.13 Zusammenarbeit zwischen Technik und Wissenschaft	Induktiv		16