

Carmen Sippl | Ioana Capatu |
Rita Elisabeth Krebs (Hrsg.)

„Es wird einmal ...“
Wissen schaffen – Zukünfte erzählen

Carmen Sippl | Ioana Capatu |
Rita Elisabeth Krebs (Hrsg.)

„Es wird einmal ...“

Wissen schaffen – Zukünfte erzählen

Pädagogik für Niederösterreich
Band 17

StudienVerlag
Innsbruck
Wien

 **PH**
NÖ PÄDAGOGISCHE HOCHSCHULE
NIEDERÖSTERREICH

Die in diesen Band aufgenommenen Beiträge wurden zur Qualitätssicherung einem *double non-blind peer review* durch die Beiträger*innen und die Herausgeber*innen unterzogen.

Diese Publikation wird gefördert im Rahmen des Sparkling-Science-Projektes „Es wird einmal ...“:
Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ von



Bundesministerium
Frauen, Wissenschaft
und Forschung

<https://www.bmfwf.gv.at/>



<https://oead.at/de/studieren-forschen-lehren/citizen-science/zentrum-fuer-citizen-science/foerderungen/sparkling-science-20>

© 2025 by Studienverlag Ges.m.b.H., Erlersstraße 10, A-6020 Innsbruck
E-Mail: order@studienverlag.at
Internet: www.studienverlag.at

Buchgestaltung nach Entwürfen von himmel. Studio für Design und Kommunikation, Innsbruck / Scheffau –
www.himmel.co.at
Satz: Monolith Medienwerk, Saalfelden
Umschlag: Kurt Tutschek
Lektorat: Carmen Sippl, Ioana Capatu & Rita Elisabeth Krebs
Redaktion: Carmen Sippl

Gedruckt auf umweltfreundlichem, chlor- und säurefrei gebleichtem Papier.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-7065-6407-6
DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2025.a1.170>

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.
Der Verlag behält sich das Text- und Data-Mining nach § 42h UrhG vor, was hiermit Dritten ohne Zustimmung des Verlages untersagt ist.

Inhalt

<i>Carmen Sippl, Ioana Capatu & Rita Elisabeth Krebs</i> Einleitung: Wissenschaftsbildung ist Zukunftsbildung	9
--	---

<i>Erwin Rauscher & Carmen Sippl</i> Wissenschaft in die Sprache der Schule bringen Offene Fragen zur Wissenschaftsbildung als Zukunftsbildung	13
--	----

<i>Norbert Pachler</i> About the insufficiency of a focus on curricular 'core knowledge' in an age of AI	18
---	----

I. „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän

<i>Frank Melcher & Carmen Sippl</i> Das „System Erde“, mineralische Rohstoffe und das Anthropozän	33
--	----

<i>Sophia Guggenberger & Ronja Grossar</i> Wissenschaft verstehen – Zukünfte gestalten Circular Narratives als Werkzeug für Zukunftsforschung	43
---	----

<i>Carmen Sippl & Ioana Capatu</i> „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten als Zukunftserzählungen im Anthropozän Zum Potenzial der Zukunftswerkstatt für Wissenschafts- als Zukunftsbildung in der Primarstufe	55
---	----

<i>Robert Kamper</i> „Es wird einmal ...“: ein Sparkling-Science-Projekt niederösterreichischer Volksschulen als Impuls zur Wissenschaftskommunikation Der Beitrag von Citizen-Science-Projekten zur Forschungsakzeptanz am Beispiel der Wertschätzung von Rohstoffen	73
---	----

II. Wissen schaffen – Zukünfte erzählen

<i>Carmen Sippl, Ioana Capatu, Babette Lughammer & Gregor Jöstl</i> Der Wald der Zukunft Interdisziplinäre Wissenschaftsbildung in der Primarstufe: eine Pilotstudie	93
--	----

<i>Kathrin Twiesselmann-Steigerwald</i> Zukunftsbildung in 4FutureLabs Skalierung eines hochschulischen Formats	110
---	-----

Thomas Troy, Chris Gary, Cyril Dworsky & Karoline Iber
 Von *Science and Society* zu *Futures Literacy*?
 EU-Förderprogramme als Impulse für Wissenschaftskommunikation 121

Sebastian Kainz, Christian Spreitzer & Lea Tanner
 Zukünfte erzählen im künstlerischen Dialog zwischen Mensch
 und künstlicher Intelligenz 132

Christian Haider
 Bildung durch die virtuelle Brille sehen
 Potenziale von Virtual Reality in schulischen Kontexten 149

Ioana Capatu
 Welche Zukünfte verbergen sich hinter dem Vorhang?
 Wissenschaft spielerisch erleben und Zukünfte visionieren
 durch performative Impulse 157

Johannes Steiner
 Artistic Research als Vermittlerin zwischen Kunst und Wissenschaft
 Zur ästhetischen Klangforschung im Schulunterricht 165

III. Lesewelten für junge Forscher*innen

Jana Mikota
 Von Sommerhäusern, Häusern an Grachten und Farmen 177
 Wie Häuser Geschichte erzählen

Carmen Sippl
 Forschen wie im Bilderbuch
 Zum ästhetischen Potenzial von Bild-Text-Narrationen für Wissenschafts-
 als Zukunftsbildung im Anthropozän 189

Corinna Lüdike
 Fachwörter im ökologischen Kinderbuch
 Zielgruppenspezifische Anpassungsmethoden 215

Reinhold Leinfelder & Alexandra Hamann
 Imagining the Anthropocene with Images
 The Potential of Slow-Media for Co-Designing Futures 228

IV. Wissenschaftsbildungspraxis für die Zukunft

Reinhold Leinfelder, Erwin Rauscher & Carmen Sippl

Die Vielfalt der Weltverantwortung

Lernen und Lehren für nachhaltige Zukünfte im Anthropozän

259

Stefan Bergheim

Über die Kompetenz der Zukunftsbildung

Vorschläge für sechs Teilkompetenzen und vier Niveaus

275

Karin Tengler

Zukünfte zeichnen und programmieren

Mit Ozobots Zukunftsperspektiven kommunizieren – ein Workshopkonzept

287

Rita Elisabeth Krebs

Sich eine bessere Zukunft vorstellen

Backcasting zum Erkunden planetarer Grenzen nutzen

297

Shaghayegh Bandpey

Müllfreiheit im Anthropozän

Von der Theorie zur ästhetischen und pädagogischen Praxis

308

Nicolas Trenk & Robert Kamper

Die Prinzessin auf der Erbse

Wie die Forschung Zukunftsfragen von Volksschulkindern beantworten kann

317

Maria Legenstein

Achtsames Zuhören für eine nachhaltige Zukunft

Experimentelle Ansätze zum Erlernen auditiver Aufmerksamkeit

325

Anhang

Die Autor*innen

337

Abstracts

342

Einleitung: Wissenschaftsbildung ist Zukünftebildung

1. Wissen schaffen – Zukünfte erzählen

„Es wird einmal ...“: *Wissen schaffen – Zukünfte erzählen* – der Titel dieses Sammelbandes bringt zwei Zugänge zusammen, die auf den ersten Blick gegensätzlich erscheinen. Zahlen, Daten, Fakten sind die empirisch erhobenen Ergebnisse von Beobachtungen, Experimenten, Messungen, deren Auswertung die Grundlage wissenschaftlich fundierten Wissens bildet. Zukünfte dagegen brauchen Vorstellungskraft, um imaginiert und erzählt werden zu können. Die narrative Formel „Es wird einmal ...“ markiert ein Zukunftsmärchen, in dem mögliche Zukünfte erzählt werden, um zu erkunden, wie wahrscheinlich oder wünschenswert, wie dystopisch oder utopisch sie sind (vgl. Sippl & Tengler 2024). Lesen und Schreiben, Exzerpieren und Visualisieren, Analysieren und Interpretieren sind nicht nur kulturelle Techniken, sondern auch grundlegende wissenschaftliche Arbeitsweisen. Die Beiträge in diesem Band stellen theoretisch fundierte Beispiele für die pädagogische Praxis vor, wie Wissenschaftsbildung und Zukünftebildung zusammenwirken können.

Im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: *Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän*¹ wurde ein narrativer Ansatz gewählt, um mit Schüler*innen, Pädagog*innen und ihren Bezugspersonen als Citizen Scientists einen regionalen Rohstoff und seine Zukunft in der Kreislaufwirtschaft zu erforschen. An sechs niederösterreichischen Volksschulen wurde in einem dreiteiligen Werkstattzyklus aus Märchenwerkstatt, Kreislaufwerkstatt, Zukunftswerkstatt (vgl. Sippl 2023) und auf Exkursionen über einen jeweils lokal relevanten Rohstoff und seine Zukunft als Wertstoff geforscht. Märchen in ihren materialen Kontexten stellten den Ausgangspunkt der Citizen-Science-Forschung dar: Im Märchen ist der Boden ein Schatz, der nicht nur (als Ressource) zu heben, sondern nachhaltig (als Wertstoff) zu pflegen ist. Analog gedacht vermehren auch Kunststoffprodukte nicht den Plastikmüll, sondern werden als Wertstoffe im Kreislauf wiederverwendet. Die Begleitforschung der Forschungspartner*innen hat sich für diese Fragen interessiert: Welche neuen Erzählungen ein Denken in Kreisläufen, das die Biosphäre als Modell für die Technosphäre sieht? Welche Bilder helfen dabei, aus dieser neuen Sichtweise der Kreislaufgesellschaft, die Lebens(kreis)läufe von regionalen Rohstoffen als nachhaltige Wertstoffgeschichten zu erzählen? Wie kann das Potenzial von Storytelling für Zukünftebildung genutzt werden? Wie bewähren sich die entstehenden Zukunftserzählungen als neue Formen der Wissenschaftskommunikation? Die Beiträge von Ronja Grossar und Sophia Guggenberger, Carmen Sippl und Ioana Capatu sowie Robert Kamper in diesem Band stellen die Ergebnisse der Begleitforschung vor.

1 Das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: *Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän* wurde 2022–2024 gefördert von OeAD und BMBWF. Projektwebseite: <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/futures-literacy/sparkling-science-projekt>.

Das *Interdisziplinäre Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich (INSE)*² hat in einer Pilotstudie untersucht, wie die Arbeitsweise natur-, geistes- und sozialwissenschaftlicher Wissenschaftsdisziplinen erklärt und erlebbar gemacht werden kann und welche Rolle innovative didaktische Ansätze dabei spielen (vgl. der Beitrag von Carmen Sippl, Ioana Capatu, Babette Lughammer & Gregor Jöstl in diesem Band). Ziel ist es, das Interesse an Wissenschaft durch innovative Formen der Wissenschaftskommunikation zu steigern und das Vertrauen in die wissenschaftliche Forschung zur Bewältigung bestehender und zukünftiger gesellschaftlicher und ökologischer Herausforderungen zu stärken.

2. Zu diesem Band

Die beiden Projektgruppen trafen sich im September 2024, um die Projektergebnisse vorzustellen und mit interdisziplinär interessierten Kolleg*innen innovative Konzepte für Wissenschaftsbildung als Zukunftsbildung zu diskutieren³. Die leitenden Fragen des Symposiums *„Es wird einmal ...“: Wissen schaffen – Zukünfte* erzählen waren: Wie lässt sich das Verständnis für Wissenschaft steigern? Welche innovativen Formen der Wissenschaftskommunikation zeigen Effekte? Wie kann forschendes Lernen in der Pädagog*innenbildung das Wissenschaftsverständnis durch interdisziplinäre Zugänge fördern? Wie verändert sich Wissenschaftsunterricht durch Künstliche Intelligenz? Welche Rolle spielen Erzählungen und Bilder, Grafiken und Visualisierungen bei der Vermittlung komplexer Zusammenhänge? Was kann das Anthropozän als transdisziplinärer Denkraum leisten? In welchen Formen widmet sich die Kinder- und Jugendliteratur der Wissenschaftsvermittlung und Zukunftsbildung? Wie wirken Kunst und Wissenstransfer zusammen? Welche Unterrichtsmethoden machen die Wertschöpfungskette von Wissen sichtbar?

Die Beiträge in diesem Sammelband stellen in ausgearbeiteter Form die diskutierten Konzepte und Studien in vier Abteilungen vor:

Im ersten Teil, *„Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän*, werden die Forschungsergebnisse des gleichnamigen Sparkling-Science-Projektes vorgestellt. Geologe **Frank Melcher** erläutert im Interview, wie Abbau, Verwendung und Entsorgung von mineralischen Rohstoffen das „System Erde“ nachhaltig verändert haben und warum die Förderung eines Bewusstseins für die Bedeutung mineralischer Rohstoffe für die menschliche Daseinsvorsorge ein wichtiges Ziel von Wissenschaftsbildung als Zukunftsbildung ist. **Ronja Grossar** und **Sophia Guggenberger** zeigen in ihrem Beitrag *„Wissenschaft verstehen – Zukünfte gestalten“* am Beispiel des Projekts *„Es wird einmal ...“*, wie Circular Narratives als Werkzeug für Zukunftsforschung dienen können. **Carmen Sippl** und **Ioana Capatu** stellen in *„Es wird einmal ...: Wertstoffgeschichten als Zukunftserzählungen im Anthropozän“* das Potenzial der Zukunftswerkstatt für Wissenschafts- als

2 Das *Interdisziplinäre Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich (INSE)* wird 2023–2025 gefördert von der Gesellschaft für Forschungsförderung NÖ (GFF NÖ). Projektwebseiten: <https://science-education.at/> und (mit dem Fokus Primarstufe) <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/forschung-und-entwicklung/inse-netzwerk-fuer-wissenschaftsbildung>.

3 Vgl. die Dokumentation inkl. Pressebericht zum Symposium *„Es wird einmal ...“: Wissen schaffen – Zukünfte erzählen* am 26./27. September 2024 an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich, Campus Baden, auf <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/futures-literacy/sparkling-science-projekt>.

Zukünftebildung in der Primarstufe in den Mittelpunkt. **Robert Kamper** hebt in „Es wird einmal ...: ein Sparkling-Science-Projekt niederösterreichischer Volksschulen als Impuls zur Wissenschaftskommunikation“ hervor, wie Citizen-Science-Projekte in der Primarstufe Wissenschaftskommunikation stärken und das Bewusstsein für regionale Rohstoffe erweitern können.

Im zweiten Teil, *Wissen schaffen – Zukünfte erzählen*, werden forschungsgeleitete Konzepte für Wissenschafts- und Zukünftebildung an Schulen und Hochschulen vorgestellt. **Carmen Sippl, Ioana Capatu, Babette Lughammer** und **Gregor Jöstl** beschreiben in „Der Wald der Zukunft. Interdisziplinäre Wissenschaftsbildung in der Primarstufe: eine Pilotstudie“, wie sich das Wissenschaftsverständnis bereits ab der Primarstufe fördern lässt. **Kathrin Twiesselmann-Steigerwald** stellt in „Zukünftebildung in 4FutureLabs. Skalierung eines hochschulischen Formats“ ein innovatives Bildungsformat zur Förderung von *Futures Literacy* und transformativer Bildung an Hochschulen vor. **Thomas Troy, Chris Gary, Cyril Dworsky** und **Karoline Iber** untersuchen in ihrem Beitrag „Von *Science and Society* zu *Futures Literacy*? EU-Förderprogramme als Impulse für Wissenschaftskommunikation“ am Beispiel des Kinderbüros der Universität Wien die Wechselwirkungen von Förderprogrammen auf die Entwicklung von Projekten im Bereich der Wissenschaftskommunikation. **Sebastian Kainz, Christian Spreitzer** und **Lea Tanner** stellen in „Zukünfte erzählen im künstlerischen Dialog zwischen Mensch und künstlicher Intelligenz“ ein experimentelles Format der Wissenschaftskommunikation vor, in dem Schüler*innen mithilfe von KI Zukunftsvisionen kreativ gestalten. **Christian Haider** untersucht in „Bildung durch die virtuelle Brille sehen. Potenziale von Virtual Reality in schulischen Kontexten“ das Potenzial von Virtual Reality als Bildungswerkzeug und analysiert die Herausforderungen und Limitationen der Anwendung im Bildungskontext. **Ioana Capatu** zeigt in „Welche Zukünfte verbergen sich hinter dem Vorhang? Wissenschaft spielerisch erleben und Zukünfte visionieren durch performative Impulse“, welches Potenzial dramapädagogische Methoden für Wissenschaftskommunikation und Zukünftebildung im Unterricht bieten. **Johannes Steiner** beschreibt in „Artistic Research als Vermittlerin zwischen Kunst und Wissenschaft“, welches Potenzial ästhetische Klangforschung im Schulunterricht für eine forschende und reflexive Auseinandersetzung mit Musik bietet.

Im dritten Teil, *Lesewelten für junge Forscher*innen*, wird aus literatur-, sprach- und mediendidaktischer Perspektive auf Wissenschafts- als Zukünftebildung geblickt. **Jana Mikota** untersucht in „Von Sommerhäusern, Häusern an Grachten und Farmen. Wie Häuser Geschichte erzählen“, ob und wie erzählende Bilderbücher auch Geschichte vermitteln können und sollen. **Carmen Sippl** thematisiert in „Forschen wie im Bilderbuch. Zum ästhetischen Potenzial von Bild-Text-Narrationen für Wissenschafts- als Zukünftebildung im Anthropozän“ die Rolle von Bilderbüchern und Comics bei der Vermittlung komplexer wissenschaftlicher Inhalte. **Corinna Lüdicke** analysiert in „Fachwörter im ökologischen Kinderbuch. Zielgruppenspezifische Anpassungsmethoden“ aus linguistischer Sicht die wachsende Rolle der Kinder- und Jugendliteratur in der Bildung für nachhaltige Entwicklung. **Reinhold Leinfelder** und **Alexandra Hamann** erkunden in „Imagining the Anthropocene with Images. The Potential of Slow-Media for Co-Designing Futures“ das Potenzial bildbasierter Medienformate, um komplexe Zeitdimensionen des Anthropozäns erfahrbar zu machen.

Im vierten und letzten Teil, *Wissenschaftsbildungspraxis für die Zukunft*, stehen Konzepte aus der Praxis für die Praxis im Fokus. **Reinhold Leinfelder, Erwin Rauscher** und

Carmen Sippl stellen in ihrem Beitrag „Die Vielfalt der Weltverantwortung. Lernen und Lehren für nachhaltige Zukünfte im Anthropozän“ ein Vier-Welten-Modell für schulisches Lernen im Anthropozän vor. **Stefan Bergheim** schlägt in „Über die Kompetenz der Zukunftsbildung“ sechs Teilkompetenzen und vier Niveaus von Zukunftsbildung vor und geht dabei auf benachbarte Konzepte wie „Future Skills“ ein sowie darauf, wie Zukunftsbildung erfasst werden kann. **Karin Tengler** stellt in „Zukünfte zeichnen und programmieren. Mit Ozobots Zukunftsperspektiven kommunizieren – ein Workshopkonzept“ das didaktische Konzept eines Workshops vor, in dem Schüler*innen mithilfe programmierbarer Roboter und der Methode *Tell, Draw & Code* eine Stadt der Zukunft gestalten. **Rita Elisabeth Krebs** behandelt in „Sich eine bessere Zukunft vorstellen. Backcasting zum Erkunden planetarer Grenzen nutzen“ die planetaren Belastungsgrenzen als zentrales Konzept zum Schutz der ökologischen Stabilität und menschlichen Zivilisation. **Shaghayegh Bandpey** untersucht in „Müllfreiheit im Anthropozän. Von der Theorie zur ästhetischen und pädagogischen Praxis“ Jeremy Rifkins Werk *Null-Grenzkosten-Gesellschaft* (2024), das eine nahezu müllfreie Zukunft durch den Aufstieg „kollaborativer Commons“ und technologischer Fortschritte verspricht. **Nicolas Trenk** und **Robert Kamper** stellen in „Die Prinzessin auf der Erbse. Wie die Forschung Zukunftsfragen von Volksschulkindern beantworten kann“ die genetische Forschung zur Erbsenresistenz vor. **Maria Legenstein** präsentiert in „Achtsames Zuhören für eine nachhaltige Zukunft. Experimentelle Ansätze zum Erlernen auditiver Aufmerksamkeit“ einen transdisziplinären Bildungsansatz, der Klangwahrnehmung als Weg zu nachhaltigem Umweltbewusstsein nutzt.

Vorangestellt sind den Beiträgen zwei einführende Grundlegungen: **Erwin Rauscher** will dazu beitragen, Wissenschaft in die Sprache der Schule zu bringen und Wissenschaftsbildung als Zukunftsbildung in der Pädagog*innenbildung zu verankern. **Norbert Pachler** beleuchtet in „About the insufficiency of a focus on curricular ‘core knowledge’ in an age of AI“ die Notwendigkeit, Bildungsinhalte im Zeitalter der Künstlichen Intelligenz neu zu denken. Der Beitrag beschäftigt sich damit, Wissen nicht nur zu vermitteln, sondern Lernen als Gestaltung von Zukünften zu verstehen – passend zum Titel dieses Sammelbandes „*Es wird einmal ...*“: *Wissen schaffen – Zukünfte erzählen*.

Literatur

- Sippl, Carmen (Hrsg.) (2023). „*Es wird einmal ...*“ Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän. Leitfaden für die Citizen-Science-Forschung an den Volksschulen. Pädagogische Hochschule Niederösterreich. DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a1.120>
- Sippl, Carmen & Tengler, Karin (2024). Hat das Märchen eine Zukunft? *Futures Literacy* in intermedialer Vermittlung: eine Lesson Study. In Björn Maurer, Marco Rieckmann & Jan-René Schluchter (Hrsg.), *Medien – Bildung – Nachhaltige Entwicklung. Inter- und transdisziplinäre Diskurse* (S. 128–143). Beltz Juventa.

Wissenschaft in die Sprache der Schule bringen

Offene Fragen zur Wissenschaftsbildung als Zukunftsbildung

Carmen Sippl: „Sparkling Science“ ist der sprechende Titel eines Programms der Agentur für Bildung und Internationalisierung OeAD zur Förderung von Citizen-Science-Projekten¹, „Erasmus+“ ein zentrales Bildungsprogramm der Europäischen Union². Was macht diese Forschungsförderungsprogramme für die Pädagogische Hochschule interessant?

Erwin Rauscher: Sparkling Science – das erfordert doch, sprudelnde, sprühende, funkelnde, glänzende Wissenschaft in die Sprache der Menschen zu bringen. Gerade das freilich ist Unterrichten: Damit Schule zum Makroskop und Mikroskop von Wirklichkeit wird: ein Ort der empirischen Kenntnisse, der transempirischen Bildung, der Vermittlung globalisierter Verantwortung, der Möglichkeit zur individuellen Freiheitsverwirklichung, des Einübens von Freiheitsfähigkeit, der Pflicht zum Schutz der Umwelt, zur Würde der Mitwelt, zur Verantwortungsübernahme der Unswelt, zur Gesellschaftsgestaltung der Wirkwelt³. Gerade die Pädagogischen Hochschulen mit dieser ihrer Transformationsaufgabe, wissenschaftliche Grundlagen und (Er)Kenntnisse in die jeweils altersgemäße Sprache des Unterrichts zu bringen, sind ebenso prädestiniert wie herausgefordert. *Den Unbegreiflichen begreiflich zu machen, ist Praktische Theologie, das Unbegreifliche begreiflich machen, ist Schulpädagogik. Cogito, ergo sum*, das war Descartes. *Dubito, ergo sum*, das steht am Anfang des Forschens. *Dubito, ergo cogito, ergo sum* – dieses Wort von Antoine Léonard Thomas, 1765 entstanden zur Würdigung des cartesianischen Denkens – steht am Beginn schulischen Forschens und Erkennen-Wollens im Rahmen des Unterrichts. Denn was, wenn nicht das Unterrichten, hat die Aufgabe, aus Erkenntnis Bekenntnis zu machen, aus Bekenntnis Bekundung zu geben, aus Bekundung Verwirklichung einzuüben, aus Verwirklichung Folgenabschätzung vorzunehmen und aus Folgenabschätzung wiederum Erkenntnis zu gewinnen? Das ist ein Kreislauf des Lernens – *sparkling science in education*. Die Transformation im Unterricht besteht doch in destillierter Form darin: Wissen wissen, um Wissen zu schaffen, und Wissen schaffen, um Wissen zu transformieren. Wissen wissen hat als Ursache und Grund die Weisheit der Welt von Platon über Wikipedia bis hin zur Künstlichen Intelligenz. Wissen schaffen ist unterrichtliches Forschen, denn Forschendes Lernen ist das Atmen von Bildung: Wer hinterfragt, der forscht; wer forscht, der entdeckt; wer entdeckt, der deckt auch auf statt zu; wer aufdeckt, erklärt die Welt.

1 <https://oead.at/de/studieren-forschen-lehren/citizen-science/sparkling-science>

2 <https://erasmusplus.oead.at/de/hochschulbildung>

3 Vgl. ausführlich dazu Rauscher 2020.

Carmen Sippl: *Forschendes Lernen ist ein Konzept, das längst nicht mehr nur für die naturwissenschaftlichen Fächer und Studiengänge relevant ist. Interdisziplinär genutzt, regt es zu vernetztem Denken an. Welche Rolle spielen Forschung und Wissenschaft für das Gelingen von Bildung?*

Erwin Rauscher: Diese „Rolle“ versuche ich im Kontext von Staunen und Denken ein wenig historisch-chronologisch zu erklären: Noch vor aller vorsokratischen Zeit versuchte man die Naturphänomene mit dem eingreifenden Tun von Göttern zu erklären und in der Folge diesen Göttern Opfer zu bringen, um sie gnädig zu stimmen. (Manche Menschen in manchen Situationen versuchen das bis heute zu tun.) Später wurde es zur großen Erkenntnis der griechischen Antike, die Zusammenhänge von Ursache und Wirkung als Grund und Folge erst zu deuten und später zu begründen. Vor dem Sein mag man einst und bis heute ergriffen sein, aber schon die alten Griechen haben verstanden, was es bedeutet hat, etwas zu begreifen. Das altgriechische αἴσθησις („Aisthesis“) bezeugt Wissen durch Wahrnehmung: Und was Platon mehrfach, aber besonders eindrücklich und schulrelevant in seinem *Theaitetos* beschreibt, ist heute fast zu einer Platitüde im Unterricht geworden – die Wahrnehmung vom geknickten Stab. Denn schon im Physikunterricht der zweiten Mittelschulklasse lernen die Schüler*innen an diesem Versuch beispielhaft, Fakten und Fakes zu unterscheiden und zu erkennen, dass und warum die Sinneswahrnehmung täuschen kann: Taucht man einen Bleistift schräg ins Wasser ein, so erscheint er geknickt. Wird nur das Auge getäuscht? Der Zweifel an der Sinneswahrnehmung führt über sie hinaus zu einer begrifflich-rationalen Erkenntnis. War für Platon wahres Wissen nur diesseits sinnlicher Täuschung möglich, so stellt René Descartes die Sinneswahrnehmung generell infrage, und erst aus dem Zweifeln entsteht das Denken. Kein Geringerer als Immanuel Kant hat dies weitergespielt und meint in seiner berühmten *Kritik der reinen Vernunft*, dass die Sinne allein nicht zu denken vermögen und der Verstand allein nichts anzuschauen imstande ist, dass also nur aus der Vereinigung von sinnlich anschauendem Erfassen und zusammenhängend denkendem Begreifen Erkenntnis entspringen und/oder geschaffen werden kann. Was Kant zugegeben reichlich abstrakt formuliert, hat man später als die kopernikanische Wende im Lernen benannt: Nicht nur unser Denken richtet sich nach den Dingen, und nicht nur die von uns erkannten Dinge richten sich nach unseren Bedingungen des Denkens. Raum und Zeit etwa können nur durch rationale Kausalitäten unserer Anschauungsmöglichkeiten erfahren werden. Wenn Kinder erstmals über Brüche lernen, so geschieht dies häufig beim Kochen, etwa durch die aufzuteilenden Kuchenstücke. Sie sehen Farben und Formen, aber um die Kuchenstücke zu erfassen und aufzuteilen, braucht es Strukturen. Um als Geschwindigkeitsvergleich zu erfassen, welches Kind mit seinem Fahrrad unterschiedliche Entfernungen in verschiedenen Zeitintervallen zurücklegt, lässt sich zwar der Begriff „Geschwindigkeit“ vorab erklären, aber unsere Schüler*innen wollen und sollen doch durch eigenes Entdecken herausfinden, wie Strecke und Zeitdauer zueinander in Beziehung stehen und/oder gesetzt werden können. Denkstruktur und Sinnesdaten also brauchen ihr verflechten-des Diffundieren, auch wenn man heute im Unterricht *Geogebra* nutzen kann und keinen Kuchen mehr dafür backen muss. Was Kant transzendente Erkenntnistheorie genannt hat, ist im Klassenzimmer das Zusammenspiel von Erfahrung und Naturgesetzlichkeit.

Ein Nachsatz dazu sei mir erlaubt: Jenen, die meinen, allein durch ein Mehr an Schulpraxis würde die Pädagog*innenbildung heute an nachhaltiger Qualität gewinnen, wäre anzuraten, ein wenig bei Platon, Descartes und Kant nachzulesen.

*Carmen Sippl: Ein Vorwurf an den Unterricht der Gegenwart lautet, Schüler*innen und Studierende nur mit Wissen der Vergangenheit zu konfrontieren, statt sie „fit für die Zukunft“ zu machen. Wie viel Vergangenheit braucht die Zukunft der Bildung in der Gegenwart?*

Erwin Rauscher: Zukunft erlernt nur, wer Gegenwart als Folge von Vergangenheit und Wertschöpfung aus Vergangenheit lernt. Geschichte lernen ist Wurzel der Zukunft. Gewordensein ist Grund und Ursache, Werden ist Folge und Wirkung. Wer heute für morgen hält, ist von gestern. Wer von gestern lernt, um heute für morgen zu tun, der gestaltet Zukunft. Diese Zukunft hat schon begonnen, obwohl die Vergangenheit noch nicht vorbei ist. Denn Gegenwart beauftragt Zukunft aus Vergangenheit. Wer Vergangenheit verlängert, verkürzt Zukunft. Und Lernen ist ein Bindestrich zwischen Vergangenheit und Zukunft: Wer heute Nachhaltigkeit nur zur Schulkritik nutzt und ein Umdenken in der Schule fordert, dem halte ich entgegen: Wir brauchen nicht Umdenken, wir brauchen Denken in der Schule. Denn wo Wissen kein Wofür braucht, wird es zu Bildung. Wo Wissen sein Woher kennt, ist es geprägt von Kultur. Also wird Wissen erst durch Kultur zu Bildung: Bildung als Sieg der Kultur über die Maschine.

Weil freilich noch nie in der Geschichte der Menschheit über etwas so viel geschrieben (und abgeschrieben) worden ist wie über die vielbenannte Künstliche Intelligenz, moralisiere auch ich dazu in wenigstens einem Satz: Die Künstliche Intelligenz soll der natürlichen nützen; die natürliche soll die Künstliche nutzen. Noch ist der Mensch der gewöhnlichste Computer von allen und der ungewöhnlichste zugleich.

Wieder sachlich, benenne ich als indirekte Antwort auf die gestellte Frage ein Beispiel aus den Bildenden Künsten: die Engel auf den Zeichnungen Paul Klees. Der Sturm der Geschichte weht seine Engel – oder den Menschen, der erkennen und sich erkennen will – unaufhaltsam in die Zukunft. Wir benennen diesen Sturm zumeist mit „Fortschritt“ oder „Entwicklung“. Ein Engel schaut bei Paul Klee freilich nicht in die Zukunft, sondern in die Vergangenheit, doch er wird in die Zukunft getrieben. Wer genau hinschaut, der bemerkt nämlich, dass der Engel schielt, weil sein Blick in zwei verschiedene Richtungen geht: Er verharrt und bewegt, er schwebt über jener Schwelle, welche unsere Gegenwart darstellt.

Carmen Sippl: „Es wird einmal ...“ Sowohl im gleichnamigen Sparkling-Science-Projekt⁴ als auch im Erasmus+-Projekt CultureNature Literacy (CNL)⁵ kommen narrative Konzepte zum Einsatz, um das Anthropozän als transdisziplinären Denkraum für transformative Bildungsprozesse in die Schule und Hochschule zu bringen. Was bedeutet das Erzählen für Wissenschaftsbildung als Zukunfts- und Bildungsbildung?

Erwin Rauscher: CultureNature Literacy – wer mit Natur Wissen schafft, formt, betreibt und verantwortet Kultur.

Und Erzählen? Erzählen ist Lesen und Schreiben im Duett, ist *mindlike speaking*. Manche zeigen auf, auch und obwohl sie nichts zu sagen haben – das ist kein Erzählen. Denn Erzählen löst verankerte Gedanken, verbindet die Phantasie von Menschen durch das Gleiche im Verschiedenen und das Verschiedene im Gleichen. Erzählen schafft Bedeutung

4 <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/futures-literacy/sparkling-science-projekt>

5 <https://cnl.ph-noe.ac.at/>

durch Bewertung. Erzählen schafft Anteilnehmen durch Empathie. Erzählen aktiviert Emotionen durch Vergleichen (mit sich und anderen). Erzählen verpackt Fakten in Geschichten. Erzählen wirft Fragen auf, ohne sie mit Antworten zu töten. Erzählen ist Berichten mit eingefügtem Wir und Ich. Wer nur plaudert, der unterhält, ohne zu erzählen. Wer erzählt, der behält, in dem er (von sich) gibt.

Und Zukünftebildung? Das geflügelte Wort, der Unterricht müsse unsere Schüler*innen in der Schule von heute auf die Welt von morgen vorbereiten, ist ungenau: Denn die Zukunft kommt nicht von selbst, sie wird von Menschen erzeugt. Wir brauchen nicht Schüler*innen, die zukunftsfit sind, sondern solche, die befähigt und willens sind, die Zukunft mitverantwortlich mitzugestalten, jene also, die Zukünfte bilden.

Carmen Sippl: Erzählen Sie uns zur Einstimmung in diesen Sammelband mit dem Titel „Es wird einmal ...“: Wissen schaffen – Zukünfte erzählen von einem gelungenen Projekt der Wissenschaftsbildung aus Ihrer Lehrerzeit?

Erwin Rauscher: Natürlich bin ich versucht, subjektiv empfundene Erfolgsgeschichten von dem zu erzählen, was ich „dialogisches Unterrichten“ und „Unterricht als Dialog“ benannt, viele Jahre als Lehrer im Team praktiziert und schließlich ausführlich publiziert habe – etwa die 1:1-Betreuung alter Menschen in einem schulnahen Pflegeheim durch Schüler*innen im Rahmen eines Projektthemas „Psychologie des Alterns und Physiologie des Alters“. Dieser Unterricht hat nahezu immer an „Primärerfahrungsorten“ (wie ich sie benannt habe) stattgefunden, also an Orten, wo mit den dort befindlichen (wohnenden und/oder arbeitenden Menschen ein unmittelbares und ungefiltertes, deshalb „primäres“ (Erfahrungs)Lernen über das Fluidum des Ortes und seiner Menschen ermöglicht worden ist. Eine meiner Vorgaben im benannten Beispiel war die Bitte an meine Schüler*innen, mit jenen Menschen nie „von oben nach unten“ zu sprechen – sie sollten sich immer so platzieren, dass die Senior*innen beim Plaudern (oder Spielen oder auch einmal Essen) mit ihnen nicht nach oben, vielmehr waagrecht oder nach unten schauen konnten. Wenige Wochen nach dem letzten Treffen vor Ende eines Schuljahres erzählte uns der Seelsorger jenes Heims, eine erblindete Frau hätte immer nach dem Besuch „ihres“ (sie besuchenden und betreuenden) Schülers den Teppich abgegriffen, auf dem dieser gesessen war, „weil ich ihn noch riechen und spüren wollte“. Dieser Schüler ist übrigens später Arzt geworden, und heute schreibt er auf seiner Website über sich selbst: *Fußballer hätte ich werden wollen, Techniker wurde gewünscht, geworden bin ich Arzt, Neurologe, um genau zu sein – und das ist wunderbar*. Näheres zu jenem „dialogischen Unterrichten“ ist a. a. O. nachzulesen (Rauscher 1991), es würde hier nur anderswohin führen und langweilen zugleich. Dafür will ich ein anderes Beispiel nennen, das mehr als 500 Jahre alt ist und mir heute dennoch besonders zeitgeistig und eben in Zukünfte weisend erscheint: Von Martin Luther wird erzählt, dass er einen Rektor hatte mit Namen *Trebonius*, der immer, wenn er einen seiner Schüler traf, sein Barett vom Kopf gezogen und ehrfürchtig begrüßt hat. Auf die Frage, warum er dies tue, gab er zur Antwort: *Ich verneige mich nicht vor der Gegenwart, sondern vor der Zukunft meines Schülers*.

Literatur

- Rauscher, Erwin (1991). *Religion im Dialog. Fächerverbindung, Projektstruktur, Religionsunterricht*. Peter Lang.
- Rauscher, Erwin (2011). *Schule sind WIR. Bessermachen statt schlechtreden*. Residenz.
- Rauscher, Erwin (2019). Forschen ist das Atmen von Bildung. *R&E-Source*, S 14 (<https://journal.ph-noe.ac.at/index.php/resource/article/view/681/689>, abgerufen am 1.7.2025)
- Rauscher, Erwin (2020). Unswelt als Wirwelt. Anthropozän – Herausforderung für Schulleitungshandeln. In Carmen Sippl, Erwin Rauscher & Martin Scheuch (Hrsg), *Das Anthropozän lernen und lehren* (S. 181–202). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich, 9)
DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.130>

About the insufficiency of a focus on curricular ‘core knowledge’ in an age of AI

1. Education and schooling – for what purpose

According to educational philosophy, education is a ‘teleological’ concept, i.e. one that is purpose-orientated (see Biesta 2015, p. 256). Biesta’s (2010) typology of three different functions of education, namely ‘qualification’, ‘socialisation’, and ‘subjectification’, is widely used in the specialist literature. The term education is often used to refer to the process of developing human capacities through engagement with culture and tradition (see also Biesta 2015, p. 256). Schooling is understood here as the process of providing and receiving free and compulsory institutionalised education (in England since the 1944 Butler Act) based on the transmission of cultural and social values and knowledge, and is normally organised and governed by nation states in order to prepare new generations of citizens for adult life and active participation in society and the world of work. A key question for schooling is: What knowledge and skills should guide the learning of students? In view of the ongoing transformation of the economy, society, culture, and education through technology, the question is rapidly becoming: What knowledge and skills should guide the learning of students in an age of AI? Yet, this is not a question policy makers appear to be asking themselves, certainly not in England, despite an ongoing government-sponsored Curriculum and Assessment Review¹.

Unsurprisingly, given the traditional purposes of education outlined above, a range of different schools of thought compete with each other about the nature and types of knowledge to be included in the curriculum, the plans governing the learning experiences through which students acquire knowledge, skills, and understanding. A long-standing debate explored by the field of curriculum studies is about epistemological underpinnings, that is the theory of knowledge, the types and nature of knowledge to be included and excluded, how these link to the key concepts of belief, truth, evidence, and reason and, most importantly, how they impact on and foster learning.

The primary focus in school curricula has tended to be on propositional or declarative knowledge, i.e. the knowledge of facts, which is widely believed to be foundational for understanding and applying information and for critical thinking and problem-solving. In addition, procedural and metacognitive knowledge can be seen to be important for learning as well (see e.g. DeJong & Ferguson-Hessler 1996).

1 See <https://www.gov.uk/government/groups/curriculum-and-assessment-review> and https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6821d69eced319d02c9060e3/Curriculum_and_Assessment_Review_interim_report.pdf

2. The politicization of the curriculum and schooling as an ideological battleground

Present day curriculum policy-making tends to take place in the context of three traditions: knowledge-based, learner-focused, and skills-enhancing (see Husbands 2015), and is increasingly caught up in the so-called ‘culture wars’, i.e. in sharp disagreements about fundamental values, beliefs, and practices according to opposing worldviews (cf. ‘the public good’ versus ‘marketization’). Over recent decades in England, the school curriculum has become increasingly politicized and been seen as a vehicle to promote certain political objectives and values in response to a perceived absence of a moral societal consensus – in England the so-called ‘British Values’ of democracy, the rule of law, individual liberty, mutual respect, and tolerance (see e.g. Cuthbert and Standish 2021). They permeate all aspects of the education landscape: the curriculum, teacher standards, and the work of the inspectorate.

As part of these developments, characterised by what many consider to be overregulation and testing, the value of learning, understood laterally as making meaning in and of the world (see e.g. Bezemer 2020), can be said to have diminished. What has moved to the foreground is a focus on the acquisition of information, mostly knowledge of facts and concepts (and to a lesser extent also of procedures) for storage in the long-term memory to build increasingly complex models reflecting students’ understanding of a particular area of learning. Once consolidated in the long-term memory through recall and use, it is argued that this knowledge can then be connected to the working memory and drawn on to support higher-order thinking and problem solving (see AERO 2023; Kirschner et al. 2006).

There has also been a refocusing in education policy making in England from which knowledge to teach and how, to whose knowledge (see Deng 2018a). A milestone was the publication of a government White Paper (DfE 2010) heavily influenced by E.D. Hirsch’s notion of ‘core knowledge’ focused on specific dimensions of subject-specific knowledge which has since dominated education policy-making in schools under the banner of the notion of a ‘knowledge-rich curriculum’ (see e.g. Gibb 2021).

The main tenet behind the ‘knowledge-rich-curriculum’ is the assertion that “those with more prior knowledge learn more than those with limited prior knowledge” (Gibbs 2021) and that the learning of facts can make thinking more enjoyable and effective (Willingham 2021).

Yandell (2017) identified three substantial problems with Hirsch and his appropriation in England: (1) knowledge is not inert, stable and fixed but instead dynamic and uncertain; (2) there is a lack of understanding of learning and pedagogy inherent in notions of curriculum ‘delivery’ rather than enacting; and (3) the question of whose knowledge, culture, and heritage is included and whose is marginalised.

The problematisation of ways in which curricula are socially constructed and an expression of power relationships goes back at least to the early 1970s to Young (1971) and cumulated nearly 30 years later in his exploration of ‘powerful knowledge’ (Young 2009, 2013; Young & Muller 2013), knowledge that offers reliable explanations and/or ways of thinking about the world, which Young distinguishes from the notion of the ‘knowledge of the powerful’ (see also Husbands 2015).

In his critique of Young, Deng (2018b) identifies the sociological, rather than curricular and educational, theoretical underpinnings of Young’s work as a shortcoming in so far as, with reference to Hamilton (1999), it is felt to restrict the focus on the question of ‘what

should students know?’ rather than ‘what should students become?’. Deng (2018b) uses his critique to make the case for ‘Bildung’-centred general didactics with its focus on “the contribution of academic disciplines to human formation and the cultivation of human powers and dispositions” (p. 376). In this context it seems instructive to reference Goodson and Deakin-Crick (2009) as well whose work focuses on the centrality of narrative in learning and who encourage us to think of the curriculum in terms of ‘narratable pathways’ towards the formation of identity and agency.

In other words, the curriculum has become a battleground for political objectives, for the promotion of certain ideological world views, for example the fetishisation of the so-called ‘Science of Learning’, i.e. a narrow focus on principles drawn from cognitive psychology at the expense of socio-cultural perspectives, and perspectives drawn from ‘Bildung’-orientated education traditions focusing on self-cultivation, personal formation, and maturation of the subject.

3. The purpose of education and schooling in the age of AI

The key concern of this chapter is about the timeliness of current debates about the role of knowledge in schooling and education in the context of the seemingly ubiquitous and unstoppable ascendancy of AI.

The question arises whether ongoing debates along ideological, i.e. neo-conservative lines (see e.g. Neumann et al. 2020) about the role of knowledge in the curriculum and the knowledge content are actually counterproductive and deleterious. What is their actual gain given the amount of time and energy they sap out of the education system and its key actors, the teachers, as well as the atomisation of knowledge and the performativity around knowledge reproduction they tend to represent for learners? Should we not instead focus on the fundamental changes to knowledge generation, management, and use heralded by AI?

How well, if at all, does a knowledge-rich curriculum prepare young people for knowledge work in the age of AI? How does AI impact on human cognition? How best to prepare young people for life in a world transformed by AI? Arguably what is required in view of the affordances offered and threats posed by AI is a shift from knowledge acquisition, mostly for its own sake, towards agentic knowledge construction, a process whereby learners actively participate by making sense of knowledge and which thereby becomes meaningful.

4. The impact of AI on human capacities and behaviours, and on education

4.1 The impact of AI on what it means to be human

Anderson and Rainie (2025) published a report which contains experts’ predictions about how the evolution of AI systems and humans might affect essential qualities of being human. They invited a wide range of 2000 experts to respond from whom they received 301 responses with the following results:

	More negative change than positive	More positive change than negative	Fairly equal positive, negative change	Little or no change
More negatively than positively				
Capacity and willingness to think deeply about complex concepts	50%	21%	21%	7%
Social and emotional intelligence	50%	14%	19%	14%
Confidence in their own abilities	48%	16%	22%	7%
Trust in widely shared values and cultural norms	48%	10%	24%	11%
Mental well-being	45%	14%	28%	8%
Empathy and application of moral judgement	45%	12%	25%	12%
Individual agency, the ability to act independently in the world	44%	29%	16%	8%
Self-identity, meaning, and purpose in life	39%	18%	24%	14%
Metacognition, the ability to think analytically about thinking	36%	27%	20%	14%
More positively than negatively				
Curiosity and capacity to learn	29%	42%	23%	5%
Decision-making and problemsolving abilities	30%	40%	25%	3%
Innovative thinking and creativity	30%	39%	25%	3%

Table 1: Expert views trend negative about AI's impact on key human cognitive and social traits in the coming decade © Elon University Imagining the Digital Future Center canvassing, Dec 27, 2024-Feb. 1, 2025

As can be seen, experts view the impact of AI by 2035 on what it means to be human with quite some concern. In relation to the capacity to think deeply about complex concepts, for example, concerns were expressed about people's declining attention spans, and the fear was raised that an increasingly smaller number of people will be able to apply the focus and find the motivation needed to seek reliable sources in building their foundational knowledge, potentially widening polarization, broadening inequities and diminishing human agency. This according to one respondent, Russell Poldrack, Director of the Stanford Centre for Reproducible Neuroscience, is likely to lead to a downgrading of knowledge/expertise as a core human value. (in Anderson and Rainie, 2025, p. 8)

Reflecting on the feedback from experts collected by Anderson and Rainie, the need to contextualise learning within a purposeful framework of knowledge construction emerges, one that fosters curiosity, decision making, problem posing and problem solving, innovative thinking, and creativity. That is, the experts canvassed seem to see the positive potential of AI being realised within a system of education where knowledge is put to use as opposed to being atomised and simply performed for assessment. This is a view with which we concur.

4.2 The impact of AI on education

The most widely known – and used – type of AI at the time of writing is generative AI which, as the name suggests, can create new multimodal content based on patterns learnt from existing data it has been trained on using prediction. The capability of generative AI has huge implications for education. For example, Sharples' (2023, p. 162) discussion of social generative AI shows the emphasis on the process of knowledge construction over knowledge acquisition:

Role	Description	Example
Possibility engine	AI generates alternative ways of expressing an idea	Students write prompts in ChatGPT and submit each prompt multiple times to examine alternative responses.
Socratic Opponent	AI acts as a respondent to develop an argument.	Students enter prompts into ChatGPT to converse or debate. Teachers can ask students to use ChatGPT to prepare for discussions.
Collaboration coach	AI helps groups to research and solve problems together.	Working in groups, students use ChatGPT to discover information to complete assignments.
Co-designer	AI assists throughout the design process	Students ask ChatGPT for ideas about designing or updating a website, or focus on specific goals (e.g., how to make the website more accessible)
Exploratorium	AI provides tools to play with, explore and interpret data.	Students use ChatGPT to explore different ways to visualize and explain a large database, such as census data.
Storyteller	AI creates stories that include diverse views, abilities and experiences.	Students take it in turn to ask ChatGPT to continue a story, prompting it to include a diversity of characters.

Table 2: Sharples’ (2023, p. 162) discussion of social generative AI

Among the many implications of AI for education for our current purposes, the upending of the traditional academic model in which knowledge flows from expert to novice is arguably the most profound impact of generative AI, a process that is being accelerated by the emergence of agentive AI, i.e. systems that can act independently to achieve goals and that can formulate questions and not only answer them (see Iacono 2025a; Colback 2025).

4.3 Decline in cognitive skills and impact on knowledge production

Research is emerging that provides evidence of a decline in cognitive skills linked to AI use in educational contexts (see Bastani et al. 2025). Other research (Costa & Murphy 2025) emphasises the importance of the fostering of a culture of learning that ‘responsibilises thinking’ to preserve individuals’ thinking agency in order to continue to allow for intellectual autonomy and empowerment as well as democratic participation. This is due to the fact that generative AI enables “the separation of knowledge production from the activity of knowing” (p. 4).

A key role of critical education is then of linking the knowing individual with key knowing processes, so that they can perceive the intrinsic value of knowledge cultivation; otherwise knowledge activity becomes reified, estranging the knower from the production of knowledge [see Lukács, 1923] (Costa & Murphy 2025, p. 4).

Once again, this points to the necessity of learners’ participating meaningfully in the process of knowledge construction. Costa and Murphy go on, with reference to Arendt (1971), to

posit that thinking is “conceptualised as the quest for the meaning of things rather than the tangible production of knowledge” and, as a result, “cannot be relegated to others (or machines)” (p. 6). They continue to argue that “understanding, on the other hand, is related to the capacity of making sense of what the mind encounters in reflection; it is the intellectualisation of thinking capable of producing something more concrete, i.e. knowledge” (p. 6). For the authors the qualities of generative AI potentially instrumentalise ‘non-thinking’ and, unlike critical thinking, focuses on *problem-solving* rather than *problem-posing*.

4.4 Impact of AI on epistemic agency

There is also the question of how AI influences epistemic agency, i.e. “the control that agents may exercise over their beliefs” (Schlosser 2019), and emerging research in the field (see e.g. Coeckelbergh 2025) suggests that the impact is negative by diminishing it. The author notes that one’s beliefs are part of a knowledge community and influenced by one’s social and political environment. This raises the question about the role of technologically shaped or mediated social environments and that of the role of generative and conversational AI and of AI (algorithms) embedded in social media. According to Coeckelbergh, there are at least three ways in which the use of AI may impact on belief formation and revision, and make it more difficult: (1) direct manipulation of beliefs (for example through algorithms embedded in social media services targeting certain users with particular content), (2) epistemic bubbles (information ecologies in line with one’s current beliefs), and (3) defaulting of statistical knowledge (the preponderance of AI to default to statistical rather than causal knowledge).

Also, with direct relevance to the workings of social media and AI, Nguyen (2020, p. 141) defines echo bubbles as “a social epistemic structure in which other relevant voices have been left out, perhaps accidentally” and distinguishes it from “echo chambers” which he defines as “a social epistemic structure from which other relevant voices have been actively excluded”.

4.5 Emergence of AI browsers and the invisibility of AI

Another very important development is the emergence of AI browsers in which, according to Iacono (2025c), AI transitions from a tool predicated on instrumental use, conscious individual choice and human control to an environment in which AI operates continuously and invisibly in the background requiring users to “(learn) to think within a new cognitive architecture”. As a result, he continues, it is becoming increasingly difficult to separate human from artificial intelligence and to keep clear boundaries between authentic and assisted work:

When AI operates at the level of the browser, it doesn't just help you write; it shapes what you choose to read, how you process information, what connections you make between ideas. It operates below the threshold of conscious choice, in the space where thoughts form and crystallise. [...] When every digital interaction is mediated by AI, when our browsers think alongside us and sometimes ahead of us, when the boundary between our thoughts and AI suggestions dissolves, what remains distinctly human? This isn't

technological determinism; it's a recognition that tools shape consciousness, and we're creating tools of unprecedented intimacy and power. (Iacono, 2025c)

4.6 AI and the need for a reconceptualization of knowledge

And, in another one of his blog posts and with direct relevance to the current discussion, Iacono (2025b) challenges the myth of the solitary knower and stresses that in an AI-mediated world, knowledge needs to be conceptualised more than ever as “relational, emerging from conversation, collaborations and connections” including with artificial minds. This, according to Iacono requires the maintaining of “the muscle memory of independent thought”, epistemic honesty by indicating confidence levels and sources, and the right to challenge and contest AI outputs. The author concludes that rather than us facing a choice between human and artificial intelligence, the question is about working with artificial intelligence whilst maintaining ‘cognitive sovereignty’.

In this context, the predictions of some commentators in England about imparting knowledge about technology (see e.g. Bush 2025) and the need for underlying fundamental core knowledge (see e.g. Duffy 2025) seem well intentioned but ultimately rather short-sighted given the profound transformation in the knowledge generation and application environment brought about by AI.

4.7 Impact of AI on the human intellect and on human cognitive sovereignty

O’Byrne (2025), drawing on Engelbart’s conceptual framework of augmenting human intellect², proposes four pillars for AI-amplified learning: (1) critical co-creation through active evaluation; (2) ambiguity navigation through evaluative thinking; (3) ethical prototyping, and (4) metacognitive mentoring around visualised thinking processes. This thinking follows that of Dede (2023) and Dede and McCool (2024) about how to work with, rather than against, AI.

What seems more productive than boundary work between human and machine, a focus on human cognitive sovereignty around notions of augmentation, support, and partnership, Matson (2025a, 2025b) posits, is to consider a revision of the current binary between ‘human as a subject, machine as a tool’, between the thinking human and the computing machine trapped in what he calls “a humanistic metaphysic in which thought is coterminous with consciousness and meaning floats somewhere behind the eyes, like a soul in a cathedral”. Instead of the binary, Matson proposes we place a definition of cognition as “a process that interprets information in contexts that connect it with meaning” (Hayles 2017) and he also proposes a reframing of the language of partnership and support with that of entanglement and distributed systems in recognition of what he considers to be a shift in the epistemic conditions of learning. Matson (2025a, 2025b) argues that this conceptualisation of cognition enables us to analyse a wide range of systems in terms of meaning generation

2 See <https://www.dougenelbart.org/pubs/augment-3906.html>

through context-sensitive interpretation and prepares the way for ‘cognitive assemblages’ generating meaning as “an emergent product of recursive, context-sensitive interpretation across agents”. In contrast to Duffy’s notion of freeing up teachers, he proposes a rethinking of the role of the teacher from epistemic authority to relational stewardship.

4.8 Cognitive offloading and cognitive laziness

McMinn (2025) focuses on the phenomenon of ‘cognitive offloading’ in which technologies take on redundant or tedious tasks. McMinn notes that where this makes room for more higher order thinking, it can have upsides; however, there is also the danger of it leading to ‘cognitive laziness’ and over-dependency on generative AI tools. McMinn advocates a pedagogical approach that fosters metacognitive awareness requiring students to complete reflective tasks and make use of support strategies such as scaffolding planning of task decomposition by breaking complex tasks down into smaller, more manageable subtasks throughout their course to cultivate self-regulation.

4.9 AI and a synthetic knowledge crisis

For a more dystopian perspective of the impact of AI on knowledge, it is instructive to look at Stricker’s (2025) discussion of what he calls a ‘synthetic knowledge crisis’ by which he refers to the fact that in the context of AI use, knowledge is “no longer built through struggle and debate but assembled through statistical prediction”.

For Stricker, the synthetic knowledge crisis is characterised by “a gradual weakening of the criteria that distinguish knowing from appearing to know”. He sees educational institutions as complicit in these developments by incentivising students and staff to engage with knowledge in performative rather than substantive ways, and where products are privileged over processes.

Linked to the notion of ‘knowledge crisis’ is that of ‘knowledge collapse’ (Peterson, 2025) by which Peterson refers to growing reliance of recursive AI systems trained on synthetic text that may lead to degeneration.

Or Verd (2025) terms the phrase ‘AI-induced stupidity’ by which she means the outsourcing of thinking to AI leading to a decline in mental engagement impacting the ability to think critically. Indeed, a recent study by Kosmyna et al. (2025) discusses the notion of accumulation of cognitive debt in the context of ChatGPT use and the findings highlight potential cognitive costs through overreliance on AI tools. In response to this MIT study, Le Cunff (2025) took it upon herself to discuss the findings and to propose five practical tips for using AI tools thoughtfully: (a) stay actively involved, (2) use AI to challenge your thinking, not replace it, (3) write first, refine later, (4) be mindful of over-reliance, and (5) experiment to find your sweet spot of ideal AI use.

5. Conclusion and outlook

The invariably brief discussion in this chapter of rather complex ongoing developments, of a field in motion, attempted to showcase and highlight some of the current ruptures and paradigm shifts inherent in the transformation of the world we live in by AI and their implications for what it means to be human, to think, to create new knowledge, and to learn.

The discussion shows that these developments are currently barely understood by the scientific and relevant professional communities, and their implications for education and schooling remain even less well understood.

What seems clear, however, is that the political and ideological discussions and debates over the last decades that have resulted in the fetishisation of a narrow, back-to-basics orientated knowledge-based curriculum is unlikely going to provide young people with the guard-rails for effective and safe AI use, and prepare them for the challenges AI poses to them in terms of their everyday life worlds as well as their ability to achieve individual economic success and contribute to national economic wellbeing.

Indeed, Sidorkin (2025) argues that curricula are increasingly “anchored in a past that no longer exists”. Yet schools and universities, he posits, have the responsibility to prepare students for the world that ‘might be’: “They reward intellectual independence in a time that demands cognitive interdependence”. He goes on to coin the term ‘executive cognition’ by which he means “the metacognitive capacity to coordinate, delegate, and evaluate in environments where machine intelligence plays a crucial part” to “orchestrate thinking across human and non-human systems”.

And Mark Schaefer, a marketing strategist surveyed by Anderson and Rainie (2025, pp. 22–23), ponders a new role for (higher) education:

AI will redefine who is a ‘smart’ and a valued, contributing member of society. Who has power and authority when AI reduces the need for human cognitive development and education – how will learning change when AI handles most knowledge work? What is the opportunity for self-improvement and purpose when there is no hope of competing against a bot? Perhaps universities will fill the gap. Instead of providing an education, they will help young people build a life of meaning. [...] Ironically, the U.S. will lead the world in AI development and then watch its society rapidly decline because of it. This will accelerate the psychological and financial deterioration of an American society already in danger of becoming addicted to their personalized, AI-driven media.

The present discussion suggests that in view of the nature of knowledge work in an age of AI and questions around the veracity of AI-generated ‘knowledge’ (see e.g. Bentley 2025), school curricula must do better than obsess about individually memorised core knowledge under the guise of social justice (see e.g. Gibb 2021).

References

- Anderson, J. and Rainie, L. (2025) *Being human in 2025. How are we changing in the age of AI?* Elon University, Imagining the Future Centre. (<https://imaginingthefuture.org/reports-and-publications/being-human-in-2035/>, retrieved 25/07/2025)
- Arendt, H. (1971) *The life of the mind*. Harcourt Brace & Co.
- Australian Education Research Organisation (AERO) (2023) Explainer: knowledge is central to learning. September. (<https://www.edresearch.edu.au/summaries-explainers/explainers/knowledge-central-learning>, retrieved 25/07/2025)
- Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabaci, Ö. And Mariman, R. (2024) 'Generative AI can harm learning.' *The Wharton School Research Paper*. (https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4895486, retrieved 25/07/2025)
- Bentley, S. (2025) 'Knowing you know nothing in the age of generative AI.' In *Humanities & Social Sciences Communications*. <http://doi.org/10.1057/s41599-025-04731-0>
- Bezemer, J. (2020). Social Semiotics: Theorising Meaning Making. In: Nestel, D., Reedy, G., McKenna, L., Gough, S. (eds) *Clinical Education for the Health Professions*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6106-7_26-1
- Biesta, G. (2010) *Good education in an age of measurement: ethics, politics and democracy*. Paradigm
- Biesta, G. (2015) 'Educational Philosophy.' In Wright, J. (ed) *International Encyclopaedia of the Social & Behavioural Sciences*, 2nd edition, Volume 7, pp. 255–60.
- Bush, S. (2025) 'There are some things in teaching that AI won't change' In FT, June 2, (<https://www.ft.com/content/1369e4f6-12c7-43ec-b620-4f74e601c8ff>, retrieved 25/07/2025)
- Coeckelbergh, M. (2025) 'AI and epistemic agency: how AI influences belief revision and its normative implications.' In *Social Epistemology*. <https://doi.org/10.1080/02691728.2025.2466164>
- Colback, L. (2025) 'AI agents: from co-pilot to autopilot.' In FT. (<https://www.ft.com/content/3e862e23-6e2c-4670-a68c-e204379fe01f>, retrieved 25/07/2025)
- Costa, C. and Murphy, M. (2025) 'Generative artificial intelligence in education: (what) are we thinking?' In *Learning, Media and Technology*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17439884.2025.2518258>
- Cuthbert, A. and Standish, A. (2021) 'Introduction to the second edition.' In id (eds) *What should schools teach? Disciplines, subjects and the pursuit of truth*. 2nd edition, pp. 1–14.
- Dede, C. (2023) *Educating in a world of Artificial Intelligence*. (<https://www.gse.harvard.edu/ideas/edcast/23/02/educating-world-artificial-intelligence?ref=intralation-culture-theory-posthuman-pedagogy.ghost.io>, retrieved 25/07/2025)
- Dede, C. and McCool, D. (2024) 'AI won't take your job if you know about IA.' (<https://www.gse.harvard.edu/ideas/news/24/02/ai-wont-take-your-job-if-you-know-about-ia>, retrieved 25/07/2025)
- Deng, Z. (2018a) 'Contemporary curriculum theorizing: crisis and resolution. In *Journal of Curriculum Studies* 50(6), pp. 691–710.
- Deng, Z. (2018b) 'Rethinking teaching and teachers: bringing content back into conversation.' In *London Review of Education* 16(3), pp. 371–83.
- DeJong, T. and Ferguson-Hessler, M. (1996) 'Types and qualities of knowledge.' In *Educational Psychologist* 31(2), pp. 105–13.

- DfE (2010). *The importance of teaching: the schools white paper*. (<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7b4029ed915d3ed9063285/CM-7980.pdf>, retrieved 25/07/2025)
- Duffy, J. (2025) 'Letter: AI will give teachers time to do what they do best.' FT. (<https://www.ft.com/content/dbb136b1-d7b7-4130-8b75-aa65ee250f77>, retrieved 25/07/2025)
- Gibb, N. (2021) *The importance of a knowledge-rich curriculum*. (<https://www.gov.uk/government/speeches/the-importance-of-a-knowledge-rich-curriculum>, retrieved 25/07/2025)
- Goodson, I. and Deakin Crick, R. (2009) 'Curriculum as narration: tales from the children of the colonised.' In *The Curriculum Journal* 20(3), pp 225-36
- Hamilton, D. (1999) 'The pedagogic paradox (or why no didactics in England?)' In *Pedagogy, Culture and Society* 7(1), pp. 135-52
- Hayles, N. K. (2017) *Unthought: the power of the cognitive nonconscious*. Chicago University Press
- Husbands, C. (2015) 'Which knowledge matters most?' In Simons, J. and Porter, N. (eds) *Knowledge and the curriculum. A collection of essays to accompany E. D. Hirsch's lecture at Policy Exchange*. Policy Exchange. (<https://policyexchange.org.uk/wp-content/uploads/2016/09/knowledge-and-the-curriculum.pdf>, retrieved 25/07/2025)
- Iacono, C. (2025a) 'The state of GenAI. The awkward adolescence.' In *Hybrid Horizons: exploring Human-AI collaboration*. (<https://hybridhorizons.substack.com/p/the-state-of-genai>, retrieved 25/07/2025)
- Iacono, C. (2025b) 'The Art of knowing in an AI world. Why we need a new philosophy.' In *Hybrid Horizons: exploring Human-AI collaboration*. (<https://hybridhorizons.substack.com/p/the-art-of-knowing-in-an-ai-world>, retrieved 25/07/2025)
- Iacono, C. (2025c) 'When AI becomes the water we swim in. The invisible revolution.' In *Hybrid Horizons: exploring Human-AI collaboration*. (<https://hybridhorizons.substack.com/p/when-ai-becomes-the-water-we-swim>, retrieved 25/07/2025)
- Kirschner, P., Sweller, J. and Clark, R. (2006) 'Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching.' In *Educational Psychologist* 41(2), pp. 75-86
- Kosmyna, N. et al. (2025) 'Your brain on ChatGPT: accumulation of cognitive debt when using AI assistant for essay writing task. MIT Media Lab. (<https://arxiv.org/pdf/2506.08872>, retrieved 25/07/2025)
- Le Cunff, A.-L. (2025) *Is ChatGPT really rotting our brains?* (<https://nesslabs.com/is-chatgpt-really-rotting-our-brains>, retrieved 25/07/2025)
- Lukács, G. 1923. "Reification and the Consciousness of the Proletariat." In: Szeman, I. and Kaposy, T. (eds) *Cultural Theory: An Anthology*. John Wiley & Sons, pp. 172-187.
- Matson, J. O. (2025a) *Beyond augmentation: toward a posthumanist epistemology for AI and education. A response to the important work of Chris Dede on AI in education*. (<https://intralation-culture-theory-posthuman-pedagogy.ghost.io/beyond-augmentation-toward-a-posthumanist-epistemology-for-ai-and-education/>, retrieved 25/07/2025)
- Matson, J. O. (2025b) *The cognitive turn: locating cognitive difference in the age of AI. Why AI discourse needs N. Katherine Hayles's Theory of Cognition*. (<https://intralation-culture-theory-posthuman-pedagogy.ghost.io/the-cognitive-turn-locating-cognitive-difference-in-the-age-of-ai/>, retrieved 25/07/2025)

- McMinn, S. (2025) 'In the AI era, how do we battle cognitive laziness in students?' In *THE*. (<https://www.timeshighereducation.com/campus/ai-era-how-do-we-battle-cognitive-laziness-students>, retrieved 25/07/2025)
- Neumann, E., Gewirtz, S., Maguire, M. and Towers, E. (2020). Neoconservative education policy and the case of the English Baccalaureate. In *Journal of Curriculum Studies* 52(5), pp. 702–719.
- Nguyen, C. (2020) 'Echo chambers and epistemic bubbles.' In *Episteme* 17(2), pp. 141–61
- O'Byrne, I. (2025) *Amplifying Human Cognition: artificial intelligence as a mirror and magnifier*. (<https://wiobyne.com/reimagining-ai-in-education/>, retrieved 25/07/2025)
- Peterson, A. (2025) 'AI and the problem of knowledge collapse.' In *AI & Society* 40, pp. 3249–3269
- Schlosser, M. (2019) 'Agency.' In Zalta, E. (ed.) *The Stanford Encyclopaedia of Philosophy*. (<https://plato.stanford.edu/archives/win2019/entries/agency/>, retrieved 25/07/2025)
- Sharples, M. (2023) 'Towards social generative AI for education: theory, practices and ethics.' In *Learning: research and practice* 9(2), pp. 159–67.
- Sidorkin, A. (2025) *Executive cognition, a new learning outcome we cannot ignore*. (<https://aiczar.blogspot.com/2025/05/rethinking-intelligence-executive.html>, retrieved 25/07/2025)
- Stricker, J. K. (2025) *The synthetic knowledge crisis. How AI is reshaping knowledge, not for the better*. (<https://jepestriker.substack.com/p/the-synthetic-knowledge-crisis>, retrieved 25/07/2025)
- Verd, N. (2025) *AI-induced stupidity: the silent crisis no one's talking about*. (<https://medium.com/@nickyverd/ai-induced-stupidity-the-silent-crisis-no-ones-talking-about-4aa152560921>, retrieved 25/07/2025)
- Willingham, D. (2021) *Why don't students like school? A cognitive scientist answers question about how the mind works and what it means for the classroom*. 2nd edition. Jossey-Bass
- Yandell, J. (2018) 'Culture, knowledge and power: what the Conservatives have learnt from E. D. Hirsch.' In *Changing English* 24(3), pp. 246–252.
- Young, M. (1971) (ed) *Knowledge and control. New directions for the Sociology of Education*. Collier-Macmillan
- Young, M. (2009) *Bringing knowledge back in. From social constructivism to social realism in the sociology of education*. Routledge
- Young, M. (2013) 'Overcoming the crisis in curriculum theory: a knowledge-based approach.' In *Journal of Curriculum Studies* 45(2), p. 101–18.
- Young, M. and Muller, J. (2013) 'On the powers of powerful knowledge.' In *Review of Education* 1(3), pp. 229–250.

List of Figures

Table 1: Expert views trend negative about AI's impact on key human cognitive and social traits in the coming decade © Elon University Imagining the Digital Future Center canvassing, Dec 27, 2024-Feb. 1, 2025

Table 2: Sharples' (2023, p. 162) discussion of social generative AI

I.

„Es wird einmal ...“:

**Wertstoffgeschichten erzählen
für Zukünfte im Anthropozän**

Das „System Erde“, mineralische Rohstoffe und das Anthropozän

Im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ war ein Ziel, Schüler*innen und Pädagog*innen in die spannende und komplexe Welt der Rohstoffe einzuführen. Mitarbeiter*innen der Montanuniversität Leoben haben Schüler*innen den Rohstoff Grafit im Bergbau und im Labor nähergebracht. Über das Erleben von geologischen Zeiträumen auf dem „Weg durch 1000 Millionen Jahre“ wurde den Schüler*innen ein Verständnis der geologischen Zeiträume und die Bedeutung von Rohstoffen im Anthropozän vermittelt. Der folgende Text entstand aus einem Interview mit Frank Melcher vom Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenlehre, das anlässlich des Abschluss Symposiums im September 2024 aufgezeichnet wurde.¹

Carmen Sippl: Sie sind Professor für Geologie und Lagerstättenlehre an der Montanuniversität Leoben. Können Sie uns in zwei Sätzen sagen, womit sich ein Geologe beschäftigt und was Lagerstättenlehre ist?

Frank Melcher: Geolog*innen beschäftigen sich mit dem System Erde, also dem Planeten, auf dem wir leben, und zwar vor allem mit den Gesteinen und Mineralen, die ihn aufbauen, mit der Geschichte der Erde, und auch mit ihrer Zukunft. Das System Erde umfasst neben den Gesteinen der festen Erde zum Beispiel auch die Böden, die Gewässer, die Atmosphäre und die Biosphäre. Gesteine enthalten häufig nutzbare Minerale, die wir als mineralische Rohstoffe für unser Leben benötigen, sei es als Eisen im Stahl, als Salz auf dem Frühstücksei oder als Beton zum Aufbau von Infrastruktur. Geolog*innen suchen nach Lagerstätten solcher Rohstoffe. Lagerstätten sind die Vorkommen von mineralischen Rohstoffen, die gewinnbringend genutzt werden können. In der Lagerstättenlehre versuchen Geolog*innen, solche Lagerstätten zu verstehen, also wie, wann und warum sie sich gerade dort gebildet haben, wo wir sie heute finden. Denn Lagerstätten sind außergewöhnliche und seltene Anreicherungen von wertvollen Gesteinen und Mineralen.

¹ Das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ (2022–2024) wurde gefördert von OeAD und BMBWF. Vgl. den Projekt-Leitfaden als Handreichung für die Citizen-Science-Forschung an den beteiligten Volksschulen, der im Open Access auf der Projektwebseite zur analogen oder angepassten Verwendung zur Verfügung steht (Sippl et al. 2023). Die Fragen für das Interview wurden von Carmen Sippl formuliert, durchgeführt wurde es von Maria Legenstein, die Aufzeichnung ist abrufbar auf der Projektwebseite: <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/futures-literacy/sparkling-science-projekt> im Abschnitt „Wertvolles Wissen über Rohstoffe als Wertstoffe“.

Carmen Sippl: In der Geologie gibt es den Vorschlag, unser jetziges Erdzeitalter Anthropozän, das ‚Erdzeitalter des Menschen‘ zu nennen. Welche Gründe hat dieser Vorschlag, was spricht dafür?

Frank Melcher: Geolog*innen teilen die mittlerweile bereits 4,5 Milliarden Jahre währende Erdgeschichte in Zeitabschnitte ein, die wir chronostratigraphische Einheiten nennen – wir bezeichnen diesen Zweig der Geowissenschaften als Stratigraphie (Gradstein et al. 2012). Chronostratigraphische Einheiten werden durch wichtige globale Ereignisse begrenzt, zum Beispiel durch Katastrophen wie Meteoriteneinschläge, Vulkanausbrüche oder Klimaänderungen. Für die letzten 540 Millionen Jahre wurde die Erdgeschichte in Biozonen untergliedert, in denen bestimmte biologische Arten aus dem Tier- und Pflanzenreich gelebt haben und oft nach kurzer Zeit wieder ausgestorben sind.

Wir leben derzeit in der Ära des Känozoikums (das Känozoikum begann vor 65 Millionen Jahren), genauer im System des Quartärs (das Quartär begann vor 2,6 Millionen Jahren) und noch genauer in der Serie des Holozäns. Dies ist eine Zwischeneiszeit, die auf eine Kaltzeit folgte, die vor etwa 12.000 Jahren endete. Menschen erschienen erst im Quartär und haben seitdem auch die Oberfläche unseres Planeten verändert: durch Rodung, Ackerbau, Rohstoffabbau, gigantische Bauten wie die Pyramiden, die Chinesische Mauer, Kanäle und

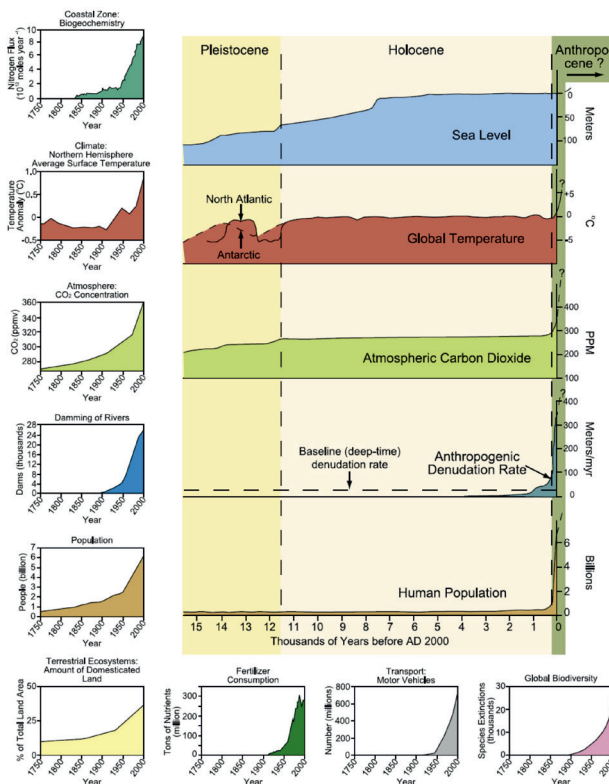


Abbildung 1: Stratigraphisch signifikante Trends während der vergangenen 15.000 Jahre und der letzten 250 Jahre (modifiziert aus Gradstein et al. 2012, 1035)

Städte, aber auch durch Umweltverschmutzung. Der menschliche Einfluss spielte jedoch lange Zeit keine so bedeutende Rolle: Um Christi Geburt lebten etwa 300 Millionen Menschen auf der Erde, und 1 Milliarde erreichten wir erst um 1850. Dies gelang nur durch einen Technologieschub, der aber auch gewaltige Mengen an Rohstoffen verbrauchte: zu Beginn Holz, Kohle, dann Erdöl, Erdgas und Uran. Durch das exponentielle Wachstum der Weltbevölkerung – wir stehen derzeit bei 8,1 Milliarden Menschen – ist natürlich auch der Rohstoffbedarf, aber auch der Bedarf an Landflächen für Ackerbau und Viehzucht massiv angestiegen. Und wir merken bereits, dass wir uns Kippunkten im System Erde annähern – sogenannten planetaren Grenzen. Die Ozeane versauern, der Meeresspiegel steigt, Böden werden verbraucht oder verschmutzt, Wälder sterben oder werden abgeholzt; wir sprechen vom menschengemachten Klimawandel, Verlust von Biodiversität und mehr (Abb. 1).

Das rasche Wachstum dieser Probleme brachte die Wissenschaftler Paul Crutzen und Eugene Stoermer vor 25 Jahren dazu, den Begriff Anthropozän, das heißt „Geologie der Menschheit“, vorzuschlagen (Crutzen & Stoermer 2000). Man wollte damit ausdrücken, dass die Menschheit zu einem geologischen Faktor geworden sei. Dieser Terminus wurde nun 25 Jahre lang von der Internationalen Stratigraphischen Kommission diskutiert, die unlängst aber zu dem Schluss kam, den Begriff vorerst nicht in die geologische Zeitskala einzuführen (Zalasiewicz et al. 2023). Andere Wissenschaftler*innen schlugen vor, das Anthropozän als geologisches Ereignis, als ein „Event“, zu betrachten (Gibbard et al. 2022). Massive Interaktionen zwischen Mensch und dem System Erde begannen an verschiedenen Orten zu verschiedenen Zeiten und breiteten sich geografisch mit unterschiedlicher Geschwindigkeit und unterschiedlichen Effekten aus.

Auf das Holozän folgt demnach jetzt nicht das Anthropozän, sondern das Anthropozän bleibt ein Teil des Holozäns. Warum? Weil es sehr schwierig ist, eine genaue Grenze zum Anthropozän anzugeben. Wir müssen in der Stratigraphie eine Lokalität benennen, an der wir diese Grenze sehen und untersuchen können, und die für eine lange Zeit erhalten bleibt. Und das ist für das Anthropozän schwierig. Es gab verschiedene Vorschläge dazu. Einer war zum Beispiel, die Grenze am Karlsplatz in Wien zu definieren, weil es dort durch Nuklearversuche in der Nachkriegszeit eine Sedimentschicht gibt, in der man bestimmte radioaktive Isotope nachweisen kann (Zalasiewicz et al. 2023). Aber natürlich wird der Karlsplatz in Wien die nächsten paar hundert Jahre in der jetzigen Form nicht bestehen bleiben, so dass man diese Stelle vielleicht nicht mehr vorzeigen kann. Dies war eines der Argumente zu sagen, dass das Anthropozän eher ein informeller Begriff bleiben sollte, der ausdrückt: wir befinden uns in einer Zeit, in welcher der Mensch das System Erde ganz massiv verändert.

Carmen Sippl: In welchem Zusammenhang stehen Anthropozän und Rohstoffe?

Frank Melcher: Bis vor 10.000 Jahren haben Menschen im Wesentlichen nachwachsende Rohstoffe, vor allem Holz, verwendet, aber es wurden auch bereits Ackerbau und Viehzucht betrieben. Natürlich hat man damals auch schon Rohstoffvorkommen ausgebeutet, zum Beispiel Feuersteine als Werkzeuge, aber auch Salz. Der Bergbau geht Tausende Jahre zurück, aber er hat keinen so großen Einfluss auf die Umwelt gehabt, obwohl wir Änderungen in der Zusammensetzung von Böden und Gewässern bereits in der Römerzeit und im Mittelalter nachweisen können. Im Anthropozän ist der Mensch von nachwachsenden Rohstoffen sehr rasch auf fossile, nicht nachwachsende Rohstoffe übergegangen. Deren Gewinnung ist mit Eingriffen in die Natur verbunden, zum Beispiel durch Bergbau oder den Bau von Infra-

strukturen, um Rohstoffe zu transportieren und zu veredeln. Die Verbrennung fossiler Rohstoffe ist mitverantwortlich für den Klimawandel. Wir dürfen aber nie vergessen: Ohne diese mineralischen Rohstoffe wären wir nicht dort hingekommen, wo wir jetzt technologisch und von der Bevölkerungszahl her stehen. Die Rohstoffsuche, der Rohstoffabbau, aber auch die Deponierung von Reststoffen sind ganz maßgebliche Tätigkeiten im Anthropozän. Und sie haben auch einen Einfluss auf den anthropogenen Klimawandel.

Carmen Sippl: Auf welche Rohstoffe sind wir Menschen angewiesen? Wofür brauchen wir sie und wo finden wir sie?

Frank Melcher: Wir sind auf sehr viele nichtnachwachsende Rohstoffe angewiesen: Heute werden fast alle chemischen Elemente des Periodensystems in irgendeiner Form zur Erzeugung von Produkten oder von Energie genutzt. Zur Energie- und Stromerzeugung verwenden wir neben den immer noch dominierenden brennbaren Rohstoffen mittlerweile Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft, Geothermie und auch Bioenergie, die alle auch mineralische Rohstoffe zum Bau der benötigten Anlagen und für den Transport der erzeugten Energie benötigen. Riesige Mengen an Kies, Sand, Kalk, Schotter und Ton verbraucht die Bauindustrie, und diese Rohstoffe müssen aus ökologischen und Kostengründen immer nah an den Verbraucher*innen gewonnen werden, also auch in Österreich in der Nähe der bevölkerungsreichen Ballungszentren.

Das Periodensystem der Elemente kennt mehr als 80 stabile Elemente, die zumeist in Mineralen fest ins Kristallgitter eingebaut vorkommen, und fast alle werden in irgendeiner Form vom Menschen genutzt. Viele von diesen Elementen sind den normalen Bürger*innen überhaupt nicht geläufig. Wer weiß denn schon etwas über Germanium, Gallium, Indium, Selen und Tellur? Und was sind eigentlich Seltene Erden? Aber für alle diese Elemente kennen wir Anwendungen. Allein im Smartphone stecken bis zu 60 verschiedene Metalle. Gold ist vielleicht das wertvollste, aber technologisch unkritischste Metall, aber es werden riesige Gesteinsmengen dafür abgebaut, was teilweise zu einem furchtbaren ökologischen Fußabdruck führt.



Abbildung 2: Der Steirische Erzberg. Blick von der Bohrerschmiede nach Osten über den aktiven Tagebau in Richtung Pfaffenstein. Man beachte die Sprengung in der Bildmitte, erkennbar an der weißen Staubwolke. (Foto: Frank Melcher)

Kohle, Gas, Erdöl, aber auch Uran sind mineralische Rohstoffe zur Erzeugung von Energie. Und dann gibt es sehr viele Rohstoffe, aus denen Metalle gewonnen werden. Am Steirischen Erzberg, dem größten Bergbau in Österreich (Abb. 2), wird Eisenerz abgebaut, das im Hochofen zu Stahl verarbeitet wird. Industriemineralien sind Rohstoffe, deren günstige Eigenschaften wir verwenden, zum Beispiel beim Salz. Es ist ein typisches Industriemineral, weil es den Gefrierpunkt erniedrigt, also als Auftausalz geeignet ist oder weil wir Lebensmittel damit haltbar machen können. Grafit und Talk sind ebenfalls Industriemineralien, die bestimmte Eigenschaften haben, weil sie zum Beispiel besonders weich sind oder als Diamant besonders hart. Weltweit werden jährlich bereits über 18 Milliarden Tonnen mineralische Rohstoffe produziert (Abb. 3). Dies umfasst jedoch nur die Produkte, und nicht geförderte Tonnen Erz oder Gestein; deren Mengen wären um ein Vielfaches höher.

Rohstoffe werden weltweit gefördert, und weil ihre geologische Verteilung und Häufigkeit nicht überall gleich sind, kommen viele Rohstoffe aus weit entfernten Ländern. Hier spielen aber auch ökonomische, politische und ökologische Faktoren eine Rolle. China, die Vereinigten Staaten, Russland und Australien sind heute die größten Rohstofflieferländer. Alle Kontinente haben in den vergangenen 20 Jahren Zuwächse in der Rohstoffproduktion erlebt, nur nicht Europa mit einem Minus von 36 %, und die Antarktis, wo es aufgrund des Antarktisvertrags keinen Bergbau geben darf (Abb. 4). Europa ist nicht rohstoffarm, aber einige Gründe führten zu diesem Minus: 1) starker Rückgang bei der Kohleproduktion (Kohleausstieg), 2) hohe Kosten (ökonomisches Risiko) und lange Genehmigungsverfahren, 3) Unattraktivität für Investoren, 4) ein Verlassen auf den globalen Markt und politische Gleichgültigkeit bzw. Kurzsichtigkeit, 5) ökologische Gründe (gestiegenes Umweltbewusstsein), und ganz wichtig, 6) fehlende Akzeptanz (NIMBY – not in my backyard).

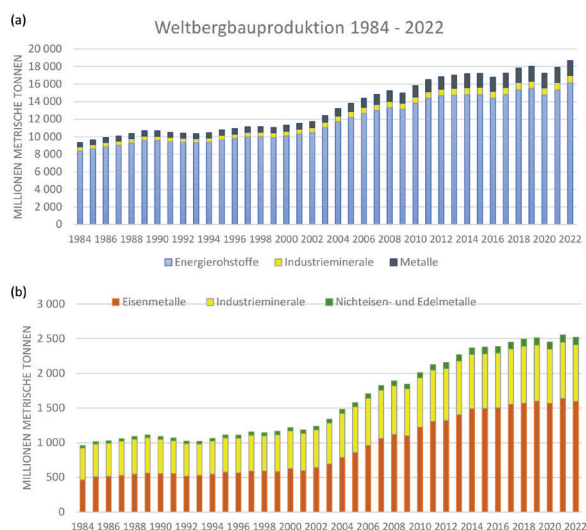


Abbildung 3: Die Weltbergbauproduktion von mineralischen Rohstoffen – ohne Baurohstoffe – von 1984 bis 2022. (a) Energierohstoffe sind Erdöl, Erdgas, Kohle und Uran; als Industriemineralien werden wertvolle Mineralien wie Grafit, Diamant, Salz oder Phosphate bezeichnet. Metalle umfassen alle in (b) gesondert ausgewiesenen Produkte aus dem Metallerzbergbau. (b) Eisenmetalle werden in der Eisen- und Stahlindustrie verwendet (z. B. Eisen, Mangan, Chrom, Nickel); Nicht-eisenmetalle sind vor allem Kupfer, Zink, Blei, Lithium oder die Seltenen Erden; Edelmetalle umfassen Gold, Silber und die Platinmetalle. (Quelle: Reichl & Schatz 2024)

Δ 2000 / 2022 – sinkende Produktion mineralischer Rohstoffe in Europa

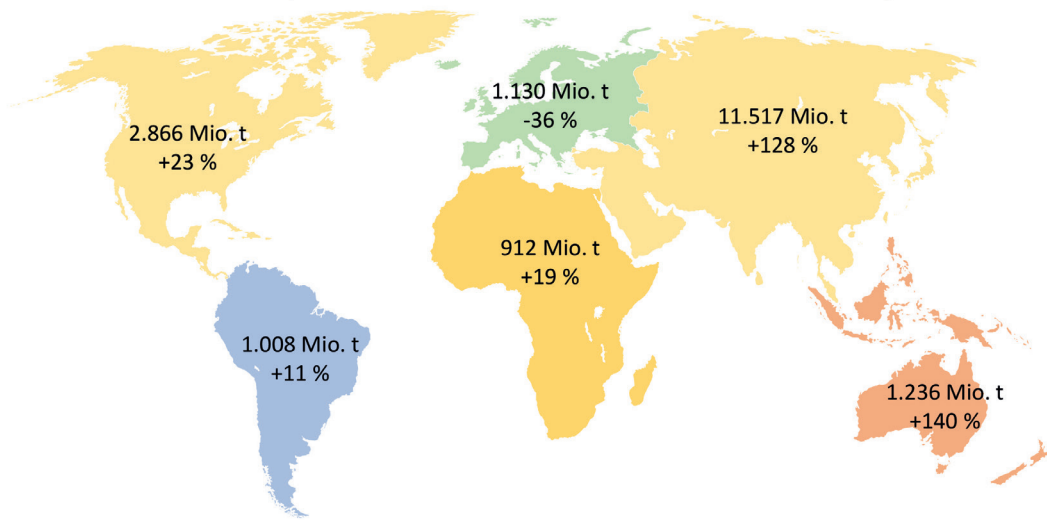


Abbildung 4: Produktion mineralischer Rohstoffe nach Kontinenten in Millionen Tonnen im Jahr 2022, und Veränderung der Produktion von 2000 bis 2022 in Prozent (eigene Darstellung nach Reichl & Schatz 2024)

Carmen Sippl: Auf welche Rohstoffe sind wir angewiesen, wofür brauchen wir sie, wo gibt es sie?

Frank Melcher: In Österreich werden jährlich über 77 Millionen Tonnen Rohstoffe gewonnen, vor allem Baurohstoffe (Döber & Schatz 2024). Es gibt noch zwei Metallerzbergwerke, den Steirischen Erzberg, den zweitgrößten Eisenbergbau in der Europäischen Union, und Felbertal bei Mittersill mit Wolframerz. Am Erzberg werden jährlich etwa 12 Millionen Tonnen Gestein abgebaut, aus denen insgesamt etwa 1 Million Tonnen Eisen gewonnen werden können (Abb. 2). Neun Millionen Tonnen müssen als Reststoffe deponiert werden, und bei der metallurgischen Verhüttung des Erzes im Stahlwerk entsteht Kohlendioxid. Bei Wolframerz, einem kritischen Rohstoff, steht Österreich immerhin an Nummer 7 der Weltbergbauproduktion (Reichl & Schatz 2024). Eine gute Position hat Österreich auch beim Bergbau auf Magnesit (zur Herstellung von Magnesia z. B. für Feuerfestprodukte), Talk, Salz und Gips. Bei den Energierohstoffen ist die kontinuierlich sinkende Produktion von Öl (im Wiener Becken) und Erdgas (Oberösterreich) zu nennen (Döber & Schatz 2024).

Niederösterreich hat eine lange Tradition im Bergbau auf Grafit, der bis in die 1980er Jahre im Waldviertel gewonnen wurde, aber auch von Steinkohle und Braunkohle. Heute wird noch Erdöl produziert, neben den Baurohstoffen Sand, Kalk, Ton und Hartgesteinen. Ganz spannend war auch die Gewinnung von Gold durch die Römer südlich von Neukirchen.

Carmen Sippl: Welche Folgen haben der Abbau und die Gewinnung dieser Rohstoffe? Was muss bei der Folgenabschätzung berücksichtigt werden?

Frank Melcher: Rohstoffabbau ist natürlich immer invasiv. Bergbauaktivitäten hinterlassen oft Hohlräume in der Landschaft, vor allem wenn sie obertägig in Steinbrüchen oder Kiesgruben abgebaut werden. Diese Tagebaue können aber renaturiert werden. Aus Kiesabbaugebieten werden Naherholungsgebiete, mit Seen, in denen man schwimmen kann, oft ganze Erholungslandschaften. Beim Untertageabbau mit Stollen, Kavernen und Schächten können an der Oberfläche Senkungen auftreten, es kann auch zu Verbrüchen kommen. Das ist durchaus nicht ungefährlich. Aber unsere Erfahrung gerade in den Alpen zeigt, dass sehr viele kleine Bergbaue nach 50 bis 100 Jahren kaum mehr auffindbar sind. Die Natur holt sich das Gelände schnell zurück. Die Stolleneingänge werden unkenntlich, verrutschen oder werden versperrt und man sieht oft gar nicht mehr, dass dort einmal ein Bergbau war.

Allerdings hinterlässt Bergbau ja nicht nur wertvolle Dinge, sondern auch Reststoffe. Reststoffe, für die wir in der Vergangenheit keine Verwendung hatten, mussten deponiert werden. Die heutige Strategie zielt darauf ab, möglichst alles auch weiter zu verwenden, beispielsweise in der Bauindustrie. Bergbau verursacht auch Emissionen durch Staub und Erschütterungen beim Sprengen, aber man versucht diese heute mit modernen Methoden zu reduzieren.

Wenn Rohstoffe aufbereitet werden, wird oft mit Chemikalien gearbeitet und es können Rückstände entstehen, die gesundheitsschädlich sind. Diese müssen sicher verwahrt werden. Alle diese Punkte sind gesetzlich, zum Beispiel im Mineralrohstoffgesetz MinRog geregelt, und solche Betriebe und Deponien benötigen in der Regel Umweltverträglichkeitsprüfungen.

An der Montanuniversität in Leoben sind wir mittlerweile auf einem guten Weg, unseren Studierenden und der Industrie eine sehr nachhaltige Bergbautechnik und Rohstoffsuche anzubieten, so dass diese Risiken vermindert oder überhaupt vermieden werden können.

Carmen Sippl: Wie bedeutsam ist das europäische Miteinander für die Versorgungssicherheit?

Frank Melcher: Der Critical Raw Materials Act soll die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union dazu motivieren, zumindest einen Teil des Rohstoffbedarfs durch inländischen Bergbau oder durch Recycling zu gewinnen. Es wurden 34 Rohstoffe als kritisch und/oder strategisch definiert (Grohol & Veeh 2023). Bis zum Jahr 2030, also in nur noch fünf Jahren, sollen 10 % der strategischen Rohstoffe, die in der EU verbraucht werden, aus eigener Produktion stammen (European Union 2024). Bei sehr vielen Rohstoffen, beispielsweise bei Lithium, Kobalt oder Grafit, die wir für die Batterieproduktion brauchen, liegt die gesamte Produktion in der EU bei unter 1 %. Das heißt, wir müssen ganz massiv in die Aufsuchung und Erschließung von neuen Lagerstätten investieren. Dies kann nur im Miteinander geschehen, da nicht alle Länder gleich rohstoffreich sind beziehungsweise bestimmte Rohstoffe nur in speziellen geologischen Formationen vorkommen, die nicht überall gegeben sind.

Rohstoffreiche Länder in der EU sind Schweden, Finnland, Spanien, Portugal, Polen, Irland und Griechenland; eher rohstoffarm sind die Niederlande, Belgien, Dänemark, Ungarn, Kroatien oder die baltischen Staaten. Lange Bergbautradition, aber kaum neue Vorkommen und Explorationsinitiativen gibt es in Deutschland, Österreich, Frankreich und Italien. Die Strategie sollte nun sein, dass wir hier zusammenhelfen und schauen, dass

wir Rohstoffe, die wir in den EU-Ländern finden, tatsächlich auch in Produktion bringen. Das würde uns unabhängiger machen von der derzeitigen Praxis, dass wir fast alle Rohstoffe aus fernen Ländern beziehen. Das geht von Australien über Brasilien bis nach China und vor allem auch Afrika. Und das ist nicht im Sinne der europäischen Rohstoffstrategie. Das heißt also, wir müssen hier eindeutig viel mehr zusammenarbeiten.

Der Critical Raw-Materials-Act stellt die Weichen für ein neues Bewusstsein im Umgang mit Rohstoffen. Es wird ein sehr hoher Recycling-Anteil gefordert. Wir müssen 40 % der Rohstoffe in Zukunft auch wieder aus Recycling rückgewinnen. Es ist gerade für eine technische Hochschule wie die Montanuniversität Leoben eine wunderschöne Aufgabe, diese Methoden zu entwickeln; wie man zum Beispiel Rohstoffe aus Autobatterien rückgewinnen kann. Und da sehen wir große Chancen in der Technologieentwicklung.

*Carmen Sippl: Seit im Jahr 2000 der Atmosphärenchemiker und Nobelpreisträger Paul Crutzen das Anthropozän in die Diskussion gebracht hat, hat der Begriff Karriere gemacht. Inzwischen wird er über die disziplinären Grenzen hinweg verwendet, um die Mensch-Natur-Beziehungen aus ethischer, sozialer, kultureller und ökologischer Perspektive zu hinterfragen. Welche Rolle spielt dieser neue Blick auf die Verwobenheit von Natur, Technik und Kultur für das Wissen, das in der Schule vermittelt wird? Welche Empfehlungen geben Sie Lehrer*innen für gelingende Wissenschaftsbildung? Wie können wir Kinder und Jugendliche auf ihre Zukunft im Anthropozän gut vorbereiten?*

Frank Melcher: Das sind jetzt sehr viele wichtige Fragen. Obwohl der Begriff Anthropozän noch nicht Eingang in die geologische und stratigraphische Hierarchie gefunden hat, bietet er doch eine gewaltige Chance, das System Erde – Mensch – Umwelt zu vermitteln und Schüler*innen dafür zu interessieren, weil es sie selbst betrifft. Für uns als Universitätslehrer*innen ist es sehr wichtig, Schüler*innen schon früh diese Verwobenheit der Sphären unserer Erde – also das System Erde – zu vermitteln. Wir brauchen unbedingt neue brillante Köpfe in den MINT-Fächern, um die Herausforderungen der Zukunft zu meistern. Aber auch die nicht technisch-naturwissenschaftliche Seite (Kultur, Soziologie, Politik, Betriebswissenschaften, Rechtswissenschaften) muss über die Zusammenhänge informiert werden.

Ich stelle oft fest, dass selbst die einfachsten Begriffe aus dem Bereich der Geologie und der Rohstoffe bei Eintritt in die Universitäten nicht präsent sind und die Zusammenhänge erst erarbeitet werden müssen. Der Nutzen von Rohstoffen für die Gesellschaft sollte immer wieder an Beispielen demonstriert werden. Woher kommen die Rohstoffe im Smartphone? Wie viel Kupfer und Seltene Erden enthält ein Windkraftwerk? Wie funktioniert ein Computerchip? Da müssen wir tatsächlich in den Schulen viel mehr interdisziplinär zusammenarbeiten. Wir müssen versuchen, diese Inhalte zu transportieren, und das Bewusstsein, dass wir ohne Rohstoffe im Prinzip unser Leben so nicht leben können, wie wir es tun, fördern. Ich sage hier nicht, dass wir mehr Rohstoffe verbrauchen müssen, sondern wir müssen einfach einen gewissen vernünftigen Standard halten. Und das müssen wir den Schüler*innen ganz klar schon sehr früh vermitteln. Das heißt, sie müssen lernen, bewusst mit Rohstoffen umzugehen, sich um Recycling und Kreisläufe Gedanken zu machen. Aber sie sollten eben auch wissen, wo Rohstoffe herkommen, wie sie verarbeitet werden, wie dieser ganze Rohstoffzyklus abläuft. Und das kann man in der Schule in verschiedensten Fächern lehren.

Man kann Projekte mit den Schüler*innen organisieren, naheliegend natürlich in Geografie, aber auch in Biologie, Chemie, Sozialkunde, Gemeinschaftskunde. Auch die Pädä-

gog*innen sollten deutlich mehr Fortbildung und Weiterbildung erfahren. Wir bieten für Pädagogische Hochschulen auf Anfrage Weiterbildungen zum Thema kritische Rohstoffe an, um zu zeigen: Wie schaut ein Lithiumerz aus, was entsteht daraus? Wo finden wir es? Wie viel davon brauchen wir? Die Weltbergbauproduktion liegt derzeit bei unvorstellbaren 18 Milliarden Tonnen Rohstoffe pro Jahr (Abb. 3). Und diese gewaltigen Mengen, die abgebaut werden müssen, um unseren Lebensstandard zu halten oder zu verbessern, werden weiter zunehmen, weil auch die Bevölkerung wächst. Man muss den Schüler*innen, aber auch den Lehrenden und Eltern mitteilen, dass wir hier jetzt nicht einfach sagen können: Wir fahren das alles auf Null herunter, weil wir das Klima retten müssen. Natürlich müssen wir uns um unsere Umwelt sorgen und sie schützen, wo es geht. Aber wir müssen es auch so tun, dass wir unser Dasein und das unserer Nachfahren nicht gefährden. Das ist der Spagat, in dem wir uns zurzeit bewegen. Und deswegen ist es ganz wichtig, dieses Bewusstsein möglichst früh schon aufzubauen.

Daher mein Rat: interdisziplinäre Zusammenarbeit aller an den Schulen ist nötig, Fortbildungen sollen angeboten und besucht werden. Es ist egal, in welchem Fach unterrichtet wird, man kann solche Inhalte auch im Englischunterricht, in Geografie, aber auch Biologie, Chemie und Physik mit Beispielen diskutieren. Gesteine und Minerale sind chemisch und physikalisch erklärbar, und viele haben eine biogene Komponente. Der Nutzen von Rohstoffen für die Menschen sollte immer wieder an Beispielen demonstriert werden.

Literatur

- Crutzen, Paul J. & Stoermer, Eugene F. (2000). The “Anthropocene“. *Global Change IGBP Newsletter*, 41, 17–18.
- Döber, Heike & Schatz, Michael (2024). *Österreichisches Montan-Handbuch 2024*. Bundesministerium für Finanzen, Wien.
- European Union (2024). Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council of 11 April 2024 establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 and (EU) 2019/1020. Document 32024R1252. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32024R1252>
- Gibbard, Philip L.; Bauer, Andrew M.; Edgeworth, Matthew; Ruddiman, William F.; Gill, Jacquelyn L.; Merritts, Dorothy J.; Finney, Stanley C.; Edwards, Lucy E.; Walker, Michael J. C.; Maslin, Mark & Ellis, Erle C. (2022). A practical solution: the Anthropocene is a geological event, not a formal epoch. *Episodes*, 45/4, 349–357. <https://doi.org/10.18814/epiugs/2021/021029>
- Gradstein, Felix M.; Ogg, James G.; Schmitz, Mark D. & Ogg, Gabi M. (2012). *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier.
- Grohol, Milan & Veeh, Constanze (2023). *Study on the critical raw materials for the EU 2023 – European Commission: Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Final report*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585>

- Reichl, Christian & Schatz, Michael (2024). *World Mining Data 2024*. Volume 39. Federal Ministry of Finance, Vienna.
- Zalasiewicz, Jan; Head, Martin J.; Waters, Colin N.; Turner, Simon D.; Haff, Peter K.; Summerhayes, Colin; Williams, Mark; Cearreta, Alejandro; Wapre, Michael; Fairchild, Ian; Rose, Neil L.; Saito, Yoshiki; Leinfelder, Reinhold; Fialkiewicz-Kozielec, Barbara; An, Zhisheng; Syvitski, Jaia; Gałuszka, Agnieszka; McCarthy, Francine M. G.; Sul, Juliana Ivar do; Barnosky, Anthony; Cundy, Andrew B.; McNeill, J. R. & Zinke, Jens (2023). The Anthropocene within the Geological Time Scale: a response to fundamental questions. *Episodes*, 47/1, 65–83. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/2023/023025>

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Stratigraphisch signifikante Trends während der vergangenen 15.000 Jahre und der letzten 250 Jahre (modifiziert aus Gradstein et al. 2012, 1035)
- Abbildung 2: Der Steirische Erzberg. Blick von der Bohrschmiede nach Osten über den aktiven Tagebau in Richtung Pfaffenstein. Man beachte die Sprengung in Bildmitte, erkennbar an der weißen Staubwolke. (Foto: Frank Melcher)
- Abbildung 3: Die Weltbergbauproduktion von mineralischen Rohstoffen – ohne Baurohstoffe – von 1984 bis 2022. (a) Energierohstoffe sind Erdöl, Erdgas, Kohle und Uran; als Industriemineralien werden wertvolle Minerale wie Graphit, Diamant, Salz oder Phosphate bezeichnet. Metalle umfassen alle in (b) gesondert ausgewiesenen Produkte aus dem Metallerzbergbau. (b) Eisenmetalle werden in der Eisen- und Stahlindustrie verwendet (z. B. Eisen, Mangan, Chrom, Nickel); Nichteisenmetalle sind vor allem Kupfer, Zink, Blei, Lithium oder die Seltenen Erden; Edelmetalle umfassen Gold, Silber und die Platinmetalle. (Quelle: Reichl & Schatz 2024)
- Abbildung 4: Produktion mineralischer Rohstoffe nach Kontinenten in Millionen Tonnen im Jahr 2022, und Veränderung der Produktion von 2000 bis 2022 in Prozent (eigene Darstellung nach Reichl & Schatz 2024)

Wissenschaft verstehen – Zukünfte gestalten

Circular Narratives als Werkzeug für Zukunftsforschung

1. Einleitung

Das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“¹ verortet Forschung im Zusammenspiel von Märchen-, Kreislauf- und Zukunftswerkstatt als einen multiperspektivischen und multimodalen Prozess. Geschichten werden in der Märchenwerkstatt zu Forschungsinhalten, die von den Schüler*innen als Citizen Scientists mit gestalterischen Mitteln prozesshaft erkundet werden. In der Kreislaufwerkstatt geht es um Rohstoffe, ihre Entstehung, Nutzung und ihr Potenzial, sich in nachhaltige Kreisläufe einzuordnen. Sie werden spielerisch erkundet und so nicht nur in ihrer Singularität, sondern vor allem als Teil eines größeren Ganzen, zu dem auch wir als Menschen gehören, betrachtet. In der Zukunftswerkstatt werden die Schüler*innen dazu angeregt, eigene Zukunftsgeschichten zu erzählen und so die bisherigen Forschungsergebnisse in mögliche Zukunftsvorstellungen zu übersetzen. Die Zukünftekompetenz (futures literacy²) steht hier im Zentrum: Wer selbst Geschichten über Zukünfte erzählen kann, gewinnt auch Handlungsmacht, um eigene Zukünfte zu gestalten.

Im Rahmen der Kooperation mit den Schüler*innen reflektiert die Begleitforschung des Institute of Design Research Vienna sowie des Open Innovation in Science Center der Ludwig Boltzmann Gesellschaft das Potenzial, Forschung nicht als statisches Konstrukt vermittelter Fakten, sondern als dynamischen, erfahrungsorientierten Prozess zu begreifen. Dieser ermöglicht es, Forschungsergebnisse spielerisch zugänglich zu machen, neues Wissen zu generieren und dieses wiederum als Impuls für die Gestaltung von Zukunftsvorstellungen zu nutzen.

Vor diesem Hintergrund stellen sich zentrale Forschungsfragen: Inwiefern sind die Schüler*innen in der Lage, das erarbeitete Wissen produktiv zu nutzen und in Geschichten zu übersetzen? Welche Rückschlüsse erlauben die Circular Narratives hinsichtlich des Wissenstransfers im Werkstattzyklus? Und welches kommunikative Potenzial bergen die Circular Narratives im Kontext der Wissenschaftskommunikation?

1 Das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ (2022–2024, <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/futures-literacy/sparkling-science-projekt>) wurde gefördert von OeAD und BMBWF.

2 <https://www.unesco.org/en/futures-literacy>

2. Konzeption

2.1 Circular

Das 21. Jahrhundert stellt die Menschheit vor enorme ökologische Herausforderungen. Eine stark wachsende Weltbevölkerung, die rasche Zunahme des materiellen Wohlstandsniveaus in den aufstrebenden Volkswirtschaften und unsere Wirtschafts- und Lebensweise erhöhen permanent den Druck auf unseren Planeten. Die von der Wissenschaft definierten „planetaren Grenzen“ sind vielfach bereits überschritten und damit unsere ökologischen Lebensgrundlagen stark bedroht. (BMK 2022, 6)

Rohstoffe sind aus der Natur entnommene Urprodukte. Die Gewinnung dieser Rohstoffe ist mit dem rasant steigenden Bedarf, ausgelöst durch Bevölkerungswachstum, steigende Einkommen und Konsumverhalten, extrem belastend für die Ökosysteme unseres Planeten und bedroht so die Lebensgrundlagen aller. Das Ziel der Kreislaufwirtschaft ist, die Herstellung von Produkten und Dienstleistungen möglichst ressourcenschonend und unter geringem Emissionsausstoß zu gestalten, um so natürliche Systeme zu schützen. Statt stetigem übermäßigem Abbau neuer Rohstoffe sollen der Ressourcenverbrauch vermindert, Müll und Umweltverschmutzung vermieden sowie Treibhausgasemissionen verringert werden (vgl. BMK 2022, 18). Um diese Ziele zu erreichen, zeichnen die 10R-Grundsätze, veröffentlicht in der Kreislaufstrategie des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), einen Pfad von der „intelligenten Nutzung und Herstellung von Produkten und Infrastruktur“ (ebd.), über die „verlängerte Lebensdauer von Produkten, Komponenten und Infrastruktur“ (ebd.), hin zu einem finalen „Wiederverwerten von Materialien“ (ebd.).

Kreislaufwirtschaft schlägt einen nachhaltigen Umgang mit unseren Ressourcen vor: Was brauchen wir eigentlich? Wie konzipieren wir unsere Produkte und Dienstleistungen so, dass sie entweder lange nutzbar und/oder optimal weiterverwendbar sind? Wie stellen wir sicher, dass Recycling und thermische Verwertung der letzte Schritt in der Wertschöpfung sind?

Die Implementierung einer Kreislaufwirtschaft zielt darauf ab, durch effizientes Ressourcenmanagement minimalen negativen Einfluss auf unsere Ökosysteme zu haben. Diese Transformation ist jedoch nicht ausschließlich eine wirtschaftliche, sondern bedingt auch die Weiterentwicklung unseres sozialen, ökologischen und gesellschaftlichen Zusammenlebens. Wie verstehen wir uns als Agent*innen des Wandels, in einem System, das heute von Ausbeutung und Überkonsum geprägt ist?

Daniel Christian Wahl schreibt in seinem Buch *Regenerative Kulturen Gestalten*:

Anstatt die Umwelt weniger zu schädigen, müssen wir lernen, wie wir an der Umwelt teilhaben können – indem wir die Gesundheit der ökologischen Systeme als Grundlage für die Gestaltung nutzen. [...] Der Wechsel von einer fragmentierten Weltsicht hin zu einem mentalen Modell ganzer Systeme ist der bedeutende Sprung, den unsere Kultur machen muss [...] Nachhaltigkeit ist eine Entwicklung hin zu einem funktionalen Gewahrsein, dass alle Dinge miteinander verbunden sind; dass die Systeme des Handelns, des Bauwesens, der Gesellschaft, der Geologie und der Natur in Wirklichkeit ein einziges System integrierter Beziehungen sind [...]. (Wahl 2022, 56)

Nachhaltigkeit ist nicht ein auf unseren Ressourcenumgang beschränkter Teilaspekt, sondern durch die Vernetztheit von Systemen und deren Abhängigkeiten geprägt. Bedingt eine Transformation hin zu einer Kreislaufwirtschaft nicht tatsächlich auch den Wandel hin zu Kreislaufgesellschaften? Das heißt, es sind auch unsere Kulturen, die sich grundsätzlich verändern müssen: Anstatt ökologische Systeme als extern zu betrachten, müssen wir uns als essenziellen Teil von ihnen verstehen, den wir tagtäglich mitgestalten, um so unsere Lebensweisen mit den Auswirkungen in Verbindung zu setzen.

2.2 Narratives

Märchen sind in diesem Sparkling-Science-Projekt der Ausgangspunkt, um den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen zu erforschen und Ideen für die Zukunft zu entwickeln (Sipl 2023, 3).

Geschichten nehmen in diesem Projekt vielfältige Formen an. Zuerst dienen Märchen, als Erzählform den meisten Kindern geläufig, als Grundlage für die Auseinandersetzung. Rohstoffe spielen oft eine wichtige Rolle in Märchen: von Stroh über Kohle hin zu Gold. Es entsteht eine Verbindung zwischen dem benutzten Material und den Geschichten, die wir erzählen. Erzählungen sind immer auch eine Reflexion der Gesellschaft, in der sie erzählt werden. Sie formen sich aus ihrer Vergangenheit und praktizieren ihre Gegenwart. Wie Byung-Chul Han in seinem Essay *Die Krise der Narration* schreibt: „Erzählungen erzeugen soziale Kohäsion. Sie enthalten Sinnangebote und transportieren gemeinschaftsstiftende Werte“ (Han 2023, 88). Wie können wir diese Form der kulturellen Praktik nützen, um aus der Vergangenheit, über unsere Gegenwart hin zu Vorstellungen über Zukünfte zu gelangen, die es mit den Schüler*innen zu erkunden gilt?

Leben ist Erzählen. Der Mensch als *animal narrans* unterscheidet sich vom Tier dadurch, dass er erzählend neue Lebensformen realisiert. Die Erzählung hat die Kraft des Neuanfangs. Jede weltverändernde Handlung setzt eine Erzählung voraus. (Han 2023, 95)

Ausgehend von Märchen und Sagen werden Narrative im Projekt „Es wird einmal ...“ so zum Gestaltungsspielraum, der es den Schüler*innen ermöglichen soll, Vorstellungen für Zukünftiges zu erzählen und so Handlungsräume zu eröffnen.

2.3 Wissenschaft und Forschung

Citizen Science-Projekte haben das Potenzial, Menschen für Forschung zu begeistern und diese einem breiten Publikum zugänglich zu machen. Es soll Skepsis gegenüber wissenschaftlichen Prozessen und Ergebnissen abgebaut werden, und Forschung als *von der Gesellschaft gestaltbar* erfahrbar gemacht werden. Forschung kann sowohl Innovationen hervorbringen, die konkrete Problemstellungen lösen, als auch unsere (kulturellen) Praktiken prägen. So kann sie zu nachhaltiger Veränderung unserer Gesellschaften beitragen. Forschung befähigt, unsere (eigenen) Zukünfte zu gestalten.

In ihrem Artikel „Scientific Literacy: an Imperative for a Complex World“ differenzieren Schneegans und Nair-Bedouelle (2021) zwischen *Science Literacy* – verstanden als die Aneignung wissenschaftlicher Techniken und Methoden – und *Scientific Literacy*, welche die Vermittlung der wissenschaftlichen Denkweise in den Vordergrund stellt. Diese basiert auf Beobachtung, Messung und Experiment (“the scientific method, which hinges on observation, measurement and experimentation”, Schneegans & Nair-Bedouelle, 2021).

Ziel von *Scientific Literacy* ist es, einem breiten Teil der Bevölkerung wissenschaftliches Denken zugänglich zu machen, Wissenschaftsskepsis abzubauen und Menschen dazu zu befähigen, Herausforderungen analytisch zu begegnen (“to equip people to approach problems from an analytical perspective”, ebd.). Ein zentrales Element ist dabei der reflektierte Umgang mit Unsicherheiten sowie das Verständnis, dass wissenschaftliche Erkenntnisse nicht als absolute Wahrheiten, sondern als Ergebnisse fortlaufender Überprüfungsprozesse zu betrachten sind. Das Verständnis, dass solche Anpassungen weder als Ungenauigkeiten zu werten noch als Infragestellung der Wissenschaft insgesamt zu verstehen sind, sondern vielmehr als inhärente Merkmale eines kontinuierlichen wissenschaftlichen Lernprozesses gelten, ist zentral.

Vor diesem Hintergrund betonen die Autorinnen die Notwendigkeit, mündige und resiliente Bürger*innen auszubilden, die aktiv, kritisch und informiert an gesellschaftlichen Entwicklungen mitwirken können. Denn: “Science has value only if we know where to find it, what to do with it and how to integrate it into a wider system for the well-being of humanity and the planet. That system must include a scientifically literate population” (ebd.).

2.4 Zusammenspiel Circular + Narratives + Wissenschaft

Zentral in der Umsetzung des Projekts ist die Ermächtigung der Kinder zu forschen und den Schüler*innen ein breites Bild von Forschung zu eröffnen. Das Narrativ dient dazu, die Forschungsergebnisse in die eigene Vorstellungswelt zu übersetzen und Wissenschaft als etwas zu begreifen, das nicht außerhalb von uns stattfindet, sondern ein Prozess ist, an dem wir aktiv beteiligt sein können. Die Aneignung wissenschaftlicher Prozesse und der daraus resultierenden Ergebnisse eröffnen die Möglichkeit, das Gelernte als Werkzeug für die Entwicklung von Ideen für zukünftige Lebensweisen zu sehen.

3. Der Werkstattzyklus

Der Werkstattzyklus bietet den Schüler*innen einen Werkzeugkasten an Zugängen zu Forschung. Er setzt sich zusammen aus Märchenwerkstatt, Kreislaufwerkstatt und Zukunftswerkstatt.

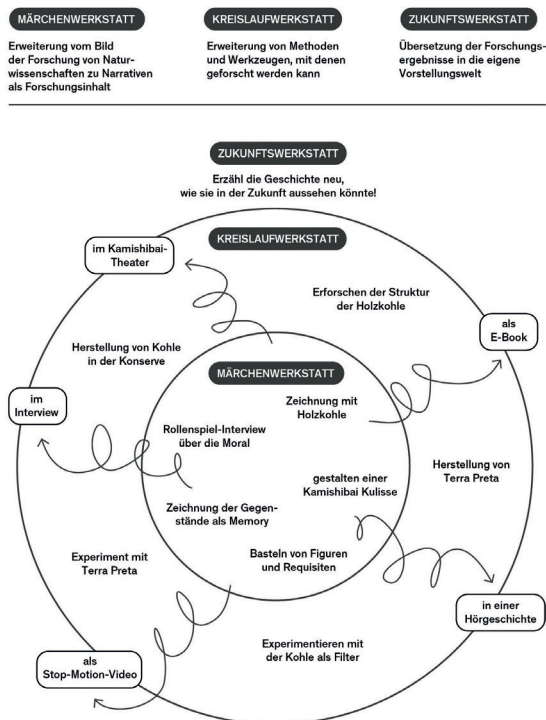


Abbildung 1: Der Werkstattzyklus³ (eigene Darstellung)

3.1 Die Märchenwerkstatt

Die Märchenwerkstatt ermöglicht nicht nur eine theoretische Auseinandersetzung mit einem bekannten Stoff (dem Märchen), sondern durch Praxis auch eine verkörperte Auseinandersetzung. Das Herstellen von Figuren, das Malen von Bildern oder die Arbeit mit dem im jeweiligen Märchen zentralen Rohstoff öffnen andere Perspektiven auf die Geschichten. Dabei rückt der Entstehungsprozess und nicht das Endprodukt in den Vordergrund. Implizit wird hier vermittelt, dass Forscher*innen sich nicht nur mit naturwissenschaftlichen Themen auseinandersetzen, sondern dass auch Narrative – hier Märchen oder regionale Sagen – Objekte wissenschaftlicher Forschung sein können. Die Kinder sind Märchenforscher*innen, wobei die Konzeption der Werkstatt ihnen ermöglicht, das Märchen über verschiedene Sinne und Methoden prozesshaft zu erfahren und sich anzueignen.

3 Kamishibai ist ein japanisches Straßentheater auf der Basis von Bildgeschichten, vgl. <https://www.japan-society.org.uk/resource?resource=56#:~:text=Kamishibai%20is%20a%20traditional%20form,are%20shown%20to%20the%20students>

In der Märchenwerkstatt können die Schüler*innen Narrative als Forschungsinhalte erkunden. In kreativ-künstlerischer Auseinandersetzung werden die Figuren, Gegenstände und Lebenswelten der Märchen und Sagen erkundet, um die Geschichten so in die eigene Vorstellungswelt zu übersetzen. Die Narrative dienen als Grundlage: Werkzeuge werden entwickelt, um komplexe Inhalte in Geschichten zu übersetzen. Die Freiheit, einen eigenen Raum zu entwickeln, wird geschaffen.

3.2 Die Kreislaufwerkstatt

Zu Beginn der Kreislaufwerkstatt werden die Begriffe „Rohstoff“, „Wertstoff“ und „Kreislauf“ mit den Schüler*innen besprochen (Abb. 2). Was stellen die Schüler*innen sich bereits darunter vor und was könnte das für ihre lokalen Rohstoffe bedeuten?

	VS Bad Fischau Kies	VS Hohe Wand Holzkohle	VS Welkersdorf Marmor	VS Grünbach Steinkohle	VS Drosendorf Grafit	VS St. Valentin Kunststoff
ROHSTOFF	Was mit dem man andere Dinge machen kann.	Holz für die Holzkohle Fleisch, wenn es roh ist.		Wie das Steak von der Kuh. So ein Ding was roh ist. Rohes Fleisch?		Bei Plastik ist der Rohstoff Erdöl.
WERTSTOFF	Dinge die schon benutzt worden sind. Kann man zur Erde etwas hinzufügen?	Wenn es Wert hat.		Ein Stoff der etwas Wert ist.	Bleistift kann man durch Füller ersetzen.	Etwas wertvolles
KREISLAUF	Geht immer wieder weiter Man kann aus Kies ein Haus bauen, dann das Haus abreißen und ein neues Haus bauen.	Blume wächst - Samen - wird wieder Erde	Der Blutmarmor mit Regen zerbröckelt und dann wird er zu Sand.	Blutkreislauf - Wenn immer Blut fließt Stromkreislauf		Wenn Plastik wieder verwendet wird ein Tier isst das andere, das Tier isst etwas, wird wieder gegessen, immer so weiter...

Abbildung 2: Kommentare der Kinder (eigene Darstellung)

Die *Kreislaufwerkstatt* schlägt eine mögliche Kreislauffähigkeit der sechs schulspezifischen lokalen Rohstoffe vor. Kann sich der Rohstoff als Wertstoff in einen Kreislauf eingliedern? Den Schüler*innen wird ein systematisches Kennenlernen, ein Erforschen des Rohstoffs und seiner Zusammenhänge ermöglicht. Der Rohstoff, seine Entstehung, Abbau und Nutzung sind nicht abgeschlossene Prozesse, sondern in unsere sozialen und materiellen Lebensrealitäten eingebettet. Es sind diese Zusammenhänge, die in der Kreislaufwerkstatt zur Diskussion gestellt werden. In Stationen können die Schüler*innen anhand von Experimenten, Modellen und Recherchen Zusammenhänge erforschen.

Die Entstehung und der Nutzen von Kies werden mit dem Bau eines Wasserfilters beobachtet. Steinkohle und Grafit entstehen über Millionen von Jahren unter Luftabschluss, hohem Druck und hohen Temperaturen. Die Schüler*innen haben erwärmte Sandsäcke zur Verfügung: Sie schlagen ihre Hände in die Säcke und können dann selbst oder unterstützt von ihren Kolleg*innen Druck aufbauen. Die Schüler*innen können sich vorstellen, wie es sich anfühlt, unter Druck und Temperatur jahrelang im Dunkeln unter der Erde zu verharren. Sie reflektieren über die Zeit und den Wert von Rohstoffen, die über so lange Zeit entstehen.

Zum Rohstoff Graft recherchieren die Schüler*innen, wie Bleistifte gemacht werden. Sie mischen selbst die Zutaten, Graft, Ton und Wachs, zusammen, die dann gebrannt werden. Während des Brennvorgangs ist das Graft „verschwunden“, nicht mehr sichtbar. Dies gibt uns die Möglichkeit, mit den Schüler*innen Forschungs- und Entwicklungsprozesse sowie das Scheitern von Versuchen zu besprechen.

Kies findet seine größte Anwendung im Bauwesen. Im Jahr 2021 präsentierten die zwei Designbüros Process Studio und EOOS Next ein Forschungsprojekt der Universität für Bodenkultur Wien während der *Biennale For Change* im Museum für Angewandte Kunst Wien. Anhand von Satellitenbildern wurde die Massenverteilung Österreichs analysiert und errechnet, dass die Masse Österreichs ungefähr aus einem Drittel Häusern, einem Drittel Verkehrswegen und einem weiteren Drittel Biomasse besteht.⁴ Für die Veranschaulichung in der Kreislaufwerkstatt wurde ein Schachbrett mit quadratischen Kärtchen für jede der drei Kategorien entwickelt. Die Kinder können das Feld bebauen. Da Masse nicht gleich Fläche ist, passen allerdings nicht alle Kärtchen auf das Feld. Die meisten Gruppen legen die Kärt-

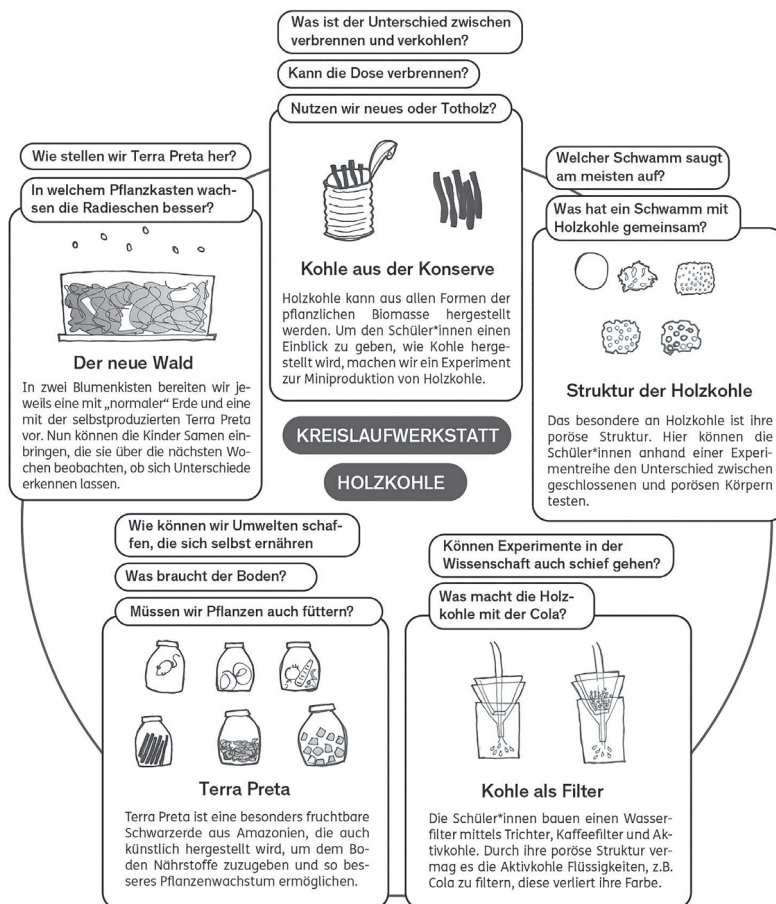


Abbildung 3: Kreislaufwerkstatt Holzkohle – VS Hohe Wand-Stollhof (eigene Darstellung)

4 https://www.mak.at/en/program/exhibitions/digital_circular

chen so schnell sie nur können auf das Feld. Als sie feststellen, dass nicht alle darauf passen, fangen sie an, Kärtchen übereinander zu legen. Eine Gruppe legt alle Häuser aufeinander. Ein Schüler fragt, ob man den Rest nicht einfach unter das Feld schieben könnte? Daraus ergeben sich Gespräche über die aus den Anordnungen resultierende Lebensqualität. Manche Gruppen legen die Kärtchen ein zweites Mal, um eine andere Verteilung zu schaffen.

Der Aufbau der Kreislaufwerkstätten erschließt den Kindern die Vernetztheit des lokalen Rohstoffs und macht die verschiedenen Aspekte bildlich erfahrbar. Den Kindern werden nicht direkt Fakten und Zahlen vermittelt. Sie werden angeregt, eigenständig Informationen zu finden und Überlegungen anzustellen: unterschiedliche Perspektiven und Werkzeuge der Forschung kennenzulernen. Sie werden durch den Prozess der Werkstatt, vom Rohstoff, über dessen Potenzial als Wertstoff, hin zu einem Kreislauf geführt.

Je nach Rohstoff findet eine andere Gewichtung statt. Holzkohle, zum Beispiel (Abb. 3), wird aus dem Rohstoff Holz hergestellt. Es werden die Nutzung verschiedener Holzquellen, die Besonderheiten von Holzkohle sowie deren Rückführung und Nutzung in und für biologische Kreisläufe besprochen. Für Marmor und Kies werden technische Kreisläufe vorgeschlagen, die den Rohstoff als Wertstoff so lange wie möglich im Kreislauf halten. Die Steinkohle wiederum wird als Quelle für Wärme- und Energiegewinnung hinterfragt und so werden Möglichkeiten alternativer Energiegewinnung eröffnet. Müllhalden werden zu Abbaustätten für bereits existierenden Kunststoff, der durch Wiedergewinnung zum Wertstoff wird.

Im Rahmen der Kreislaufwerkstatt finden an jedem Schulstandort Exkursionen zu den Lagerstätten bzw. zu Rohstoff verarbeitenden Unternehmen statt. Die Schüler*innen erhalten einen Einblick in die Lebenswelt ihrer lokalen Rohstoffe.

3.3 Die Zukunftswerkstatt

In der *Zukunftswerkstatt* werden die Kinder dazu angeregt, eigene Zukunftsgeschichten zu erzählen. Dies stärkt die „futures literacy“ der Kinder und kann eine ermächtigende Wirkung haben: Wer selbst Geschichten über Zukünfte erzählen kann, bekommt auch Handlungsmacht zur Gestaltung eigener Zukünfte. In dieser Vorstellung von Zukunftsforschung*innen wird klar, dass Forschung immer auch von den Kindern selbst lenkbare Gestaltung bedeutet.

Die Schüler*innen wählen hier aus verschiedenen Medien (Kamishibai, E-Book, Stop-Motion-Film, Hörgeschichte, Interview), mithilfe derer sie ihre Zukunftsgeschichten erarbeiten wollen, und arbeiten meist in Gruppen an der Übersetzung der Forschungsergebnisse in Zukunftsgeschichten.

4. Circular Narratives

Die Begleitforschung betrachtet die während der Zukunftswerkstatt entstandenen Materialien und zieht Schlüsse hinsichtlich der Fähigkeit der Schüler*innen, das während des Werkstattzyklus erarbeitete Wissen in die eigene Vorstellungswelt zu übersetzen. Um Verständnis von und für Wissenschaft und Forschung zu ermöglichen, müssen Zugänge geschaffen werden, die es den Kindern ermöglichen, abstrakte Konzepte und Tatsachen in eine eigene

Vorstellungswelt zu übersetzen. Die entstandenen Geschichten bzw. Fragmente erlauben Rückschlüsse über die Fähigkeit der Schüler*innen, diesen Transformationsschritt zu vollziehen, sowie darüber, wie sie die Erkenntnisse aus der Märchen- und der Kreislaufwerkstatt in eigene Erzählungen übersetzen. Das Potenzial der Wertstoffgeschichten für die Wissenschaftskommunikation liegt im Prozess von *Wissen schaffen* über die Fähigkeit mit Wissen zu arbeiten und, im Weiteren, aus diesem Wissen Möglichkeitsräume zu generieren. Die entstandenen Circular Narratives in ihrer gesamten Vielfalt werden hier zum Möglichkeitsraum, in dem Erkenntnisse aus dem Forschungsprozess und das Forschen selbst zu Gestaltungswerkzeugen werden, um unsere Gegenwart zu hinterfragen und Bilder für Zukünfte zu gestalten.

Im Zuge der Begleitforschung wurden die Ergebnisse der Zukunftswerkstätten sowie die begleitenden Beobachtungen aus dem gesamten Werkstattzyklus qualitativ analysiert. Die Überlegungen, Fragmente und die teilweise entstandenen Geschichten aus der Zukunftswerkstatt wurden hinsichtlich ihres Bezugs zu Nachhaltigkeit dokumentiert und nebeneinandergestellt, um Muster in ihren Übersetzungs- und Entwicklungsschritten hin zu einem zirkulären Gedanken zu identifizieren (Abb. 4). In der Analyse des von den Schüler*innen erzeugten Materials wurden drei Schritte in der Übersetzung hin zu Circular Narratives identifiziert:

- Wiedergabe: Die Schüler*innen identifizieren Problemstellungen, die sie in den Werkstätten gelernt oder bereits in ihrem Alltag gehört haben.
 Problem: Die Menschen haben zu viele Häuser gebaut
 Problem: Umwelt wird ausgerottet
 Problem: Weltuntergang wegen Klimawandel
- Verknüpfung und Umformung: Die Problemstellungen werden mit Lösungsansätzen verknüpft.
 Problem: Es wird nur wenig Holz geben
 Lösungsansatz: Die Schüler*innen entwickeln die Idee von einem Haus der Zukunft. Es wird mit Ziegeln aus Pilzen gebaut, es wird recycletes Glas für die Fenster verwendet und es kann kompostiert werden.
- Aneignung: Problemstellungen werden in Strategien umgewandelt und in Form von Circular Narratives in die eigene Vorstellungswelt übersetzt. Es entstehen Geschichten.
 Beispiel: Das Gluttpfchen der Zukunft – VS Hohe Wand-Stollhof (Abb. 5)

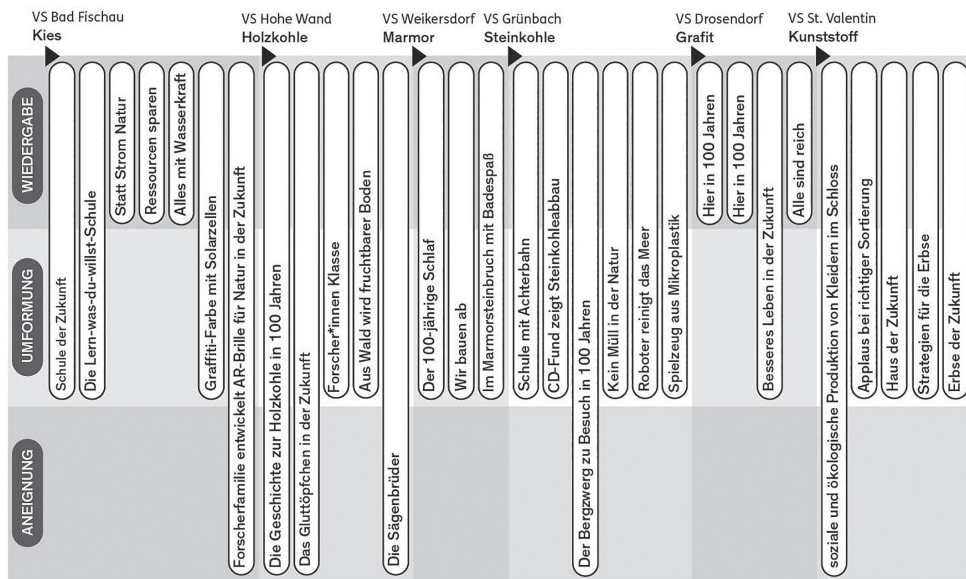


Abbildung 4: Übersicht Geschichten mit Nachhaltigkeitsbezug (eigene Darstellung)

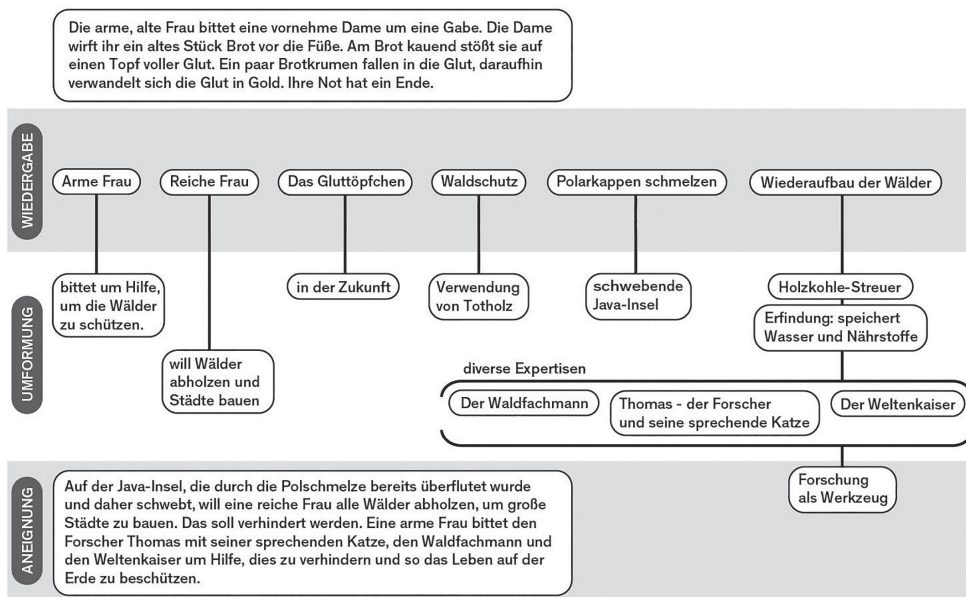


Abbildung 5: Das Glutöpfchen der Zukunft – VS Hohe Wand-Stollhof (eigene Darstellung)

5. Fazit

Im Rahmen des Werkstattzyklus werden nahbare Zugänge zu Forschung geschaffen, die es den Schüler*innen ermöglichen, die Rohstoffe, nah an ihren Lebenswelten, zu erfassen. Die Märchen und regionalen Sagen sowie die Auseinandersetzung mit lokalen Rohstoffen und die Exkursionen zu Lagerstätten am Schulstandort stärken die Beziehung der Schüler*innen zu den Inhalten, die erarbeitet werden. Während der Märchen- und der Kreislaufwerkstatt suchen die Kinder Informationen, besprechen Fragen zu den jeweiligen Themen und setzen sich mit den Modellen und Versuchen auseinander. Die tatsächliche Übersetzung dieser Inhalte in eigene Geschichten findet teilweise statt. Es entstehen diverse Formate, die höchst subjektiv und durch die genutzten Medien, die Form der Auseinandersetzung, geprägt sind. Viele der Ergebnisse haben jedenfalls Nachhaltigkeit zum Thema. Der Erfolg des Formats wird stark durch die Faktoren Zeit und Freiraum bestimmt. Die Werkstätten waren meist punktuelle Interventionen des Projektteams. Je nach Engagement der Lehrkräfte war die Auseinandersetzung mit den Themen abseits der Werkstätten unterschiedlich intensiv. Durch Einbettung des Zyklus in den Unterricht könnte das Potenzial des zugrundeliegenden Konzepts mehr Raum entfalten. So könnte auch eine fächerübergreifende Auseinandersetzung stattfinden und Forschung als Grundlage unseres Wissens nachhaltig etabliert werden.

Der innerhalb des Projekts entstandene Freiraum bietet den Schüler*innen jedoch die Möglichkeit, ihren Fantasien freien Lauf zu lassen. Es entstehen vielfältige Erzählungen, die außerhalb des Schulalltags Platz greifen. Die entstandenen Fragmente verweisen auf die Inhalte der Werkstätten: Sie referenzieren Teile der Märchen und Sagen und beziehen sich implizit und explizit auf die in den Werkstätten behandelten Zusammenhänge. Die Geschichten erzählen nicht unbedingt über Zukünftiges. Vielleicht sind sie dennoch Zukunftsgeschichten? Sie handeln oft von Freundschaft, Abenteuern, Wäldern und unserem Zusammenleben mit menschlichen und nichtmenschlichen Lebewesen.

Die Ergebnisse zeigen, dass das innovative methodische Vorgehen im Rahmen des Werkstattzyklus das Potenzial der Circular Narratives nutzt, um sich neues Wissen anzueignen. Die Wertstoffgeschichten geben Schüler*innen Freiraum, dieses Wissen in eigene Vorstellungswelten zu übersetzen. Um Forschung als zu nutzende Ressource zu etablieren, muss sie geübt werden und stetiger Bestandteil der Auseinandersetzung sein: Was will ich wissen und wie komme ich an Informationen? Die Methode des Storytellings dient als Rahmenwerk. In ihm (be)finden sich die Schüler*innen, um komplexe wissenschaftliche Zusammenhänge zu erkunden. Dieser Umgang mit Wissen kann als Grundlage für das Selbstbewusstsein dienen, eigene Geschichten über Zukünfte zu erzählen und Möglichkeitsräume eröffnen.

Literatur

- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2022). *Österreich auf dem Weg zu einer nachhaltigen und zirkulären Gesellschaft. Die österreichische Kreislaufwirtschaftsstrategie*. BMK.
- Escobar, Arturo (2018). *Designs for the Pluriverse: Radical Interdependence, Autonomy, and the Making of Worlds*. Duke University Press.

- Han, Byung-Chul (2023). *Die Krise der Narration*. Matthes & Seitz Berlin.
- Latour, Bruno & Schultze, Nikolaj (2022). *Zur Entstehung einer ökologischen Klasse. Ein Memorandum*. Suhrkamp.
- Schalansky, Judith (2023). *Schwankende Kanarien*. Verbrecher Verlag.
- Schneegans, S. & Nair-Bedouelle, S. (2021). Scientific literacy: an imperative for a complex world. In S- Schneegans, T. Straza & J. Lewis (eds.), *UNESCO Science Report: the Race Against Time for Smarter Development*. UNESCO Publishing.
- Sippl, Carmen (Hrsg.) (2023). „Es wird einmal ...“ *Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän. Leitfaden für die Citizen-Science-Forschung an den Volksschulen*. Pädagogische Hochschule Niederösterreich (Teilrechtsfähigkeit). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a1.120>
- Wahl, Daniel Christian (2022). *Designing Regenerative Cultures*. Triarchy Press.
- Wall Kimmerer, Robin (2014). *Braiding Sweetgrass: Indigenous Wisdom, Scientific Knowledge and the Teachings of Plants*. Ingram Publisher Services.

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: *Der Werkstattzyklus* (eigene Darstellung)
- Abbildung 2: *Kommentare der Kinder* (eigene Darstellung)
- Abbildung 3: *Kreislaufwerkstatt Holzkohle – VS Hohe Wand-Stollhof* (eigene Darstellung)
- Abbildung 4: *Übersicht Geschichten mit Nachhaltigkeitsbezug* (eigene Darstellung)
- Abbildung 5: *Das Glutöpfchen der Zukunft – VS Hohe Wand-Stollhof* (eigene Darstellung)

„Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten als Zukunftserzählungen im Anthropozän

Zum Potenzial der Zukunftswerkstatt für Wissenschafts- als Zukünftebildung in der Primarstufe

1. Einleitung: vom Märchen zur Zukunftserzählung

*Es wird einmal in 100 Jahren ...
Eine Lern-wo-du-willst-Schule.
Schüler*in einer 3. Klasse Volksschule¹*

„Es war einmal ...“: Der formelhafte Auftakt ist das sprachliche Erkennungszeichen der Textsorte Märchen, die (fast) jedes Kind seit der frühen Kindheit kennt. Die fantastischen Elemente und die prototypische Erzählstruktur der Märchen, die Emotionen und die Empathie, die in und mit ihnen geweckt werden, machen sie zum „Eingangstor zur literarischen Bildung“ (Spinner 2020, 55). Der Literaturdidaktiker Kaspar H. Spinner weist zudem darauf hin, dass die „Begegnung mit Märchen [...] historisches Bewusstsein unterstützen“ kann, mit Blick auf „die Lebensumstände der Märchenfiguren“ (ebd., 56) in einer imaginierten Vergangenheit auf der Handlungsebene, mit Blick auf veraltete Redeweisen und Begrifflichkeiten auf der sprachlichen Ebene. In der Primarstufe wird die Textsorte Märchen gerne genutzt, um ausgehend von der Grundstruktur der Heldenreise Erzählvariationen mündlich, schriftlich, intermedial zu erproben (vgl. Schilcher & Knott 2020) und diese als Zukunftsmärchen auch in eine imaginierte Zukunft zu projizieren (vgl. Sippl & Tengler 2024).

Zur Grundausrüstung von Märchen gehören auch ihre materialen Kontexte: Die sieben Zwerge bauen Erz ab, Rumpelstilzchen spinnt Stroh zu Gold und die Königstochter weiß, dass Salz letztlich wertvoller als Gold und Edelsteine ist. Aus der Gegenwart des Anthropozäns betrachtet, zwingt der Blick auf diese materialen Kontexte zu einer Neubewertung: Denn Erz ist ein nichtnachwachsender metallischer Rohstoff, dessen Abbau die tiefgreifende Umwandlung von Land, wie die Rodung von Regenwald, bedeutet; bei der Goldgewinnung kommt Quecksilber zum Einsatz, das Nahrungsketten vergiftet und schwere Schäden hervorruft; auch der Salzabbau hat einschneidende Folgen für die Landschaft und ihre Ökosysteme.

Die Fokussierung auf die in Märchen oftmals eine handlungsleitende Rolle spielende Materie kann genutzt werden, um mit Schüler*innen Stoffkreisläufe und Nutzungszusammenhänge zu erforschen und dabei das Potenzial von Storytelling für Zukünftebildung zu

1 Aus einer „Zukunftserzählung“ (Rechtschreibung sic im Original), entstanden im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“, vgl. Abschnitt 3.2 dieses Beitrags.

nutzen. Das Ziel ist der Wechsel der Perspektive: Der Boden ist aus diesem ungewohnten Blickwinkel zu entdecken als ein Schatz, der nicht nur – als Ressource – zu heben, sondern nachhaltig – als Wertstoff – zu pflegen ist.

Mit „Es wird einmal ...“ können dementsprechend Zukunftserzählungen beginnen, welche die Lebens(kreis)läufe von Materie bzw. regionalen Rohstoffen als nachhaltige Wertstoffgeschichten erzählen. Dabei kann eine Vorstellung davon entwickelt werden, wie Ressourcennutzung im geschlossenen Kreislauf funktionieren könnte, in einer imaginierten Zukunft, in der die Biosphäre als Modell für die Technosphäre (vgl. Leinfelder 2022) fungiert.

Im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän² stellten die materialen Kontexte von Märchen den Ausgangspunkt dar, um den im *Europäischen Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit GreenComp* (Bianchi, Pisiotis & Cabrera 2022) verankerten Teilbereich „Visionen für eine nachhaltige Zukunft entwickeln“ auf seine Anwendbarkeit auf den Schulunterricht in der pädagogischen Praxis der Primarstufe zu erproben.³ Der *GreenComp* benennt als seine Zielsetzung,

ein Nachhaltigkeitsdenken zu fördern, indem die Nutzerinnen und Nutzer dabei unterstützt werden, die Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen zu entwickeln, um empathisch, verantwortungsvoll und mit Sorge für unseren Planeten zu denken, zu planen und zu handeln. (Bianchi, Pisiotis & Cabrera 2022, 2)

Der „Referenzrahmen für Nachhaltigkeitskompetenzen“ (ebd.) ordnet zwölf Kompetenzen vier Bereichen zu: „Wertschätzung der Nachhaltigkeit“, „Unterstützung der Gerechtigkeit“ und „Förderung der Natur“ bilden den Kompetenzbereich „Verankerung von Nachhaltigkeitswerten“, „Systemorientiertes Denken“, „Kritisches Denken“ und „Problemformulierung“ sind dem Kompetenzbereich „Berücksichtigung der Komplexität der Nachhaltigkeit“ zugeordnet; der Kompetenzbereich „Visionen für eine nachhaltige Zukunft“ umfasst „Zukunftskompetenz“, „Anpassungsfähigkeit“ und „Forschungsorientiertes Denken“, der Kompetenzbereich „Handeln für Nachhaltigkeit“ besteht aus den Teilkompetenzen „Politisches Handeln“, „Kollektives Handeln“ und „Individuelle Initiative“ (vgl. ebd.).

Der folgende Beitrag stellt das didaktische Konzept eines dreiteiligen Werkstattzyklus vor, der aus der Methode der Zukunftswerkstatt nach Robert Jungk für den Unterricht entwickelt wurde, um die drei Teilkompetenzen des Kompetenzbereichs „Visionen für eine nachhaltige Zukunft“ zu fördern, unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen der Primarstufe/Grundstufe 2 (Abschnitt 2). Im dritten Teil des Werkstattzyklus, der angelehnt an das Ausgangskonzept „Zukunftswerkstatt“ benannt ist, sollten neue Geschichten entstehen. Als „Zukunftserzählungen“ können sie auf das (in der Märchenwerkstatt als ersten Teil des Werkstattzyklus verwendete) Ausgangsmärchen rekurren, das in der Erforschung eines

2 Das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ (2022–2024, <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/futures-literacy/sparkling-science-projekt>) wurde gefördert von OeAD und BMBWF. Vgl. den Projekt-Leitfaden als Handreichung für die Citizen-Science-Forschung an den beteiligten Volksschulen, der im Open Access auf der Projektwebseite zur analogen oder angepassten Verwendung zur Verfügung steht (Sippl et al. 2023).

3 Der *GreenComp* war zu Projektstart soeben erschienen. Weitere Forschungsinteressen in diesem Projekt galten der Werteorientierung und dem Kreislaufgedanken, vgl. die Beiträge von Robert Kamper, Ronja Grossar und Sophia Guggenberger in diesem Band.

regionalen Rohstoffs (in der Kreislaufwerkstatt als zweiten Teil des Werkstattzyklus) gewonnene Wissen einbringen und die Zukunft des Rohstoffs als Wertstoff im Kreislauf imaginieren. Inwieweit dies gelungen ist, wird beispielhaft vorgestellt (Abschnitt 3), um abschließend das Potenzial der Zukunftswerkstatt für Wissenschafts- als Zukunftsbildung in der Primarstufe zu diskutieren und das Konzept von *Futures Literacy* als Zukunftsgestaltungskompetenz zu konkretisieren (Abschnitt 4).

2. Didaktisches Konzept: Zukunftsforschung im Werkstattzyklus

Zukunft wird von den Menschen in ihren Lebenswelten gestaltet. Im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ sollten Schüler*innen der Primarstufe Ressourcennutzung im geschlossenen Kreislauf anhand regionaler Rohstoffe kennenlernen, also im Kontext ihrer lokalen und kommunalen Lebenswirklichkeit. Dabei konnten sie Bezugspersonen aus ihrem Umfeld und der Gemeinde (Groß-/Eltern, Geschwister, Pädagog*innen, Kommunalpolitiker*innen, Arbeiter*innen, Fachexpert*innen, Wirtschaftstreibende) mit einbeziehen, unterstützt durch Exkursionen an Primärerfahrungsorte (wie Abbaustätten, Lernlabore, Museen). Sie erforschten auf diese Weise als Citizen Scientists lokales Wissen und Können bezüglich Rohstoffgewinnung und -nutzung, in deren ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimensionen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Region. Ein implizites Ziel dieses Forschungsprozesses war es, ein Verständnis dafür zu entwickeln, dass „Nachhaltigkeit ein dynamischer Prozess ständiger Transformation ist“ (Rippl 2019, 313), der eng mit kulturellen Werten verbunden ist.

Das Anthropozän, das ‚Erdzeitalter des Menschen‘, ist ein wissenschaftliches Konzept, das die Wechselwirkungen und Interdependenzen zwischen Mensch und Umwelt, Kultur und Technik bewusst macht (vgl. Leinfelder 2013). In diesem Verständnis kann es als „Rahmenerzählung für Lehren und Lernen“ (Anselm & Hoiß 2022, 68; vgl. Leinfelder 2020 und 2020a) fungieren, um im Sinne von SDG 4, „Hochwertige Bildung“⁴, sicherzustellen, „dass alle Lernenden die notwendigen Kenntnisse und Qualifikationen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung erwerben“ (SDG 4.7). Die Zielorientierung ist *Futures Literacy*, die von der UNESCO als essenzielle Kompetenz des 21. Jahrhunderts geförderte Zukunftsgestaltungskompetenz: Sie soll jede*n Einzelne*n dazu befähigen, Strategien zur Bewältigung einer unsicheren Zukunft im Zeichen des Klimawandels zu entwickeln.⁵

Im *Europäischen Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit* ist *Futures Literacy* im Kompetenzbereich „Visionen für eine nachhaltige Zukunft“ bereits verankert, zusammen mit den beiden weiteren Teilkompetenzen „Anpassungsfähigkeit“ und „Forschungsorientiertes Denken“. Die deutschsprachige Ausgabe des *GreenComp* (Bianchi, Pisiotis & Cabrera 2022) übersetzt den Begriff *Futures Literacy* nicht ganz treffsicher mit „Zukunftskompetenz“. Als künftige Zeit und damit unbekannte Größe existiert Zukunft nur in der menschlichen Vorstellung, als mögliche, wahrscheinliche, alternative, wünschenswerte Zukunft: als Zukunft im Plural (vgl. Magnus et al. 2021). Es gilt also, junge Lernende in ihrer Vorstellungsbildung zu unterstützen. Im *GreenComp* ist „Zukunftskompetenz“ entsprechend beschrieben:

4 Vgl. <https://unric.org/de/17ziele/sdg-4/> [11.12.2024]

5 Vgl. <https://www.unesco.org/en/futures-literacy> [5.1.2025]

Alternative nachhaltige Zukunftsszenarien visualisieren, indem alternative Szenarien erdacht und entwickelt und die Schritte identifiziert werden, die erforderlich sind, um eine bevorzugte nachhaltige Zukunft zu verwirklichen. (Ebd., 24; Hervorhebung im Original)

Eine Methode, um Zukunftsbildung (vgl. Bergheim 2022) mit dieser Zielsetzung in den schulischen Alltag zu integrieren, ist die Zukunftswerkstatt. Sie wurde in den frühen 1990er-Jahren im Kontext der Friedensbewegung von dem Zukunftsforscher Robert Jungk entwickelt, um „Betroffene zu Beteiligten“⁶ zu machen und gemeinschaftlich kreative Lösungen für Probleme zu finden. Ihre klare Strukturierung in drei zentrale Phasen – die Kritikphase, die Utopie- bzw. Fantasiephase und die Realisierungsphase –, ergänzt um eine „vorgelagerte Vorbereitungs- und nachgeschaltete Erprobungsphase“ (Hamann et al. 2017, 10), macht sie auch im Unterricht realisierbar.⁷

Für das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ wurde die Zukunftswerkstatt als Makromethode für das Forschungsdesign der Schüler*innen als Citizen Scientists adaptiert, um sie mikromethodisch den Lernzielen der Primarstufe entsprechend fächerverbindend im Unterricht ausgestalten zu können. Dafür wurden die drei aufeinanderfolgenden Kernphasen in einen Werkstattzyklus umgewandelt, in dem die Schüler*innen jeweils im Stationenbetrieb arbeiten⁸:

- (1) Die Kritikphase wird zur *Märchenwerkstatt*: Hier setzen sich die Schüler*innen mit einem bekannten Märchen oder einer lokalen Sage auseinander. Dabei gilt es den gewohnten Blick „weg von den Hauptfiguren auf die Umwelt“ zu lenken: „auf Pflanzen, Tiere, Landschaften, Gegenstände, Elemente, Symbole, Materielles, Wertvolles“ (Sippl 2023, 9). Das Märchen bzw. die Sage sollte daher einen Bezug zu einem lokalen bzw. regionalen Rohstoffvorkommen und/oder dessen Weiterverarbeitung haben (z. B. Bergbau, Kiesgrube, Steinbruch).
- (2) Die Utopie- bzw. Fantasiephase wird zur *Kreislaufwerkstatt*: Hier erforschen die Schüler*innen den lokalen bzw. regionalen Rohstoff im geschlossenen Kreislauf als Wertstoff, sie sammeln Sachwissen und Geschichten über seine Gewinnung und (Wieder-)Verwendung in Vergangenheit und Gegenwart. Ihre „Erkenntnisse über den Lebenszyklus des Rohstoffs als Wertstoff“ (ebd., 13) dokumentieren sie in einer als Zwischenergebnis zu präsentierenden Darstellungsform.
- (3) Die Realisierungsphase wird zur *Zukunftswerkstatt*: Die Forschungsergebnisse aus Märchen- und Kreislaufwerkstatt werden genutzt, um „zukunftsorientierte Bilder und Erzählungen über den [nachhaltigen – Verf.] Umgang mit den regionalen Rohstoffen“ (ebd., 16) in einer zukünftigen Kreislaufgesellschaft entstehen zu lassen. Die von den Schüler*innen erforschten Wertstoffgeschichten werden zu Zukunftserzählungen: „Es wird einmal ...“.

6 Vgl. <https://jungk-bibliothek.org/wer-war-robert-jungk/> [11.12.2024]

7 Vgl. die Lehrerhandreichung für die Sekundarstufe, die im Exzellenzcluster *Bild Wissen Gestaltung* an der Humboldt-Universität zu Berlin für die Erforschung von Energiekreisläufen am Beispiel Ernährung erprobt wurde, Hamann et al. 2017, im Open Access verfügbar unter <http://anthropocene-kitchen.com/teachers-handout-lehrerhandreichung/> [11.12.2024]

8 Eine genaue Beschreibung des Werkstattzyklus und beispielhafte Stationen enthält der für das Projekt entwickelte „Leitfaden für die Citizen-Science-Forschung an den Volksschulen“ (Sippl 2023), exemplarisch dargestellt am Märchen „Rotkäppchen“ mit dem Fokus auf den materialen Kontext Wald bzw. Holz.

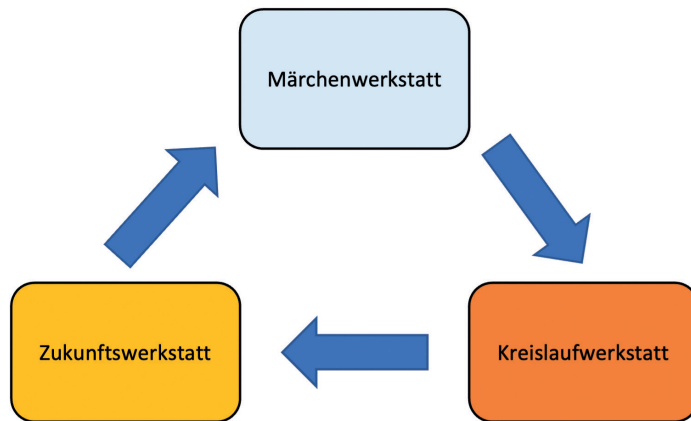


Abbildung 1: Im dreiteiligen Werkstattzyklus aus Märchen-, Kreislauf- und Zukunftswerkstatt wird ein Rohstoff als Wertstoff im geschlossenen Kreislauf aus verschiedenen Perspektiven erforscht.

Jeder der drei Werkstätten sind jeweils eine Einstimmungsrunde vor- und eine Reflexionsrunde nachgelagert, die im Sitzkreis stattfinden, angeleitet durch Reflexionsfragen der Lehrperson: in der Märchenwerkstatt mit Blick auf die Geschichte, die Figuren, ihre Lebensweise, ihren Umgang mit der Umwelt; in der Kreislaufwerkstatt – im Rückblick auf die Märchenwerkstatt – den Fokus auf den zu erforschenden Rohstoff lenkend; in der Zukunftswerkstatt – im Rückblick auf Märchen- und Kreislaufwerkstatt – die Fantasie für eine mögliche Zukunft des Rohstoffs als Wertstoff öffnend.

Die Schüler*innen lernen in ihrer Rolle als Citizen Scientists im Werkstattzyklus auch „forschungsorientiertes Denken“, als eine Teilkompetenz des Kompetenzbereichs „Visionen für eine nachhaltige Entwicklung“ im *GreenComp* (Bianchi, Pisiotis & Cabrera 2022, 25; vgl. oben Abschnitt 1) beschrieben als „Aneignung einer relationalen Denkweise durch Erforschung und Verknüpfung verschiedener Disziplinen, Einsatz von Kreativität und Experimentieren mit neuen Ideen oder Methoden“ (Hervorhebung im Original). Es „soll die Kreativität fördern, um alternative Zukunftsszenarien visualisieren zu können“ (ebd.), daher sehen die Stationen in der Märchen-, der Kreislauf- und der Zukunftswerkstatt eine kreative, intermediale Auseinandersetzung durch handlungs- und produktionsorientierte Aufgabenstellungen vor.⁹ Der Werkstattzyklus im Stationenbetrieb wird damit auch zu einem didaktischen Modell für Wissenschafts- als Zukunfts- und Bildung in der Primarstufe.¹⁰

Die entstehenden Wertstoffgeschichten als Zukunftserzählungen können eine innovative Form der Wissenschaftskommunikation darstellen. Inwiefern dies im Unterricht gelingen kann, wird im folgenden Abschnitt anhand der Ergebnisse aus dem ersten Durchgang des Werkstattzyklus im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ untersucht.

9 Vgl. die Beispiele im Leitfaden (Sippl 2023) sowie die Steckbriefe und Arbeitsblätter, im Open Access zugänglich auf der Projektwebseite: <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/futures-literacy/sparkling-science-projekt>

10 Vgl. den Beitrag Sippl, Capatu, Lughammer & Jöstl in diesem Band.

3. Wertstoffgeschichten als Zukunftserzählungen?

3.1 Theoretisch-konzeptuelle Ausgangslagen

Stoffgeschichten erzählen „die Biographie von Materialien, die Geschichte geschrieben haben und schreiben“¹¹. Das Konzept für die Projekt- und Buchreihe „Stoffgeschichten“, die „sich mithin bevorzugt mit politisch relevanten Stoffen befassen“¹², ist am Wissenschaftszentrum Umwelt der Universität Augsburg entstanden, mit einer konkreten Zielsetzung:

Das Konzept erzählt den Weg einzelner Stoffe und Materialien in der globalisierten Wirtschaft, die politischen Konflikte rund um diese Stoffe und ihre geplanten und ungeplanten Wege. Stoffgeschichten zeichnen dazu die großen Entwicklungslinien des Werdgangs von Stoffen nach und ermitteln die weltweiten Netzwerke menschlicher Interaktion, in die Stoffe eingebettet sind. In Form von Erzählungen sollen sie Anregungen für einen ökologisch nachhaltigeren Umgang mit Ressourcen liefern. Darüber hinaus vertiefen sie die Kenntnisse über unsere materielle Kultur und sensibilisieren für ökologische, politische und soziale Fragen. Das macht sie zu einem wertvollen Instrument der politischen Bildung und der Bildung für Nachhaltigkeit.¹³

Durch ihren interdisziplinären Zugang eignen sich Stoffgeschichten damit für fächerverbindende bzw. fächerübergreifende Projekte, die sich der ökologischen Bewusstseinsbildung widmen, für die „Transformation unserer Welt“ der „Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“, dem 2015 verabschiedeten Aktionsplan der Vereinten Nationen „für die Menschen, den Planeten und den Wohlstand“¹⁴ mit den 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung.

Im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...‘: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ musste das Konzept der Stoffgeschichten in deutlich reduzierter Form adaptiert werden. Der österreichische Lehrplan für die Primarstufe bietet dafür die passende Rahmung im Sachunterricht, als dessen „Bildungs- und Lehraufgabe“ beschrieben ist, die Schüler*innen „darin zu unterstützen, die Welt zu erkunden, ihre unmittelbare und mittelbare Umwelt zu erschließen und sich Weltwissen anzueignen“ und sie „darin zu fördern und zu fordern, ihre natürliche, kulturelle, soziale und technische Umwelt in ihren Zusammenhängen zu verstehen“¹⁵. Diese Zielsetzung lässt sich mit den übergreifenden The-

11 <https://www.uni-augsburg.de/de/forschung/einrichtungen/institute/wzu/ueber-uns/stoffgeschichten/> [15.12.2024]

12 <https://www.uni-augsburg.de/de/forschung/einrichtungen/institute/wzu/projekte/aktuell/stoffgeschichten/> [15.12.2024]

13 Ebd. [15.12.2024] – Siehe ebd. ausgewählte Literatur zur Erprobung des Konzepts in der universitären Lehre und im Schulunterricht.

14 „Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“, Resolution der Generalversammlung der Vereinten Nationen, verabschiedet am 25. September 2015, 70/1, Präambel, <https://www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf> [15.12.2024]

15 Lehrplan für die Primarstufe, Sachunterricht (Volksschule), Bildungs- und Lehraufgabe, S. 1/9 <https://www.paedagogik-paket.at/massnahmen/lehrplaene-neu/materialien-zu-den-unterrichtsgegenst%C3%A4nden.html> [15.12.2024]

men, insbesondere Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung, Entrepreneurship Education¹⁶ und Medienbildung verbinden.¹⁷

Die vielperspektivische Auseinandersetzung mit einem regionalen Rohstoff, um seine Bedeutung als Wertstoff zu verstehen, dient auch der im Lehrplan verankerten reflexiven Grundbildung, die darauf abzielt, dass die Schüler*innen sich selbst als verantwortlich Handelnde erkennen, „ihr Wertesystem auf[bauen]“ und „ihre Fähigkeit zum Perspektivenwechsel und ihre Empathie weiter[entwickeln]“¹⁸. Hierin trifft sich die „Bildungs- und Lehraufgabe“ des Sachunterrichts der Volksschule mit den Kompetenzbereichen „Verankerung von Nachhaltigkeitswerten“, „Berücksichtigung der Komplexität der Nachhaltigkeit“ und „Handeln für Nachhaltigkeit“, die im *GreenComp* den Kompetenzbereich „Visionen für eine nachhaltige Zukunft“ (vgl. oben Abschnitt 1) flankieren, der im Fokus dieses Beitrags steht.

Bei der Reduktion, die dem als „Bildungs- und Lehraufgabe“ des Sachunterrichts zitierten basalen Zugang zur Umwelt der Schüler*innen dienen muss, wurde der Fokus auf diese Werteorientierung gelegt – was sich in der Benennung „Wertstoffgeschichten“ widerspiegelt –, unter Beibehaltung der „Form von Erzählungen“, die im Ausgangskonzept „Anregungen für einen ökologisch nachhaltigeren Umgang mit Ressourcen liefern“¹⁹ wollen.

Die Wertstoffgeschichten lassen zumindest drei theoretisch-konzeptuelle Rahmungen zu. Sie sind anschlussfähig

- (1) an das Konzept der „Circular Narratives“, die als künstlerische Forschungsmethode im Feld des Circular Design zur Anwendung kommen: „Circular narratives emphasise the creation of situated knowledge or context-related readings and writings of space that connect to existing situations or happenings and aim at deep analysis.“ (Cappeller 2023, 31)²⁰
- (2) an das Konzept der Materialität, durch das „die Sozial- und Kulturwissenschaften die materielle Dimension von Kultur und Gesellschaft gegenwärtigen“, mit einem weiter gefassten Verständnis dieser „materiellen Dimension des Sozialen“, zu der „Materialien (u. a. Farbe, Pigmente, Stoffe), *Zeichen*, *Schrift* und *graphische Systeme* (u. a. Typographie, Schrift, Landkarten), *physikalische Phänomene* (etwa Licht und Klang), *Organismen* (etwa Natur, Tiere), *Substanzen* (etwa Wasser, Luft) und *Artefakte* (etwa Bauwerke, Computer, Werkzeuge, Apparaturen) zählen“ (Kalthoff, Cress & Röhl 2016, 11f.; Hervorh. i. Orig.), bzw. das Konzept der *Material Culture Studies*, die sich „der Untersuchung des Verhältnisses zwischen Menschen und Dingen über Raum und Zeit hinweg“ (ebd., 25) widmen. Stoffkreisläufe und Nutzungszusammenhänge von „Rohstoffen, Substanzen, Gütern, Ressourcen, Werk- und Wirkstoffen“

16 „Entrepreneurship Education in der Primar- und Sekundarstufe I heißt primär, Kinder & Jugendliche in ihrer Persönlichkeitsentwicklung zu stärken, sie zu ermutigen, an sich und ihre kreativen Ideen zu glauben und Verantwortung zu übernehmen – für sich, andere und die Umwelt. Es geht also darum, Kinder und Jugendliche dabei zu unterstützen, die Gestaltung ihrer Zukunft eigeninitiativ in die Hand zu nehmen.“ <https://www.paedagogik-paket.at/massnahmen/lehrplaene-neu/%C3%BCbergreifende-themen.html> [21.12.2024] un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf [15.12.2024]

17 Vgl. <https://www.paedagogik-paket.at/massnahmen/lehrplaene-neu/%C3%BCbergreifende-themen.html> [21.12.2024]

18 Ebd.

19 <https://www.uni-augsburg.de/de/forschung/einrichtungen/institute/wzu/projekte/aktuell/stoffgeschichten/> [15.12.2024]

20 Vgl. den Beitrag von Sophia Guggenberger & Ronja Grossar in diesem Band.

stehen im Fokus ihrer interdisziplinären Erforschung, „verbunden mit der Frage nach den Grenzen menschlicher Handlungsmacht im Umgang mit der vermeintlich fest gegebenen materiellen Welt“ (Haumann et al. 2023, 7f.). Im Feld der Umweltgeisteswissenschaften spiegelt das Konzept des *Material Ecocriticism* (vgl. Iovino & Oppermann 2014) diesen Zugang wider, der den Blick auf jene Geschichten richtet, welche die Materie (als „storied matter“, ebd., 1) als Akteurin mit Handlungsmacht selbst erzählt.

- (3) das Konzept der „Future Fictions“, die im Feld der Kinder- und Jugendliteraturforschung „Zukunftsentwürfe“ bezeichnen, „die gegenwärtig reale Probleme aufgreifen und in einer realistisch konzipierten fiktiven Welt extrapolativ weiterentwickeln“ (Hollerweger 2023, 59). Als literarische Zukunftserzählungen öffnen sie Vorstellungsräume, um „neue Perspektiven auf die Gegenwart einzunehmen“ (ebd., 176), indem sie alternative – von Apokalypse und Dystopie bis zu Retrotopie und Utopie reichende – Zukünfte „als Probehandeln inszenieren“ (Richter 2018, 149). Dabei loten sie die Verflechtungen zwischen Mensch und Natur, Kultur und Technik im Anthropozän aus und vermitteln implizit Klimawissen. Auch die Zukunftsforschung nutzt „die Erzählung in ihrer wirklichkeitsbildenden Rolle“ methodisch für „narrative world-building“ (Lively et al. 2021, 4), denn sie „gestaltet die Zukunft schon beim und durch das Erzählen mit“ (Fischer 2016, 203).

Das didaktische Konzept des Werkstattzyklus aus Märchen-, Kreislauf- und Zukunftswerkstatt, der in seiner Phasierung die Zukunftswerkstatt als Methode der Zukunftsforschung imitiert (vgl. oben Abschnitt 2), stützt sich theoretisch-konzeptuell auf die genannten Zugänge. Seine Zielorientierung sieht es im *GreenComp*, insbesondere im dort verankerten Kompetenzbereich „Visionen für eine nachhaltige Zukunft“ (vgl. oben Abschnitt 1). Auf diese Weise verbindet es Wissenschafts- und Zukunftsbildung: Aus dem Impuls der materialen Kontexte von bekannten Märchen und lokalen Sagen entsteht die Erforschung eines regionalen Rohstoffs als Wertstoff, die in eine Wertstoffgeschichte als Zukunftserzählung mündet. Inwiefern dies in der ersten Erprobung gelungen ist und mit welchen Ergebnissen, stellt der folgende Abschnitt vor.

3.2 Die Zukunftserzählungen

Der Ausgangspunkt für die in der Zukunftswerkstatt entstandenen Produkte waren, wie in Abschnitt 2 beschrieben, die Märchen- und die Kreislaufwerkstatt. An jedem Schulstandort lag der Fokus auf einem spezifischen Rohstoff; bei den am Projekt beteiligten Volksschulen waren dies Kies, Grafit, Steinkohle, Holzkohle, Kunststoff und Marmor.

Insgesamt nahmen 173 Schüler*innen an dem Projekt teil, hauptsächlich aus der 3. und 4. Schulstufe, vereinzelt (in verschränkten Klassen) beteiligten sich auch einige wenige Kinder der 1. und 2. Klasse. Für die Auswertung wurden insgesamt 182 Werke von Schüler*innen zumeist der Grundstufe 2 aus sechs Volksschulen in Niederösterreich untersucht, die als Ergebnisse der Zukunftswerkstatt vorliegen. Die multimodalen Produkte, die im Rahmen des Stationenbetriebs in diesem dritten Teil des Werkstattzyklus teils hands-on mit Papier bzw. Werkstoffen, teils intermedial mit iPad und Mikrofon, teils individuell, teils in Gruppenarbeit entstanden, zeigen eine Vielfalt an künstlerischen und erzählerischen Formaten.

Dazu gehören:

- Geschichten und Bilder für das Erzähltheater „Kamishibai“
- E-Book-Projekte mit der App *Book Creator*
- Audioaufnahmen
- Stop-Motion-Filme
- Storymaps
- narrative Erzählungen.

Teilweise wurden dabei Artefakte, die in der Märchen- und/oder der Kreislaufwerkstatt entstanden waren (z. B. Figuren aus Werkstoffen, Hintergrundbilder für das Kamishibai), eingebracht und weiterverwendet. Die multimodale Vielfalt der in der Zukunftswerkstatt entstandenen Produkte ergibt sich zum einen aus den unterschiedlichen Rohstoffschwerpunkten der Schulen, zum anderen aus dem Stationenbetrieb: An fünf Stationen (ohne Wechsel) konnten die Schüler*innen dieselbe Aufgabe auf verschiedenen Wegen erarbeiten.²¹ In der die Zukunftswerkstatt einleitenden Reflexionsrunde im Plenum rief die Lehrperson (bzw. hier: eine der am Projekt beteiligten Forscherinnen) zunächst das Märchen bzw. die lokale Sage ins Gedächtnis, die in der Märchenwerkstatt bearbeitet, und den Rohstoff, der in der Kreislaufwerkstatt als Wertstoff erforscht worden waren. Anschließend gab sie den Forschungsauftrag für die Zukunftswerkstatt: „Erzähl die Geschichte neu, wie sie in der Zukunft aussehen könnte!“ Die Stationen waren jeweils mit Sprechblasen auf Papier und Storymaps ausgestattet, als Hilfsmittel, um diese Geschichte mit Figuren und Text zunächst entwickeln zu können. Zur intermedialen Umsetzung standen dann an den Stationen das Kamishibai, das iPad mit der App *Book Creator* oder mit der App *Stopmotion* bzw. ein Audioaufnahmegerät zur Verfügung. Entstanden sind daher hauptsächlich bildbasierte Narrationen sowie Audioaufnahmen. Im Folgenden werden sie, in einem weit gefassten semiotischen Verständnis von Bildern und Texten als Zeichensystemen, als „Zukunftserzählungen“ bezeichnet.

Die entstandenen Produkte differieren stark, was unter anderem auf die Vielfalt der Stationen und die Diversität der Rohstoffe zurückzuführen ist.²² Diese thematischen Schwerpunkte spiegeln sich in den Arbeiten der Schüler*innen wider, da sie sowohl die erzählerischen Inhalte als auch die künstlerische Umsetzung beeinflussen. Die multimodale Diversität der „Zukunftserzählungen“ erschwert die Vergleichbarkeit und erlaubt keine quantifizierende Auswertung.

21 In der Märchen- und der Kreislaufwerkstatt wurde ebenfalls im Stationenbetrieb gearbeitet, jedoch mit jeweils unterschiedlichen Aufgabenstellungen pro Station, vgl. die Beispiele im Leitfaden (Sippl 2023) und auf der Projektwebseite <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/futures-literacy/sparkling-science-projekt>.

22 Weitere Faktoren, die bei der vorliegenden Analyse nicht berücksichtigt werden konnten, umfassen die unterschiedlichen Lernausgangslagen der Schüler*innen (z. B. vereinzelte Kinder mit Fluchterfahrung an ländlichen Schulen mit relativ homogener Klassenstruktur, die Verteilung der Geschlechter, DaZ), das Verhalten der Klassenlehrperson (z. B. von aktiver Beteiligung und engagierter Einbettung in den Unterricht bis zu interessearmem Danebenstehen), die Betreuung der Stationen durch Forscher*innen (z. B. mit und ohne Lehrerfahrung in der Primarstufe, in der fordernden Situation teilnehmender Beobachtung) sowie die technische Ausstattung am Schulstandort (z. B. nicht-/funktionierendes Internet). Diese Faktoren wurden in den schriftlichen Reflexionen durch das Forscher*innenteam notiert; ihre Berücksichtigung bei der Auswertung bedürfte jedoch eines anderen Forschungssettings. In der vorliegenden Studie wurden ausschließlich die in der Zukunftswerkstatt, dem dritten Teil des Werkstattzyklus, entstandenen Produkte betrachtet.

Die folgende Analyse stützt sich insbesondere auf das theoretische Konzept des *Material Ecocriticism* (vgl. Abschnitt 3.1), das „sich sowohl für die materielle Umwelt – Natur, Land, Wildnis – interessiert als auch für die Art und Weise, wie die Beziehungen zwischen den Energien, Stoffen, Lebewesen und Informationen ablaufen und gedeutet werden“ (Sullivan 2015, 58; vgl. Iovino & Oppermann, 2014). Inwiefern werden diese Beziehungen in den „Zukunftserzählungen“ sichtbar? Methodisch erfolgt deren Auswertung nach den unten genannten vier Aspekten kultur- und mediensemiotisch (vgl. Gräf 2020) in Verbindung mit der dokumentarischen Methode, die als „eine Variante sozialwissenschaftlicher Hermeneutik“ (Bohnsack 2003, 551) den Blick auf „das implizite handlungsleitende Wissen der Akteure im Forschungsfeld“ (ebd., 550) richtet. Sie kann in der Verbindung von formulierender und reflektierender Interpretation von multimodalem Text- und Bildmaterial (Bohnsack, Nentwig-Gesemann & Nohl 2013; Heizmann 2022) die komparative Analyse von Vergleichshorizonten ermöglichen. Die Schüler*innen in ihrer Rolle als Citizen Scientists werden dabei als Expert*innen ihrer eigenen Lebenswelt anerkannt (vgl. Felt & Davies 2020).

Bei der Analyse der im dritten Teil des Werkstattzyklus entstandenen „Zukunftserzählungen“ wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

- (1) *Futures Literacy*: Wie gehen die Schüler*innen mit dem Thema Zukunft um, welche Szenarien und Ideen entwickeln sie? An welchen bereits vorherrschenden Bildern orientieren sie sich?
- (2) *Sprache*: Wie wird Zukunft als zeitliches und räumliches Konzept in den Erzählungen und Bildern sprachlich dargestellt?
- (3) *Figuren*: Welche Figuren treten in den Erzählungen auf? Menschliche Figuren (z. B. Personen oder Alltagshelden), nicht-menschliche Figuren (z. B. Tiere oder Pflanzen), fantastische Figuren (z. B. erfundene Charaktere oder Wesen aus Märchen und Sagen)?
- (4) *Materie*: Welchen Bezug haben die Schüler*innen auf den jeweiligen Rohstoff, der im Werkstattzyklus behandelt wurde, genommen? Inwiefern wurde er in ihren Arbeiten verarbeitet?

Die Analyse der entstandenen Produkte zeigt ein vielfältiges Bild von Zukunftsvisionen, die von den Schüler*innen größtenteils unabhängig vom jeweiligen Schulstandort entwickelt wurden. Die Inhalte lassen sich grob in vier übergeordnete Kategorien bzw. homologe Muster einteilen, die unterschiedliche Vorstellungen und Reflexionen der Zukunft widerspiegeln.

Ein häufig wiederkehrendes Thema in den Erzählungen und Bildern ist die Vorstellung einer (1) *technologisch fortschrittlichen Zukunft*. Die Lernenden skizzieren Szenarien, die stark von technologischen Innovationen und futuristischen Elementen geprägt sind. Hier dominieren Bilder, die an Science-Fiction-Welten erinnern: fliegende Autos, schwebende Schulen, Flugrucksäcke, Raketen, die Menschen zum Mond bringen, Hologramme und Roboter spielen eine zentrale Rolle. Gleichzeitig entwickeln die Kinder auch realistischere Visionen einer technologisch geprägten Zukunft, in der digitale Technologien das tägliche Leben erleichtern. Online-Schulen, selbstfahrende Autos, neue Medikamente und medizinischer Fortschritt gehören zu den häufig genannten Beispielen. Auch der Wandel in der Arbeitswelt wird thematisiert, etwa die Vorstellung, dass Forscher*innen neue Berufe entwickeln oder landwirtschaftliche Arbeiten durch Technik vereinfacht werden.

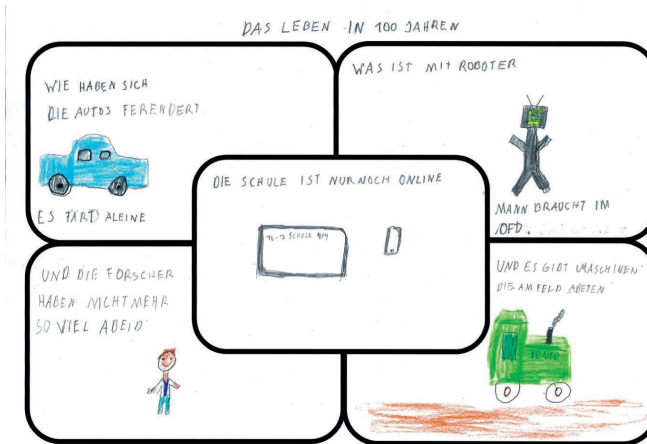


Abbildung 2: Storymap als Bildbeispiel für die Imagination einer technologisch fortschrittlichen Zukunft

Neben diesen technologischen Visionen entstanden auch Zukunftsbilder, die von (2) *Krisen und Bedrohungen* geprägt sind. Viele Produkte reflektieren ein tiefes Bewusstsein für die Auswirkungen des Klimawandels und den Verlust der natürlichen Umwelt. Die Schüler*innen zeichnen und beschreiben Szenarien wie das Verschwinden von Wäldern, das Aussterben von Tieren und die Erschöpfung lebenswichtiger Ressourcen wie Wasser. Katastrophen wie Erdbeben, Pandemien und eine allgemeine Zerstörung der Natur stehen symbolisch für die Sorgen der Kinder über die Zukunft unseres Planeten. Diese Visionen zeigen eine starke Sensibilität gegenüber Umweltproblemen und ein Bewusstsein für die Dringlichkeit von Veränderungen („Es wird das Klima wärmer“; „Viele Tiere werden aussterben“; „Menschen werden nicht mehr überleben“).

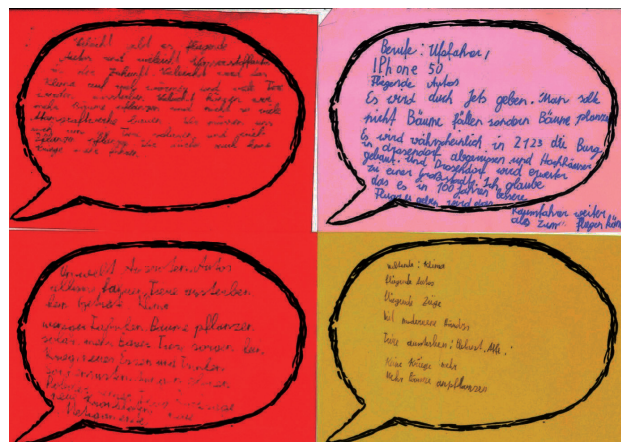


Abbildung 3: Sprechblasentext als Bildbeispiel für die Imagination einer Zukunft, die geprägt ist von Krisen und Bedrohungen

Eng verbunden mit der Reflexion aktueller Probleme ist die Vorstellung einer Zukunft, die von (3) der *Gegenwart* stark beeinflusst ist. Die Arbeiten der Schüler*innen offenbaren, dass sie gesellschaftliche Herausforderungen wie soziale Konflikte, Kriege oder wirtschaftliche

Unsicherheiten wahrnehmen und in ihre Zukunftsvorstellungen integrieren. Hier entstehen Erzählungen über Pandemien, Inflation oder die Zerstörung von Lebensräumen durch menschliche Eingriffe. Gleichzeitig erkennen die Kinder, dass Veränderung und Wandel zur Natur der Zukunft gehören. Sie stellen sich vor, wie sich Verkehr, Städtebau und sogar die Tierwelt weiterentwickeln werden – etwa durch selbstfahrende Autos, das Wachstum von Dörfern zu Großstädten, eine „Lern-was-du-willst-Schule“ oder die Entstehung neuer Tierarten durch Evolution („Wir erfinden viel mehr Sachen, dass wir besser leben können und wir erfinden neue Handys, neue Tablets, neue Schulen für Kinder, dass die Schule besser ist für die Kinder und der Kindergarten, viele Hochhäuser“; „Alles kostet nicht mehr so viel“).



Abbildung 4: Storymap als Bildbeispiel für die Imagination einer von der Gegenwart geprägten Zukunft

Die Werke der Schüler*innen zeichnen auch das Bild einer (4) idyllischen und naturverbundenen Zukunft. In diesen „Zukunftserzählungen“ steht die Rückkehr zu einem einfachen, harmonischen Leben im Einklang mit der Natur im Mittelpunkt. Wälder werden wieder zu ursprünglichen Rückzugsorten, Tiere leben in „schönen Häusern“, und die Menschen ziehen sich aus der technisierten Welt in natürliche Lebensräume zurück. Diese Visionen erzeugen Bilder einer idealisierten Vorstellung der Natur als sicherer, friedvoller Raum.



Abbildung 5: Storymap als Bildbeispiel für die Imagination einer idyllischen und naturverbundenen Zukunft

Auffällig sind die sprachlichen Besonderheiten, die in den Arbeiten der Schüler*innen erkennbar werden. Viele Texte enthalten direkte Appelle, in denen einerseits allgemeine Handlungsaufforderungen formuliert (z. B.: „Wir müssen in der Zukunft für die Tiere sorgen.“), andererseits konkrete Adressaten wie Bürgermeister*innen oder andere Verantwortliche genannt werden. Thematisch konzentrieren sich diese Appelle vor allem auf Anliegen wie Natur- bzw. Tierschutz.

Innerhalb der sprachlichen Dimension lässt sich auch erkennen, dass die Schüler*innen zukünftige Szenarien häufig im Präsens darstellen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass es für Kinder leichter ist, von der Gegenwart auszugehen, um Zukünftiges zu beschreiben. Es kann hierbei auch angenommen werden, dass Formulierungen im Präsens für die Lernenden greifbarer und weniger abstrakt sind. Hypothetische oder unsichere Zukunftsvorstellungen werden hingegen vermehrt im *Konjunktiv* formuliert, was auf eine Auseinandersetzung mit der Realisierbarkeit dieser Visionen hinweisen könnte. Weiterhin ist zu beobachten, dass einige Erzählungen in der *Vergangenheitsform* (Präteritum oder Perfekt) verfasst sind, was möglicherweise auf eine Orientierung an bekannten Märchen- und Erzähltraditionen zurückzuführen ist.

Zusätzlich lassen sich in den Texten Wünsche und Forderungen (z. B. „Weniger Plastik!“ oder „Weniger Autos!“) erkennen, die sich häufig an konkrete Personen oder Institutionen richten und idealisierte Zukunftsvorstellungen widerspiegeln (z. B. „Jedes Haus hat Solarzellen.“).

Eine Auseinandersetzung mit dem Rohstoff in der Zukunftswerkstatt erweist sich als schulstandortabhängig. So lässt sich deutlich erkennen, dass besonders an den Schulstandorten, die sich in der Märchen- und der Kreislaufwerkstatt mit Grafit und mit Steinkohle beschäftigt haben, diese auch in die „Zukunftserzählungen“ integriert sind. Dies könnte daran liegen, dass die gewählten Sagen für die Schüler*innen besonders ansprechend waren, dass die Lernenden an diesen Standorten auch von der Lehrkraft besonders ermutigt wurden, sich mit diesen Rohstoffen auseinanderzusetzen, oder dass der Abstand zwischen Kreislauf- und Zukunftswerkstatt geringer war als an den übrigen Standorten.

Zusammenfassend zeigt die Analyse der sprachlichen Merkmale, dass die Schüler*innen eine Bandbreite an Ausdrucksformen verwenden, um ihre Vorstellungen von der Zukunft darzustellen. Die Produkte spiegeln sowohl kreative und optimistische Ideen als auch Unsicherheiten und kritische Reflexionen wider. Dabei dient die Gegenwart häufig als Ausgangspunkt für die Entwicklung zukünftiger Szenarien.

4. Fazit: Wissenschafts- als Zukünftebildung in der Primarstufe

*The future does not exist in the present but anticipation does.
The form the future takes in the present is anticipation.*

Riel Miller²³

Im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ waren zwei Durchgänge des Werkstattzyklus an den beteiligten

23 Miller 2018, 2.

Volksschulen vorgesehen, der erste Durchgang begleitet vom Forschungsteam, der zweite Durchgang in Eigenverantwortung der Schulen.²⁴ Nach dem ersten Durchgang waren die Schüler*innen mit ihren Lehrer*innen eingeladen, ihre Ergebnisse an der Hochschule in einer Ausstellung vorzustellen und im Setting von World Cafés zu diskutieren. Bei dieser „Jungforscher*innenkonferenz“ konnten sie sich in der Rolle von Forschenden erleben und ihre eigenen mit den an den anderen Schulen entstandenen Ergebnissen vergleichen.²⁵ Die eigens im Projekt als (mobiles, weiter an den Schulen zu nutzendes) Ausstellungsformat entwickelte Schirmkonstruktion aus nachhaltigen Materialien spiegelt ebenso wie das didaktische Konzept des Werkstattzyklus das Rund des Kreislaufgedankens wider.²⁶

Der Werkstattzyklus, der als Adaption des methodischen Formats der Zukunftswerkstatt nach Robert Jungk entwickelt wurde, bietet, wie in diesem Beitrag dargestellt, den Schüler*innen die Möglichkeit, sich forschend-entdeckend und vielperspektivisch mit einem Rohstoff und seinem Lebenszyklus im geschlossenen Kreislauf auseinanderzusetzen. Dass es sich um einen regionalen Rohstoff handelt, den es als Wertstoff der Zukunft zu verstehen gilt, schafft einen direkten Lebensweltbezug. Die Wertstoffgeschichten, die dabei entstehen, können vielfältige Formate annehmen, z. B. ein mit Sketchnotes gezeichnetes Poster, ein als Collage gestaltetes Research Board, ein frei zu gestaltendes Arbeitsheft bzw. Forschungstagebuch, ein Podcast und/oder Video, eine gezeichnete Storymap, ein E-Book mit interaktiven Elementen, und entsprechend verschiedene Erzählformen (z. B. Zukunftsmärchen, Ich-Geschichte, Figurenrede in Dialogform, Hörspiel, Reportage).

Damit die Schüler*innen wissenschaftliches Arbeiten in seiner Zukunftsorientierung kennenlernen und sich als Forscher*innen der Zukunft erleben können, lassen sich – in kritischer Reflexion der Ergebnisse aus der Zukunftswerkstatt im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ – zusammenfassend folgende Gelingensbedingungen nennen:

- (1) Der Werkstattzyklus kann organisatorisch wie ein Projekt in den Unterricht integriert werden. Das bedeutet die Fokussierung auf ein Thema (z. B. einen regionalen Rohstoff als Wertstoff), die Rahmung durch eine Vorbereitungsphase zur Einstimmung und eine Präsentation zum Abschluss sowie die zeitliche Engführung, d. h. die drei Werkstätten – Märchen-, Kreislauf- und Zukunftswerkstatt – sollten in möglichst dichter Folge (z. B. an je einem Vormittag in drei aufeinanderfolgenden Wochen) durchgeführt werden.
- (2) Um den thematischen Bezug (hier: einen regionalen Rohstoff als Wertstoff) über den gesamten Werkstattzyklus hinweg zu gewährleisten, ist neben der zeitlichen Engführung des Werkstattzyklus auch die Wahl der Aufgabenstellungen von Bedeutung. Sie sollten so formuliert sein, dass die Schüler*innen den thematischen Bezug durchgehend erkennen bzw. reflektieren können.²⁷
- (3) Dafür gilt es, auch der Dokumentation des Forschungsprozesses besonderes Augenmerk zu widmen: Die Schüler*innen sollten nach der Werkstatt ausreichend Zeit haben,

24 Realiter wurde auch der zweite Durchgang von einem Teil des Forschungsteams begleitet, in teils stark veränderter (andere Rohstoffe) und reduzierter (weniger Stationen) Form. Die Ergebnisse aus dem zweiten Durchgang wurden für die vorliegende Studie nicht herangezogen.

25 Vgl. den Bericht auf <https://www.ph-noe.ac.at/de/news/news-detail/es-wird-einmal-schuelerinnen-praesentieren-zukunftsvisionen>

26 Design von Sophia Guggenberger aus dem Forschungsteam.

27 Vgl. die beispielhaften Aufgabenstellungen im Leitfaden (Sippl 2023).

ihre Fragen, Erkenntnisse, Probleme, Lösungswege, Neigungen im Forschungstagebuch zu notieren bzw. dieses auszugestalten.

- (4) Dabei wird die Bedeutung der Kulturtechniken für wissenschaftliches Arbeiten (Lesen, Schreiben, Dokumentieren) unterstrichen, deren Vermittlung und Einübung in der Primarstufe ein zentraler Bildungsauftrag ist.²⁸
- (5) Der Stationenbetrieb ermöglicht den Schüler*innen, kreative Zugänge zur Aufgabenstellung nach eigenen Vorlieben zu finden bzw. neue auszuprobieren und für sich zu entdecken. Er bedarf der durchdachten Vorbereitung und gut organisierten Durchführung durch die Lehrperson, um den Schüler*innen, die in ein unbekanntes Themenfeld und Forschungssetting eintauchen, ein Gefühl der Sicherheit zu vermitteln.
- (6) Alternativ kann in Kleingruppen an einer gemeinsamen Aufgabenstellung geforscht werden. Bedeutsam sind kreative Angebote, die eine aktive, auch spielerische und künstlerische Auseinandersetzung ermöglichen, und ein ausreichender Zeitraumen.
- (7) Lokale Sagen bieten die Möglichkeit, einen konkreten räumlichen Bezug zu einem Rohstoff und zu einem historischen Geschehen herzustellen und dadurch die Vorstellungsbildung für Zukünftedenken zu unterstützen. Märchen wiederum haben u. a. aufgrund ihrer schematischen Erzählstruktur den Vorteil, leichter zur Nachahmung anzuregen, in einer Vielzahl von Variationen.
- (8) Die Transferierung in ein zukünftiges Geschehen bedarf der Unterstützung durch die Lehrperson. Zusammen mit dem thematischen Bezug (z. B. zu einem regionalen Rohstoff als Wertstoff, siehe oben Punkt 2 dieser Zusammenfassung) muss sie den Bezug zur Zukunft kontinuierlich herstellen und die Vorstellungsbildung im Lehrgespräch durch gezielte Fragen, Fantasiereisen oder Rollenspiele fördern.
- (9) Die Ergebnisse/Produkte aus der Forschung im Werkstattzyklus sollten anderen (Schulgemeinschaft, Eltern, Gemeinde) zur Diskussion gestellt und im Schulgebäude sichtbar werden (z. B. als Ausstellung in der Aula).

Futures Literacy als Zukünftegestaltungskompetenz ist im *GreenComp* (Bianchi, Pisiotis & Cabrera 2022) gemeinsam mit Anpassungsfähigkeit und forschungsorientiertem Denken eine Teilkompetenz des Kompetenzbereiches „Visionen für eine nachhaltige Zukunft“. Die „Zukunftserzählungen“, die in Auseinandersetzung mit einem regionalen Rohstoff als Wertstoff im Werkstattzyklus entstanden sind, lassen erkennen, wie bedeutsam narrative, die Fantasie anregende Zugänge sind, um verschiedene Zukünfte vorstellbar werden zu lassen. Die Schüler*innen der Primarstufe waren am Ende des Werkstattzyklus in der Lage, sich „*alternative Szenarien*“ (ebd., 24) auszudenken. Ob sie sich auch vorstellen können, welche Anpassungen notwendig sind, um darin gut leben zu können, ist nur teilweise erkennbar. Die Identifizierung von Schritten zur Verwirklichung einer „*bevorzugte[n] nachhaltige[n] Zukunft*“ (ebd.), wie es die Kompetenzbeschreibung vorsieht (vgl. oben Abschnitt 2), bedarf fachlicher Kenntnisse, die in der Primarstufe auch im Forschungssetting der Kreislaufwerkstatt noch nicht erarbeitet werden können. Der Werkstattzyklus vermittelt jedoch ein grundlegendes Verständnis für das Forschen als wichtiger Bestandteil von Zukünftegestaltung und ein Gefühl der Selbstwirksamkeit, insofern die Schüler*innen sich in der Rolle von Forscher*innen erleben können.

28 Vgl. dazu auch den Beitrag von Sippl, Capatu, Lughammer & Jöstl in diesem Band.

Für die Zukunftsbildung lässt sich ableiten, dass im forschend-entdeckenden Lernen im Sachunterricht der Primarstufe ein Sparkling-Science-Projekt wie „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ einen besonderen Anlass schafft, um die für *Futures Literacy* notwendige Vorstellungsbildung zu unterstützen. Wissenschafts- und Zukunftsbildung bilden hier eine Schnittmenge; Wissenschafts- als Zukunftsbildung kann jedoch auch im täglichen Unterrichtsgeschehen in allen Gegenständen in der Primarstufe und darüber hinaus stattfinden. Eine Didaktik der Zukunftsbildung, wie sie derzeit am UNESCO-Lehrstuhl „Futures Literacy – Zukünfte lernen und lehren im Anthropozän“ ausgehend u. a. von den in diesem Beitrag vorgestellten Erkenntnissen entwickelt wird, stellt dafür didaktische Impulse zur Verfügung.²⁹

Literatur

- Anselm, Sabine & Hoiß, Christian (2022). Storytelling im Unterricht. Zum Umgang mit Narrationen im Kontext des Anthropozäns. In Carmen Sippl & Erwin Rauscher (Hrsg.), *Kulturelle Nachhaltigkeit lernen und lehren* (S. 67–89). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich 11) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.110>
- Bergheim, Stefan (2022). Zukunftsbildung. Neue Kompetenzen für den Umgang mit dem Später. In Oliver König (Hrsg.), *Inklusion und Transformation in Organisationen* (S. 275–287). Julius Klinkhardt. DOI: 10.25656/01:26069
- Bianchi, Guia, Pisiotis, Ulrike & Cabrera, Marcelino (2022). *GreenComp. The European Sustainability Competence Framework*. Publications Office of the European Union. doi:10.2760/13286
- Bohnsack, Ralf (2003). Dokumentarische Methode und sozialwissenschaftliche Hermeneutik. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 6, 4, 550–570.
- Bohnsack, Ralf, Nentwig-Gesemann, Iris & Nohl, Arnd-Michael (Hrsg.) (2013). *Die dokumentarische Methode und ihre Forschungspraxis. Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. 3. Aufl. Springer VS.
- Cappeller, Riccarda (2023). Circular Narratives. In Jörg Schröder (ed.), *Circular Design: Towards Regenerative Territories* (pp. 30–43). Jovis Verlag.
- Felt, Ulrike & Davies, Sarah R. (2020). *Exploring Science Communication. A Science and Technology Studies Approach*. SAGE Publications.
- Fischer, Nele (2016). Erzählte Zukünfte. Zum Potenzial eines semiotischen Zugangs in der Zukunftsforschung. In Reinhold Popp et al. (Hrsg.), *Einblicke, Ausblicke, Weitblicke: Aktuelle Perspektiven in der Zukunftsforschung* (S. 197–207). LIT Verlag.
- Gräf, Dennis (2020). Mediensemiotik in der Lehrer*innenbildung. In Amelie Zimmermann, Mirjam Dick, Dorothe Knapp & Romina Seefried (Hrsg.), *Spuren – Netze – Horizonte. Potenziale der Semiotik in der Lehrer*innenbildung* (S. 51–97). Virtuelles Zentrum für kultursemiotische Forschung. (Schriften zur Kultur- und Mediensemiotik 7)

29 Vgl. das – in Ausbau befindliche – Methodenmosaik auf der Webseite des UNESCO-Lehrstuhls an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich (<https://www.ph-noe.ac.at/unesco-chair>). Weitere Angebote sind in Vorbereitung.

- Haumann, Sebastian, Roelevink, Eva-Maria, Thorade, Nora & Zumbrägel, Christian (2023). Perspektiven auf die Stoffgeschichte: Eine Einleitung. In dies. (Hrsg.), *Perspektiven auf Stoffgeschichte. Materialität, Praktiken, Wissen* (S. 7–26.). Transcript. (Histoire, 212) DOI: <https://doi.org/10.14361/9783839468944>
- Heizmann, Felix (2022). „Wenn ich ein Miljoner wäre ...“ Nachhaltigkeitsbildung in der Grundschule durch kreatives Schreiben zu einem Bilderbuch. In Carmen Sippl & Erwin Rauscher (Hrsg.), *Kulturelle Nachhaltigkeit lernen und lehren* (S. 115–133). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich, 11) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.110>
- Iovino, Serenella & Oppermann, Serpil (2014). Introduction: Stories Come to Matter. In Eadem (eds.), *Material Ecocriticism* (pp. 1–17). Indiana University Press.
- Kalthoff, Herbert, Cress, Torsten & Röhl, Tobias (2016). Einleitung: Materialität in Kultur und Gesellschaft. In dies. (Hrsg.), *Materialität. Herausforderungen für die Sozial- und Kulturwissenschaften* (S. 11–41). Wilhelm Fink.
- Leinfelder, Reinhold (2013). Verantwortung für das Anthropozän übernehmen. Ein Auftrag für neuartige Bildungskonzepte. In Markus Vogt, Jochen Ostheimer & Frank Uekötter (Hrsg.), *Wo steht die Umweltethik? Argumentationsmuster im Wandel* (S. 283–311). Metropolis. (Beiträge zur Nachhaltigkeitsforschung, 5)
- Leinfelder, Reinhold (2020). Von der Umwelt zur Unswelt – das Potenzial des Anthropozän-Konzeptes für den Schulunterricht. In Christine Schörg & Carmen Sippl (Hrsg.), *Die Verführung zur Güte. Beiträge zur Pädagogik im 21. Jahrhundert. Festschrift für Erwin Rauscher* (S. 81–97). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich, 8) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.140>
- Leinfelder, Reinhold (2020a). Das Anthropozän – mit offenem Blick in die Zukunft der Bildung. In Carmen Sippl, Erwin Rauscher & Martin Scheuch (Hrsg.), *Das Anthropozän lernen und lehren* (S. 17–65). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich, 9) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.130>
- Leinfelder, Reinhold (2022). „Auch Maschinen haben Hunger“. Biosphäre als Modell für die Technosphäre im Anthropozän. In Carmen Sippl & Erwin Rauscher (Hrsg.), *Kulturelle Nachhaltigkeit lernen und lehren* (S. 489–521). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich, 11) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.110>
- Lively, Genevieve, Slocombe, Will & Spiers, Emily (2021). Futures literacy through narrative. *Futures* 125, 102663. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102663>
- Mangnus, Astrid C., Oomen, Jeroen, Vervoort, Joost M. & Hajer, Maarten A. (2021). Futures literacy and the diversity of the future. *Futures* 132, 102793. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102793>
- Miller, Riel (2018). Introduction. Futures Literacy: transforming the future. In Riel Miller (Ed.), *Transforming the Future. Anticipation in the 21st Century* (pp. 1–12). Routledge.
- Rippl, Gabriele (2019). Kulturwissenschaft. In Ursula Kluwick & Evi Zemanek (Hrsg.), *Nachhaltigkeit interdisziplinär. Konzepte, Diskurse, Praktiken* (S. 312–329). Böhlau.
- Sippl, Carmen (Hrsg.) (2023). „Es wird einmal ...“ Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän. Leitfaden für die Citizen-Science-Forschung an den Volksschulen. Pädagogische Hochschule Niederösterreich (Teilrechtsfähigkeit). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a1.120>
- Sippl, Carmen & Tengler, Karin (2024). Hat das Märchen eine Zukunft? Futures Literacy in intermedialer Vermittlung: eine Lesson Study. In Björn Maurer, Marco Rieckmann &

Jan-René Schluchter (Hrsg.), *Medien – Bildung – Nachhaltige Entwicklung. Inter- und transdisziplinäre Diskurse* (S. 128–143). Beltz Juventa.

Sullivan, Heather I. (2015). New Materialism. In Gabriele Dürbeck & Urte Stobbe (Hrsg.), *Ecocriticism. Eine Einführung* (S. 57–67). Böhlau.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eigene Darstellung

Abbildungen 2–5: Bildbeispiele aus den in der Zukunftswerkstatt als drittem Teil des Werkstattzyklus entstandenen „Zukunftserzählungen“ der Schüler*innen im Rahmen des Sparkling-Science-Projekts „Es wird einmal ...: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“

„Es wird einmal ...“: ein Sparkling-Science-Projekt niederöster- reichischer Volksschulen als Impuls zur Wissenschaftskommunikation

Der Beitrag von Citizen-Science-Projekten zur Forschungs- akzeptanz am Beispiel der Wertschätzung von Rohstoffen

1. Einleitung

Das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ brachte zwei Jahre lang Forschung in die Klassenzimmer sechs niederösterreichischer Volksschulen¹. In den beteiligten Volksschulen lernten die Schüler*innen der zweiten, dritten und vierten Schulstufe zunächst Märchen und Sagen mit Rohstoffbezug kennen und erforschten dann die regionalen Wertstoffe Kies, Grafit, Holzkohle, Steinkohle, Marmor und Kunststoff (Kamper 2023a). Dabei lernten sie in einer Märchen-, Kreislauf- und Zukunftswerkstatt die Bedeutung der Rohstoffe für die Zukunft kennen (Sippl 2023). Workshops, Exkursionen zu Rohstofflagerstätten, Besuche von Universitätslabors, Museen und Betrieben unter der Betreuung von Expert*innen weiteten das Umweltwissen der Jungforscher*innen aus. Im Blickfeld standen ausgewählte Sustainable Development Goals: SDG 7 (Sicherstellung des Zugangs zu erschwinglicher, zuverlässiger, nachhaltiger und moderner Energie für alle), SDG 9 (Aufbau einer widerstandsfähigen Infrastruktur, Förderung einer breitenwirksamen und nachhaltigen Industrialisierung und Unterstützung von Innovationen) und SDG 12 (Gewährleistung nachhaltiger Konsum- und Produktionsmuster) (United Nations 2023).

Die wissenschaftlichen Hauptziele des Projektes waren: (1) Die Erforschung von Stoffkreisläufen und Nutzungszusammenhängen aus Sicht der Lebenswirklichkeit von Kindern. Im Fokus standen dabei der Perspektivenwechsel hin zur Kreislaufgesellschaft und die Integration in Lehr-Lernprozesse. (2) Die Erforschung des Potenzials von Circular Narratives für Wissenschaftskommunikation am Beispiel der Wertstoffgeschichten. Können Stoffkreisläufe als Zukunftsmärchen multimodal erzählt werden? (3) Die Erstellung eines grundlegenden Beitrags zur Konzeption von *Futures Literacy* mit den Zukunftserzählungen der Schüler*innen als Grundlage.²

1 Das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ (2022–2024, <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/futures-literacy/sparkling-science-projekt>) wurde gefördert von OeAD und BMBWF.

2 Wissenschaftlich begleitet wurde das von der Pädagogischen Hochschule NÖ (TRF) geleitete Projekt von der Montanuniversität Leoben (MUL), dem Institute of Design Research Vienna (IDRV) und dem Open Innovation in Science Center der Ludwig Boltzmann Gesellschaft (LBG OIS).

2. Die Begleitforschung

Vertiefend fand eine Begleitforschung durch die wissenschaftlichen Partner mit unterschiedlichen Schwerpunkten statt. Die hier vorgestellte Untersuchung war eine davon und stellte die Frage, inwiefern die Forschung der Volksschüler*innen zu einer „zukünftigen Kreislaufgesellschaft“ auch die Bezugspersonen aus ihrem Umfeld beeinflusst. Lässt sich eine veränderte Werthaltung zu Rohstoffen bei Schüler*innen, Lehrer*innen und Bezugspersonen beobachten?

2.1 Zur Definition von Werten im Umweltbereich

Es scheint sinnvoll, zunächst menschliche Wertvorstellungen allgemein zu beleuchten, bevor über Wertvorstellungen im Zusammenhang mit Rohstoffen gesprochen wird. Es gibt zahlreiche Modelle, menschliche Wertvorstellungen zu definieren, auch zu Nachhaltigkeitswerten wurden entsprechende Skalen entwickelt (Shepherd et al. 2009). Auch Versuche, solche Modelle zu vergleichen, wurden immer wieder unternommen (Spates 1983). Einen guten Überblick über die Geschichte von Wertemodellen samt einem Versuch des Vergleichs geben etwa Paul Hanel, Lukas Litzellachner und Gregory Maio (Hanel et al. 2018).

Shalom Schwartz nennt sechs Hauptmerkmale, die allen Werten gemeinsam sind (Schwartz 1992): Demnach sind Werte Überzeugungen, die bei ihrer Aktivierung mit Gefühlen verknüpft werden. Werte beziehen sich auf erstrebenswerte Ziele, die zum Handeln motivieren. Werte gehen über bestimmte Handlungen und Situationen hinaus, sie dienen als Maßstäbe. Werte werden individuell nach ihrer Wichtigkeit geordnet. Das Handeln wird von der relativen Bedeutung der Werte geleitet.

Dass Wertvorstellungen im Umweltbereich eine wichtige Rolle spielen, ist gut dokumentiert. So zeigen etwa Adam Corner und Ko-Autor*innen am Beispiel der öffentlichen Debatte zum Klimawandel, wie sehr Werte die Auseinandersetzung beeinflussen (Corner et al. 2024). Es gibt eine wachsende Zahl von Arbeiten, die sich mit der Rolle menschlicher Werte und dem damit verbundenen Konzept der Weltanschauung befassen. Corner gibt einen Überblick über den Zusammenhang von Werten und Umweltverhalten und zeigt, welches Werteverhalten eine wichtige Rolle dabei spielt (Corner et al. 2024):

- Selbsttranszendente Werte gehen über das eigene Selbst hinaus, fördern das Wohl anderer und auch das Umweltengagement: Werte wie Altruismus, Umweltbewusstsein und soziale Gerechtigkeit sind eng mit umweltfreundlichem Verhalten und einer positiven Einstellung zum Klimawandel verbunden.
- Selbstverstärkende Werte behindern ein Umweltverhalten: Werte, die auf Macht, Status und Hedonismus basieren, stehen oft im Widerspruch zu nachhaltigem Handeln und Engagement für den Klimawandel.
- Kulturelle und politische Weltanschauungen beeinflussen die Risikowahrnehmung: Menschen mit egalitär-kommunitaristischen Ansichten sehen den Klimawandel eher als Risiko an und befürworten Schutzmaßnahmen.³ Moralische Bildung geschieht im

3 Zum Begriff des Kommunitarismus vgl. Haydon 2001.

Kontext sozialer Beziehungen und Verantwortung in einer Gemeinschaft, auch die Schule nimmt hier Einfluss. Im Gegensatz dazu neigen hierarchisch-individualistische Weltanschauungen dazu, Umweltrisiken herunterzuspielen.

- Botschaften müssen zielgerichtet sein: Kommunikationsstrategien, welche die Werte der Zielgruppen berücksichtigen, sind effektiver. Eine stärkere Betonung von Werten wie Gemeinschaft, Sicherheit oder Freiheit kann helfen, breitere gesellschaftliche Schichten anzusprechen.
- Wertebasierte Botschaften bergen immer die Gefahr einer Polarisation: Umweltbotschaften, die ausschließlich auf selbsttranszendente Werte abzielen, können Menschen mit anderen Wertorientierungen ausschließen und zur Polarisierung beitragen.
- Langfristige Werteorientierung ist wichtig: Etwaige Kampagnen sollten versuchen, selbsttranszendente Werte zu fördern, um nachhaltige Veränderungen zu bewirken, da diese Werte im Einklang mit einer nachhaltigen Gesellschaft stehen.

Mit dem *GreenComp* als Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit können Lernende dabei begleitet werden, diese Werte in den Alltag zu übernehmen (Bianchi, Pisiotis & Cabrera 2022). Dadurch gelingt eine Verankerung von Nachhaltigkeitswerten, die Komplexität der Nachhaltigkeit wird erkannt, Visionen für eine nachhaltige Zukunft werden gefördert und Handeln für Nachhaltigkeit wird eingeübt. Beachtet man diese Zusammenhänge von Wertvorstellungen und Umweltverhalten, ergeben sich interessante Ausgangslagen für Gespräche und Begegnungen mit Bürger*innen im Bereich der Wissenschaftskommunikation zu Umweltthemen.

2.2 Zur Rolle der Volksschulkinder als „Kolleg*innen“ in der Begleitforschung

In diesem Projekt sollten Kinder die Erfahrung machen, ihre Forschung im Klassenraum unterscheiden sich nicht grundsätzlich von der „echten“ (Begleit-)Forschung. Vielmehr sollten sie erkennen, dass „kleine“ und „große“ Forscher*innen ähnliche Techniken und Prinzipien anwenden, um Forschungsfragen zu beantworten.

Auch das an der Universität Paris-Saclay beheimateten „Maison d'Initiation et de Sensibilisation aux Sciences (MISS)“ versteht sich als ein Raum der Praxis, in dem bereits Kinder aus der Primarstufe gemeinsam Wissenschaft betreiben, Fehler gemacht werden dürfen, experimentiert und entdeckt wird (La Maison d'Initiation et de Sensibilisation aux Sciences [MISS] 2024). MISS sieht sich als eine Brücke zwischen dem universitären Ort der Wissensproduktion und dem Klassenzimmer, wo die Lehrkräfte das Wissen gestalten und ihm einen Sinn geben.

Das Forschen mit Kindern erfordert eine sorgfältige Vorbereitung. Viele Methoden der Datenerhebung sind auf die Altersgruppe abzustimmen (Heinzel 2012, 2013, Vogl 2015). Sucht man gelungene Zugänge, die Freude von Kindern an der Forschung zu fördern, scheint eine Reflexion der Zusammenarbeit sinnvoll. Christensen und Prout führen vier Zugänge zu Kindern in der Forschung an (Christensen & Prout 2002): (1) Sieht man Kinder als Objekte von Forschung, nimmt man ihnen die Möglichkeit, die Idee der Forschung zu verstehen und dieser zuzustimmen. (2) Kindzentrierte Zugänge dagegen trauen den Kindern zwar die Fähigkeit zur Mitbestimmung zu, stellen diese jedoch unter den Vorbehalt

ihres Entwicklungsstandes. Damit werden Kindern altersbedingt bestimmte Kompetenzen zugeschrieben und das Forschungsdesign entsprechend angepasst. (3) Man versteht Kinder als soziale Akteur*innen und nimmt die Unterscheidung von Erwachsenen und Kindern nicht für selbstverständlich. Forschung orientiert sich hier an den spezifischen Erfordernissen der beteiligten Personen. Davon unterscheidet sich (4) der partizipative Zugang: Kinder werden als Ko-Forschende gesehen. Kinder werden deshalb in der einen oder anderen Form aktiv in Forschungsprozesse mit einbezogen, sie haben einen Anspruch darauf, in sie betreffende Prozesse involviert zu werden.

Christensen und Prout (2002, 484) bevorzugen den dritten und vierten Zugang und sprechen von einer „ethischen Symmetrie“, wobei sie zwischen einer „sozialen“ und einer „ethischen Symmetrie“ unterscheiden. Soziale Bedingungen der Forschung sind oft durch eine Asymmetrie zwischen Kindern und Erwachsenen erkennbar. „Ethische Symmetrie“ stellt dagegen ein allgemeines Prinzip dar, an dem sich die Forschung ausrichten kann.

Im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“ betrachteten wir die Kinder von Anfang an als Ko-Forschende und nicht als Forschungsobjekte. Obwohl kindzentrierte Zugänge in den Mittelpunkt der Forschung gestellt wurden, blieben die Schüler*innen soziale Akteure. Die Annahme, dass Kinder an ihrer Entwicklung durch eigene Aktivitäten mitwirken, sieht sie nicht mehr als „Menschen in Vorbereitung“ (Heinzel 2012). Alle Jungforscher*innen erhielten eigene, persönlich zu gestaltende Forschungstagebücher, die nicht von den Erwachsenen (Lehrer*innen, Wissenschaftler*innen, Projektteilnehmer*innen) kontrolliert oder bewertet wurden. Dort konnten sie ihre Erfahrungen, Ideen und Gedanken während der Werkstätten und Workshops eintragen.

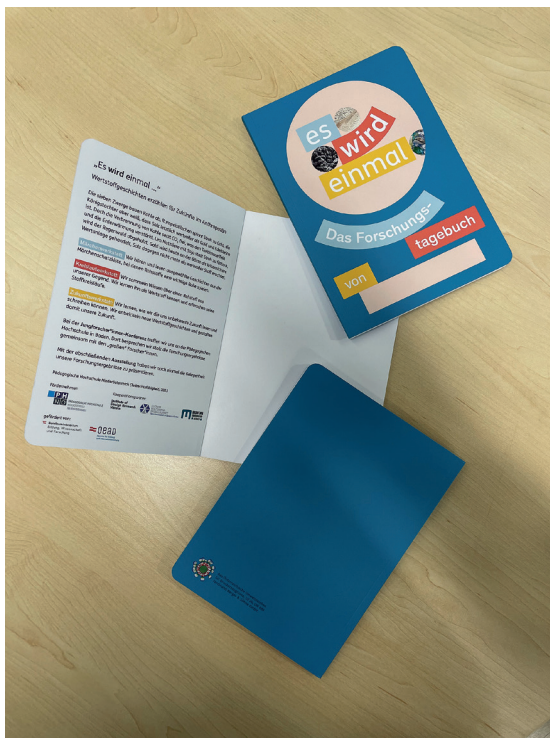


Abbildung 1:
Das von den Jungforscher*innen
verwendete Forschungstagebuch
(eigene Darstellung)

2.3 Die Datenerhebungsinstrumente

Unsere Untersuchung hatte nicht zum Ziel, die allgemeine Wertvorstellung der Bezugspersonen zu ergründen. Auch der Entwicklung moralischer Urteile über Ressourcendilemmata von Grundschulkindern im Kontext nachhaltiger Entwicklung galt nicht unser Interesse (Gaubitz 2021). Vielmehr wollten wir erkunden, ob dieses Projekt, in dem Volksschüler*innen zu einer ‚zukünftigen Kreislaufgesellschaft‘ forschen, auch Auswirkungen auf das Rohstoffbewusstsein der involvierten Bürger*innen hat.

Die Bedeutung der Rohstoffe für eine Gestaltung der Zukunft ist unbestritten. Auch die Sorge, dass uns die Rohstoffe ausgehen könnten (Bardi 2013), ist bekannt. Ob der Einsatz von Rohstoffen deshalb sparsam erfolgen soll, weil sie selbst knapp sind, oder weil mit ihrer Gewinnung ein großer Aufwand verbunden ist, spielt eine Rolle (Schmidt 2021). Ressourceneffizienz und Klimaschutz hängen jedenfalls unmittelbar zusammen, Rohstoffe und Entwicklung können schwer getrennt werden (Fischer et al. 2016).

Nationale Berichte wie der Umweltkontrollbericht helfen einzuordnen, wo Österreich im Umgang mit dem Klimawandel, beim Erhalt der biologischen Vielfalt, bei der Umsetzung der Kreislaufwirtschaft und auf dem Weg in eine schadstofffreie Zukunft steht (Umweltbundesamt 2022). Europäische Verordnungen, wie die des EU-Parlaments zur Schaffung eines Rahmens zur Gewährleistung einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen geben eine Richtung vor (EU-Verordnung 2024).

Laut Projekt-Interview mit Frank Melcher von der Montanuniversität Leoben werden in Österreich zwischen 80 und 100 Millionen Tonnen Rohstoffe pro Jahr abgebaut (Melcher 2024 bzw. Beitrag in diesem Band). In Niederösterreich sind das beispielsweise viele Baurohstoffe und Kiesabbau. Zusätzlich zu den Baurohstoffen werden etwa 6 bis 7 Millionen Tonnen pro Jahr hochwertige Rohstoffe abgebaut. So zeigt sich am Erzberg, den wir mit den Volksschüler*innen besucht haben, dass aus 10 Millionen Tonnen Gestein, die hier abgebaut werden, nur etwa 1 Million Tonnen Eisen gewonnen werden kann. Gemeinsam mit den Jungforscher*innen reisten wir direkt zu den Abbau- und Lagerstätten: in die Kies- und Recycling-Werke in Bad Fischau-Brunn, zum aufgelassenen Grafitabbau in Zettlitz bei Drosendorf, zum Schaustollen und Steinkohlemuseum nach Grünbach am Schneeberg, zu Holzkohlemeilern bei Stollhof Hohe-Wand, zum Marmorsteinbruch bei Weikersdorf am Steinfelde und zum Kunststoffrecycling bei St. Valentin-Hauptplatz.

Im Gegensatz zu den Forschungszielen der Jungforscher*innen war unser Ziel in der Begleitforschung, eine mögliche Veränderung des Rohstoffbewusstseins bei den Bezugspersonen der Schüler*innen während des Sparkling-Science-Projektes zu erkennen. Geeignete Methoden zur Erhebung waren Fragebögen, das Durchführen von Interviews und das Anfertigen von Podcasts. Die Entwicklung der Datenerhebungsinstrumente konnte von den Schüler*innen im Projekt mitverfolgt werden. Beim Design wurde eine sequenzielle Strategie verfolgt, die als „explanatory design“ bekannt ist (Creswell 2013). Die Jungforscher*innen konnten bei dieser Begleitforschung miterleben, wie Datenerhebung funktioniert.

Die Kinder wurden, wo es sinnvoll erschien, in die Begleitforschung eingebunden und auf Augenhöhe als Forscher*innen wertgeschätzt und nicht als Objekte von Untersuchungen betrachtet (Eßer & Sitter 2018). Die ersten informellen Gespräche mit Eltern über Forschung und Rohstoffe kamen sporadisch bei Elternabenden und Schulveranstaltungen zur Projektvorstellung auf. Eine erste quantitative Umfrage zur Datengewinnung erfolgte nach dem Anlaufen des Projektes an den Schulen. Hierfür wurde ein Fragebogen entwickelt, der

strukturell auf den Fragestellungen im Werkstattzyklus aufbaute. Die Fragebögen, sowohl in Papierform als auch als Online-Instrumente, wurden vorwiegend durch die Schüler*innen aber auch deren Lehrer*innen an die Bezugspersonen weitergegeben. Die Jungforscher*innen eröffneten dadurch zuhause mit den Familienangehörigen einen Dialog über Forschung. Während des Projektes lernten die Kinder dadurch erste, einfache Schritte zum Entwickeln von Erhebungsinstrumenten für die Forschung und Grundlagen des Datenschutzes kennen. In den Werkstätten lernten die Kinder auch die Anwendung von Interviewtechniken für Audioaufnahmen. Bei Exkursionen und gegen Ende des Projektes erfolgten qualitative Interviews mit Expert*innen und Lehrer*innen, die zum Teil auch mit Hilfe der Jungforscher*innen mitgestaltet wurden. Forschung wurde nicht als abprüfbare Leistung, die auch negativ beurteilt werden könnte, erlebt. Stattdessen konnte Forschen als eine kooperative Art der Aneignung von Wissen erfahren werden. Schulleiterinnen bestätigten uns in diesem Ansatz: „Forschung braucht Muße“ (Kamper 2023c).

War bei den ersten Gesprächen zu Projektbeginn mit Eltern zu Forschung und Rohstoffen das Thema der regionalen Rohstoffe kaum präsent und ergaben Befragungen einzelner Lehrer*innen dazu keine besondere Relevanz eines Rohstoffbewusstseins (Kamper 2023b), sollte sich das bei den Antworten der Fragebögen ändern.

2.3.1 Die Fragebögen

Die Fragebögen wurden im ersten Projektjahr sowohl in Papierform als auch online abrufbar über die Plattform LimeSurvey der PH Niederösterreich zur Befragung eingesetzt. Während eines Projektjahres waren etwa 170 Schüler*innen aus neun Klassen als Jungforscher*innen in den drei Werkstätten involviert, etwa 400 Schüler*innen aus 20 weiteren Klassen hatten zudem jedes Schuljahr indirekt Kontakt mit dem Projekt.

Etwa 200 Fragebögen wurden ab Mai 2023 in den Forschungsklassen aufgelegt und konnten von den Schüler*innen freiwillig mitgenommen werden, die Teilnahme an der Bezugspersonenbefragung war nicht als Teil der Unterrichtsleistung verpflichtend.

Bis zum Juni 2024 kamen insgesamt 133 von den Eltern beantwortete Fragebögen entweder in Papierform (108) oder online (25) ausgefüllt zurück.

Die befragten Angehörigen der Jungforscher*innen konnten zwölf Fragen rund um Rohstoffe beantworten. Hier soll eine Auswahl der Antworten vorgestellt werden. Von Interesse war zunächst, ob nun im Rahmen des Projektes bereits Gespräche über Rohstoffe geführt werden. Waren Rohstoffe bei den ersten Elternabenden kaum ein Thema, gab es nun bereits gelegentliche Diskussionen innerhalb der Familien.

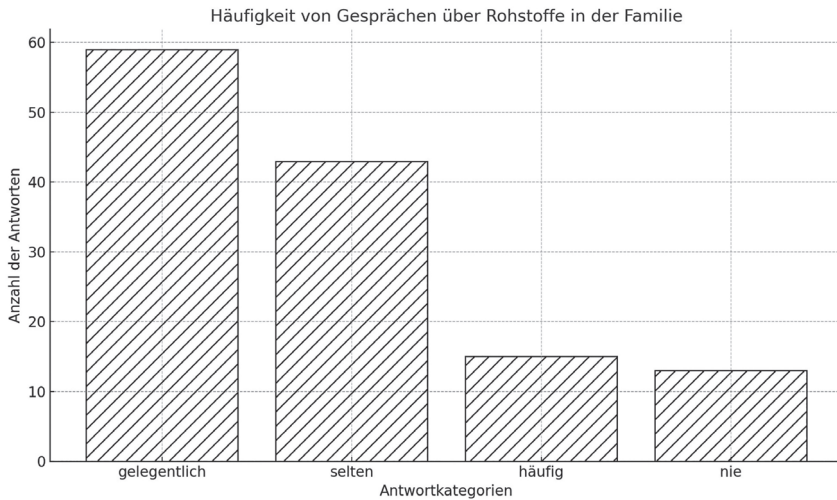


Abbildung 2: Fragebogenauswertung über die Häufigkeit der Rohstoffgespräche in der Familie (eigene Darstellung)

Die bei diesen Gesprächen am häufigsten genannten Themen waren: Energiequellen, Politik und Wirtschaft, Umwelt und Natur, Nachhaltigkeit und Recycling, Rohstoffnutzung sowie Technologie und Mobilität.

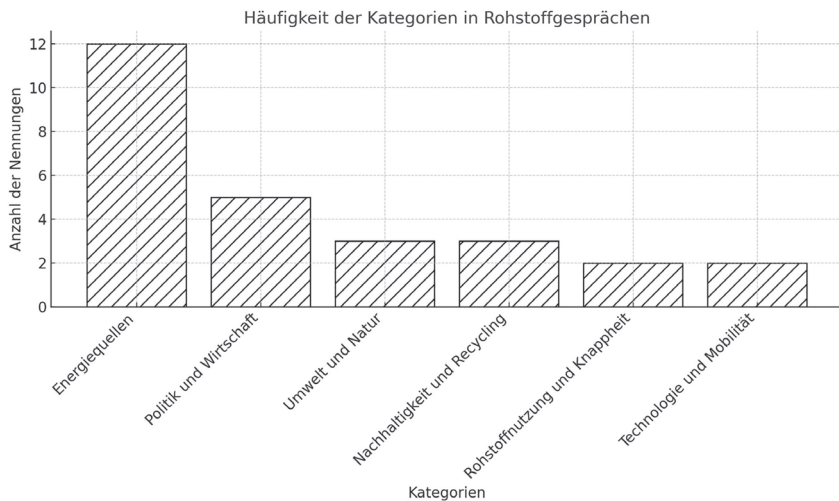


Abbildung 3: Übersicht über die Häufigkeit der verschiedenen Themenkategorien in den Rohstoffgesprächen (eigene Darstellung)

Die Frage, ob ein Rohstoffvorkommen in der Nähe des Wohnortes bekannt sei, konnte von einem großen Teil der Befragten nicht beantwortet werden. Wenn doch Rohstoffe genannt wurden, waren das vor allem die Materialien Holz, Kies, Gips, Kalk und Wasser.

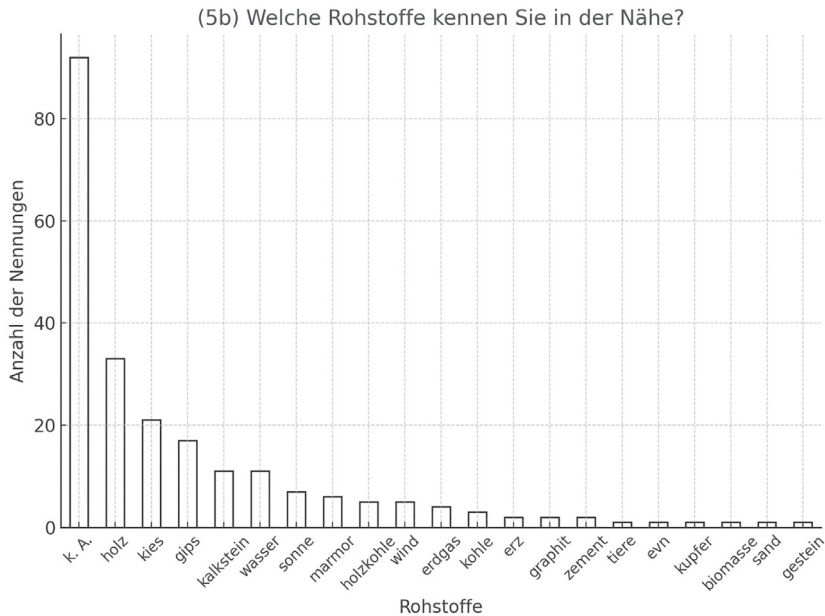


Abbildung 4: Grafische Darstellung der in den Familien bekannten Rohstoffe in der jeweiligen Umgebung (eigene Darstellung)

Frage man nach, welche Gewichtung bestimmte Aspekte beim Umgang mit Rohstoffen haben, zeigte sich, dass Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit als sehr wichtig eingestuft werden. Die wirtschaftliche Bedeutung von Rohstoffen spielte eine eher untergeordnete Rolle.

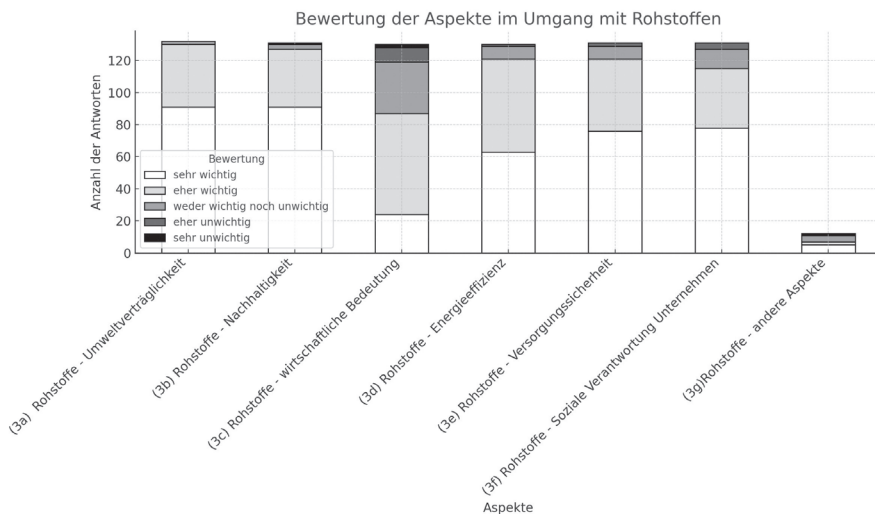


Abbildung 5: Wichtige Aspekte von Rohstoffen, welche in den Rohstoffgesprächen identifiziert wurden (eigene Darstellung)

Das Bewusstsein der österreichischen Bevölkerung zur Bedeutung der Nachhaltigkeit von Rohstoffen wurde als durchschnittlich bis schwach eingeschätzt.

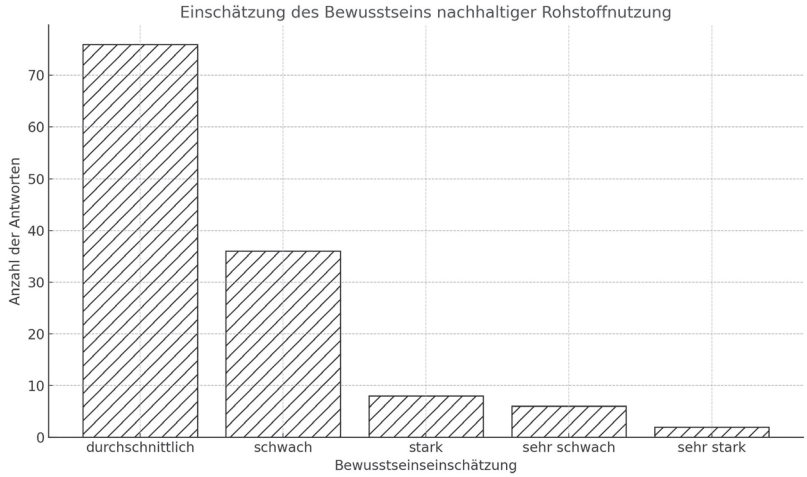


Abbildung 6: Einschätzung des Rohstoffbewusstseins und deren nachhaltiger Nutzung der Bevölkerung (eigene Darstellung)

Die Rolle der Regierung bei der Zukunft der Rohstoffe in Österreich wurde als sehr wichtig eingeschätzt. Allerdings wurde die Frage, ob Österreich genügend Anstrengungen unternimmt, um die nachhaltige Nutzung von Rohstoffen und die Entwicklung von Alternativen voranzutreiben, Großteils mit „nein“ beantwortet.

(10) Einschätzung der Anstrengungen Österreichs zur nachhaltigen Rohstoffnutzung und Entwicklung von Alternativen

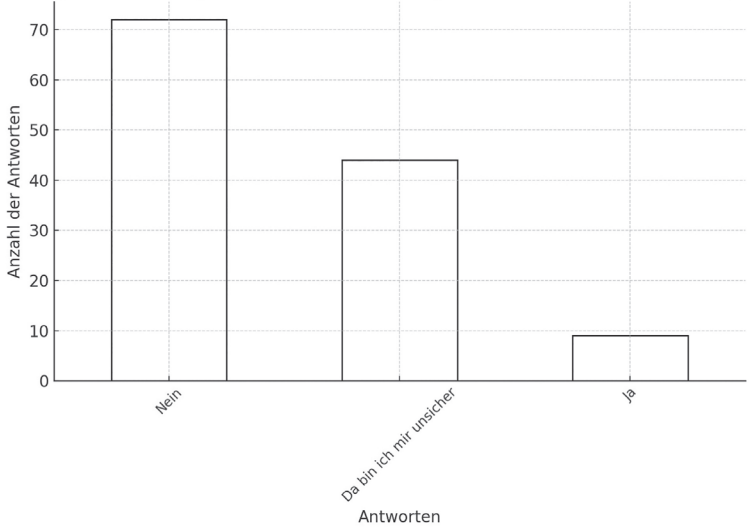


Abbildung 7: Einschätzung der Anstrengungen Österreichs zur nachhaltigen Rohstoffnutzung und zur Entwicklung von Alternativen (eigene Darstellung)

Von Interesse war, welche persönlichen Maßnahmen seitens der Bezugspersonen der Jungforscher*innen bereits ergriffen wurden, um den Verbrauch von Rohstoffen nachhaltiger zu gestalten. Diese offene Frage wurde sehr unterschiedlich beantwortet. Die folgenden Kategorien konnten aus den Nennungen gewonnen werden:

1. **Energieeffizienz:** Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs oder zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen wurden gesetzt. Als Beispiele angeführt sind etwa „Photovoltaikanlage“ oder „Luftwärmepumpe als Heizung“.
2. **Ressourcenschonung:** Ergriffen wurden Maßnahmen zur Minimierung des Verbrauchs natürlicher Ressourcen. Beispiele waren da etwa „Wassersparen“, aber auch der Einsatz von „Brunnenwasser im WC und Garten“ wurde als Sparmaßnahme verstanden.
3. **Lokale oder nachhaltige Beschaffung:** Berichtet wird von einer Bevorzugung lokal verfügbarer oder nachhaltiger Rohstoffe. Ein Zitat dazu ist der „lokale Bezug von Rohstoffen wie Holz, Errichtung eines Strohhauses oder eines Lehmbaues“.
4. **Wiederverwendung und Reparatur:** Angeführt wurde die Verringerung des Konsums durch Verlängerung der Lebensdauer von Konsumgütern. Zitat: „weniger kaufen, mehr wiederverwenden und reparieren“.
5. **Transportminimierung:** Angestrebt wurde die Reduzierung der CO₂-Emissionen durch weniger Autofahrten. Ein häufig genanntes Beispiel: „Autofahrten minimieren“.

Gefragt wurde auch, welche Maßnahmen noch ergriffen werden sollten, um in Zukunft die nachhaltige Nutzung von Rohstoffen zu fördern. Dabei konnten die in der Tabelle dargestellten Kategorien aus den individuellen Vorschlägen ermittelt werden.

Tabelle 1: Maßnahmen zur zukünftigen nachhaltigen Nutzung von Rohstoffen.

1. Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung

Beschreibung: Maßnahmen, die den Schutz von Ressourcen, die Verringerung von Verbrauch und die Förderung eines schonenden Umgangs mit der Umwelt betonen.

Beispiele: Vorschläge zur Vermeidung von Verschwendung und zur Förderung nachhaltiger Praktiken.

2. Recycling und Kreislaufwirtschaft

Beschreibung: Ansätze zur Förderung von Wiederverwendung, Recycling und der Integration von Rohstoffen in eine Kreislaufwirtschaft.

Beispiele: Vorschläge zur Einführung von Kreislaufprozessen und verbesserten Recyclingstrategien.

3. Bildung und Information

Beschreibung: Maßnahmen zur Sensibilisierung der Bevölkerung, Aufklärung über Rohstoffthemen und Verbesserung des Wissens.

Beispiele: Informationskampagnen und Programme zur Aufklärung über Ressourcennutzung.

4. Gesetzgebung und Regulierung

Beschreibung: Vorschläge, die sich auf die Einführung oder Verbesserung von Gesetzen, Richtlinien und Fördermaßnahmen konzentrieren.

Beispiele: Strengere Gesetze zur Ressourcenschonung oder finanzielle Anreize.

2.3.1.1 Zusammenfassung der Fragebogenauswertung

Im Gegensatz zu den ersten Elterngesprächen bei Veranstaltungen zu Projektbeginn, wo auf Nachfrage kaum über Rohstoffe und Forschung gesprochen wurde, fanden nach dem Projektstart tatsächlich vermehrt Gespräche über Rohstoffe statt. Thematisiert wurde dabei vor allem die Rolle der Rohstoffe als Energiequelle, aber auch Politik, Wirtschaft, Umwelt, Natur und Recycling wurden besprochen. Der Großteil der Befragten konnte aber keine relevanten regionalen Rohstoffe benennen. Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit galten als wichtige Aspekte bei Rohstoffen. Die Bedeutung der Regierung bei der Rohstoffzukunft in Österreich wurde als sehr wichtig eingeschätzt. Die Frage, ob Österreich genügend Anstrengungen unternimmt, um die nachhaltige Nutzung von Rohstoffen und die Entwicklung von Alternativen voranzutreiben, wurde vorwiegend mit „nein“ beantwortet.

Persönliche Maßnahmen seitens der Bezugspersonen der Jungforscher*innen, um den Verbrauch von Rohstoffen nachhaltiger zu gestalten waren: Energieeffizienz, Ressourcenschonung, Lokale oder nachhaltige Beschaffung, Wiederverwendung und Reparatur sowie Transportminimierung.

Maßnahmen, die ergriffen werden sollten, um in Zukunft die nachhaltige Nutzung von Rohstoffen zu fördern, waren: Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung, Recycling und Kreislaufwirtschaft, Bildung und Information, Gesetzgebung und Regulierung.

2.3.2 Die qualitativen Interviews

2.3.2.1 Durchführung der Interviews

Interviews wurden bei Exkursionen zu Rohstoffabbaustätten, bei Workshops, bei Projektveranstaltungen und an den Schulen durchgeführt. Dort, wo es möglich war, kamen die geschulten Jungforscher*innen zum Einsatz. Ein portabler WAV/MP3 Recorder (Zoom H2N) mit fünf integrierten Mikrofonen wurde auf das jeweilige Setting eingestellt und die Aufnahmen auf einer digitalen Speicherkarte abgelegt. Die zahlreichen Interviews wurden anschließend mit Audiosoftware (WavePad) aufbereitet und dann mit Transkriptionssoftware (Sonix.ai) automatisiert und manuell überarbeitet. Die Kategorisierung der Transkripte fand auf Basis der Inhaltsanalyse nach Kuckartz statt (Kuckartz & Rädiker 2024).

Mit den Schulleiter*innen und Lehrer*innen, aber auch Eltern der Jungforscher*innen wurden am Ende des Projektes semistrukturierte Interviews mit einem klaren Leitfaden geführt, die genügend Flexibilität boten, um auf spezifische Antworten und unerwartete Themen einzugehen. Damit konnten tiefergehende qualitative Einblicke in die Werthaltungen und Erfahrungen der Interviewten gewonnen werden.

2.3.2.2 Die Auswertungen und Kategorisierungen der Interviews

Folgende Schwerpunkte waren nach Auswertung der Transkripte zu erkennen:

1. Bewusstsein für Rohstoffe und Umwelt

Bewusstseinsschaffung: Viele Eltern und Schüler*innen erkannten durch die Projekte den Wert von Rohstoffen wie Kies, Grafit oder Kunststoff und deren begrenztes Vorkommen.

Ankerbeispiele: Eltern waren überrascht, dass Grafit vor Ort gefunden wird, und sahen den Wert alltäglicher Gegenstände wie Bleistifte in einem neuen Licht.

Bewertung von Plastik: Das Projekt führte in der Bevölkerung zu Diskussionen über die Vor- und Nachteile von Plastik und die Kreislaufwirtschaft.

2. Vermittlung von Wissenschaft und Forschung

Kindgerechte Forschung: Kinder erhielten Einblicke in wissenschaftliches Arbeiten, auch durch Exkursionen zur Montanuniversität Leoben.

Ankerbeispiele: Kinder entwickelten eigene Forschungsideen, wie die Kreuzung von Erbsen mit Kakteen, was von einem internationalen Forschungsinstitut aufgegriffen und bearbeitet wurde.

Verständnis von Wissenschaft: Eltern waren erstaunt, wie wissenschaftliches Arbeiten bereits in der Volksschule umgesetzt werden kann.

3. Eine Definition von „Wert“

Konzepte von Wert: Der Begriff wurde von den Befragten als mehrdimensional beschrieben (Werte konnten materiell, immateriell, ökologisch und finanziell verstanden werden).

Ankerbeispiele: Ein Rohstoff ist wertvoll, wenn er selten ist, viel Arbeit in seiner Verarbeitung steckt oder der Umwelt nützt.

Kindliche Perspektive: Kinder sahen Rohstoffe oft als „Schätze“ an, die besonders behandelt werden müssen.

4. Nachhaltigkeit und Weitergabe von Wissen

Nachhaltige Effekte: Das Projekt führte in den Schulen zu langfristigen Initiativen wie Mülltrennung und die Vermeidung von Plastikeinbänden, eine Übernahme in den Sachunterricht oder die Aufnahme von Wissenschaftskommunikation ins Schulprogramm.

Ankerbeispiele: Eltern berichteten, dass ihre Kinder sie zu umweltbewusstem Verhalten inspirierten.

Gemeindeübergreifende Wirkung: Schüler*innen trugen durch mobile Wanderausstellungen das erworbene Wissen an andere Orte weiter.

5. Beteiligung der Gemeinschaft

Integration der Eltern und der Gemeinde: Das Projekt wurde bei Veranstaltungen und in Gesprächen oft thematisiert, was das Rohstoffbewusstsein in der Gemeinde erhöhte.

Ankerbeispiele: In einer Schule wurde der lokale Kiesabbau durch die Kinder aufbereitet und in einer Ausstellung diskutiert. Bei Schulfesten anderer Schulen gab es einen Austausch mit der Bevölkerung über Rohstoffe. In einem weiteren Ort fand ein Science-Talk zu Rohstoffen mit den Bürgern im „Café Bergwerk“ statt.

2.3.2.3 Indikatoren für eine Steigerung des Bewusstseins zu Rohstoffen

Die folgenden Indikatoren für ein gesteigertes Rohstoffbewusstsein konnten aus dem Material gewonnen werden: Kinder und Eltern berichten von verändertem Verhalten im Umgang mit Ressourcen (z. B. Mülltrennung, Plastikvermeidung), es fanden Diskussionen in der Gemeinde über die Bedeutung von lokalen Rohstoffen und deren Verarbeitung statt und das Interesse an weiteren Exkursionen und einer Fortführung von Rohstoffprojekten zeigt die Nachhaltigkeit der Vermittlung.

Tabelle 2: Indikatoren für ein gesteigertes Bewusstsein im Umgang mit Rohstoffen.

1. Veränderungen bei Schüler*innen

Achtsamkeit im Alltag: Kinder entwickeln ein stärkeres Bewusstsein für die Endlichkeit von Rohstoffen und deren nachhaltigen Einsatz.

Beispiel Bad Fischau-Brunn: Die Kinder waren beeindruckt von der Recyclingfähigkeit von Rohstoffen wie Kies und erkannten, dass Abfallprodukte wiederverwendet werden können.

Forschungserfahrungen in Leoben: Schüler*innen nahmen Exkursionen in die Montanuniversität als prägend wahr und erzählten begeistert zu Hause von ihren Erkenntnissen. Diese Erlebnisse stärkten ihre Wertschätzung für wissenschaftliches Arbeiten und Rohstoffnutzung.

Kindliche Perspektive: Rohstoffe wie Grafit wurden von Kindern als „Schätze“ beschrieben, was zeigt, dass sie deren Seltenheit und Bedeutung verinnerlicht haben.

2. Auswirkungen auf Eltern und Familien

Diskussionen in der Familie: Eltern berichteten, dass ihre Kinder sie zu umweltfreundlicherem Verhalten inspirierten.

Beispiel Drosendorf: Eltern wurden durch die Geschichten der Kinder über Grafit und die Recyclingmöglichkeiten nachdenklich und reflektierten über ihren eigenen Umgang mit Ressourcen.

Beispiel St. Valentin: Eltern diskutierten den Wert von Plastik und die Bedeutung von Kreislaufwirtschaft intensiver in Gesprächen mit Lehrer*innen und Kindern. Einige berichteten über ein verändertes Einkaufs- und Mülltrennungsverhalten.

3. Bewusstsein in der Gemeinde

Ressourcen als lokales Thema: Das Projekt trug dazu bei, Rohstoffe wie Kies und Grafit in der Gemeinde stärker ins Bewusstsein zu rücken.

Bad Fischau-Brunn: Durch die Einbindung lokaler Akteure, wie Kiesgrubenbetreiber, wurden Recyclingprozesse und der wirtschaftliche Wert von Rohstoffen für Eltern und Schüler*innen sichtbar gemacht.

Diese Erkenntnisse wurden auch in der Gemeinde diskutiert.

Drosendorf: Viele Einwohner waren überrascht, dass es noch aktive Grafitvorkommen in der Region gibt, und reflektierten darüber, wie selbstverständlich Alltagsgegenstände wie Bleistifte wahrgenommen werden, obwohl sie wertvolle Rohstoffe enthalten.

4. Initiativen und Verhaltensänderungen

Schulen:

Förderung von plastikfreien Alternativen (z. B. Verzicht auf Plastikhefter in St. Valentin).

Thematische Einbindung von Rohstoffen in den Sachkundeunterricht und bei Schulveranstaltungen.

Eltern:

Verändertes Einkaufsverhalten (z. B. bewusster Umgang mit Plastiktüten).

Motivation zur stärkeren Mülltrennung durch die Kinder.

Lerninhalte werden Alltag: In den Projekten erarbeitete Inhalte fließen in das alltägliche Verhalten der Kinder ein, z. B. durch Gespräche über Ressourcenschonung oder bewussteres Verhalten im Haushalt.

5. Nachhaltigkeit der Bewusstseinsbildung

Langfristige Wirkung bei Schüler*innen:

Kinder behalten die Projekterfahrungen im Gedächtnis und entwickeln eine langfristige Achtsamkeit für Ressourcen.

Das Bewusstsein für die Wichtigkeit von Rohstoffen wurde in Geschichten, Exkursionen und eigenen Forschungserfahrungen verankert.

Langfristige Wirkung in der Gemeinschaft:

Einige Schulen, wie in Drosendorf, planen, Rohstoffprojekte fest in den Lehrplan zu integrieren und regelmäßig Exkursionen zu lokalen Abbaustätten durchzuführen.

Gemeinden wie St. Valentin fördern weiterhin Initiativen zur Ressourcenschonung, wie die plastikfreie Gemeinde.

2.3.2.4 Veränderung der Werthaltung: Ankerbeispiele

In den Interviews finden sich mehrere Zitate, die auf eine Veränderung der Werthaltung gegenüber Rohstoffen durch das Projekt hinweisen. Hier ein Auszug aus relevanten Aussagen:

Tabelle 3: Sammlung von Ankerbeispielen aus Zitaten der qualitativen Interviews.

1. St. Valentin

„Dass wir den Kindern einmal beibringen, was Ressourcen überhaupt sind und dass man halt sparsam mit ihnen umgeht.“

Kontext: Diese Aussage zeigt, dass Eltern durch die Aktivitäten der Kinder ein stärkeres Bewusstsein für den sparsamen Umgang mit Ressourcen entwickelt haben.

„Das Projekt hat mich dann dazu angeregt, eben dann auch Familienmitglieder anzustiften, auf das wirklich zu achten.“

Kontext: Eine Lehrerin berichtet, wie das Projekt nicht nur Schüler*innen, sondern auch sie und ihr Umfeld zu einem bewussteren Umgang mit Müll und Recycling inspiriert hat.

„Das Projekt hat sicher ein Umdenken bewirkt, was den Wert von Rohstoffen betrifft.“

Kontext: Diese Aussage zeigt die Einschätzung einer Lehrerin, dass das Projekt nicht nur bei Kindern, sondern auch in der Gemeinschaft ein verändertes Bewusstsein bewirkt hat.

2. Drosendorf

„Aber dass da wertvolle Rohstoffe dahinterstecken, die nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen, ist glaube ich schon vielen Eltern bewusst geworden.“

Kontext: Die Auseinandersetzung mit Grafit und dessen Endlichkeit hat das Bewusstsein der Eltern und Kinder geschärft.

„Man wusste gar nicht, dass es den Rohstoff gibt.“

Kontext: Eltern waren überrascht über die Existenz und Bedeutung des Grafitabbaus in der Region, was zu einer neuen Wertschätzung führte.

„Die Kinder sahen plötzlich alltägliche Gegenstände wie Bleistifte als Schätze.“

Kontext: Die Arbeit mit Grafit führte dazu, dass Kinder den Wert alltäglicher Rohstoffe neu bewerteten.

3. Bad Fischau-Brunn

„Ich glaube nicht, dass jedem bewusst war, dass das eigentlich alles am Standort vorhanden ist. Recycling, Abbau, dass das alles da zusammen ist.“

Kontext: Eltern und Schüler*innen waren beeindruckt, wie Recycling vor Ort funktioniert und welche Bedeutung der lokale Kiesabbau hat. Dies führte zu einer neuen Wahrnehmung von Werten und der Kreislaufwirtschaft.

„Was machen wir mit den Sachen, die für uns eigentlich jetzt wertlos geworden sind, die wir wegwerfen?“

Kontext: Das Projekt regte zum Nachdenken über Abfallverwertung und die Wiederverwendung von Rohstoffen an.

Diese Zitate zeigen deutlich, dass das Projekt bei Eltern, Schüler*innen und Lehrer*innen eine veränderte Haltung gegenüber der Wertschätzung und Nutzung von Rohstoffen bewirkt hat, sowohl durch direkte Erkenntnisse als auch durch Reflexion und Diskussion.

3. Schlussfolgerungen

Das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“ hat nicht nur kurzfristig das Bewusstsein für Rohstoffe bei Schüler*innen und Eltern geschärft, sondern durch gezielte Aktionen und nachhaltige Lernansätze auch eine Grundlage für langfristige Verhaltensänderungen geschaffen. Besonders die Integration von Rohstoffthemen in den Alltag und die regionale Gemeinschaft zeigt, dass Bewusstseinsbildung weit über die Schule hinaus wirken kann. Wichtige Schlüsselkompetenzen einer Zukunftsgestaltung können an Lernorten erworben werden (Sippl & Wanning 2023).

Forschung in den Volksschulen bietet ideale Voraussetzungen, um den beobachteten Zusammenhang von Werten und Umweltverhalten zu fördern (Corner et al. 2014).

(1) Die Jungforscher*innen thematisieren mit Eltern und Lehrer*innen gerne selbsttranszendente Werte wie Altruismus, soziale Gerechtigkeit und umweltfreundliches Verhalten. (2) Kindern ist durchaus bewusst, dass selbstverstärkende Werte, die auf Macht, Status und Hedonismus basieren oft im Widerspruch zu nachhaltigem Handeln stehen. Das war auch an den Antworten der Bezugspersonen erkennbar. (3) Kulturelle und politische Weltanschauungen beeinflussen die Risikowahrnehmungen. Hierarchisch-individualistische Weltanschauungen neigen dazu, Umweltrisiken herunterzuspielen. Schule kann hingegen der Ort sein, wo Mut zur Ergreifung von Maßnahmen gelernt wird und Handlungen zur Veränderung geübt werden. Schule wird so als Raum für *Futures Literacy*, als Chance zum Buchstabieren der Zukunft erfahren (Sippl 2023b). (4) Botschaften in der Schule sind zielgerichtet und betonen Werte wie Gemeinschaft, Sicherheit und Freiheit. Das ist hilfreich, um breite gesellschaftliche Schichten anzusprechen. (5) Die Gefahr einer Polarisation durch wertebasierte Umwelt-Botschaften wird durch pädagogisch versierte Lehrer*innen weitgehend vermieden, da sie über eine langjährige Praxis im Umgang mit Menschen mit anderen Werteorientierungen verfügen. (6) Schule bietet langfristige Werteorientierung an, fördert selbsttranszendente Werte und kann dadurch nachhaltige Veränderungen im Einklang mit einer nachhaltigen Gesellschaft vermitteln.

Das durch Forschung erlernte Umweltwissen kann zu einem Mitweltwissen werden. Umwelt und Mitwelt sind von dem mit ihnen implizierten Wertgehalt her verschieden definiert (Altner 1991).⁴ Im Umweltbegriff schwingt noch der Anthropozentrismus der Anfänge der Umweltpolitik mit: Umweltschutz diene vor allem dem Menschen. Mitwelt meint aber auch die Eigenständigkeit und Eigenwertigkeit der nichtmenschlichen Natur. Schule kann der Ort sein, wo Selbsttranszendenz, soziale Gerechtigkeit und ein Bewusstsein der Ermächtigung zur verantwortlichen Gestaltung der Mitwelt durch Forschung erlernt werden kann.

Literatur

- Altner, Günter (1991). Umwelt – Mitwelt – Nachwelt. Umweltethik als Voraussetzung individuellen und gesellschaftlichen Handelns. In Eberhard Seidel & Heinz Strebel (Hrsg.), *Umwelt und Ökonomie* (S. 132–143). Gabler Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-322-82545-2_7
- Bardi, Ugo (Leipprand, Eva & Freundl, Hans & Pfeiffer, Thomas & Roller, Werner & Schlatterer, Heike) (2013). *Der geplünderte Planet: Die Zukunft des Menschen im Zeitalter schwindender Ressourcen*. Oekom Verlag.
- Bianchi, Guia, Pisiotis, Ulrike & Cabrera Giraldez, Marcelino (2022). *GreenComp, der Europäische Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit*. Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/161792>.
- Christensen, Pia & Prout, Alan (2002). Working with Ethical Symmetry in Social Research with Children. *Childhood*, 9(4), 477–497. <https://doi.org/10.1177/0907568202009004007>

4 Vgl. den Beitrag Leinfelder, Rauscher & Sippl in diesem Band.

- Corner, Adam, Markowitz, Ezra & Pidgeon, Nick (2014). Public engagement with climate change: The role of human values. *WIREs Climate Change*, 5(3), 411–422. <https://doi.org/10.1002/wcc.269>
- Creswell, John Ward (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (third edition). SAGE.
- Eßer, Florian & Sitter, Miriam (2018). Ethische Symmetrie in der partizipativen Forschung mit Kindern. *Forum Qualitative Social Research*, Vol. 19, No. 3, Art. 21. <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-19.3.3120>
- EU (2024). *Verordnung (EU) 2024/1252 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. April 2024 zur Schaffung eines Rahmens zur Gewährleistung einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen und zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 und (EU) 2019/1020 (Text von Bedeutung für den EWR)*. (2023). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32024R1252>.
- Fischer, Karin, Jäger, Johannes & Schmidt, Lukas (Hrsg.). (2016). *Rohstoffe und Entwicklung: Aktuelle Auseinandersetzungen im historischen Kontext*. nap, New Academic Press.
- Gaubitz, Sarah (2021). Wertorientierungen von Grundschulkindern im Kontext nachhaltiger Entwicklung. Eine empirische Untersuchung zum moralischen Urteilen über Ressourcendilemmata. *Zeitschrift für Grundschulforschung* 14, 189–191. <https://doi.org/10.1007/s42278-020-00104-5>
- Hanel, Paul, Litzellachner, Lukas & Maio, Gregory (2018). An Empirical Comparison of Human Value Models. *Frontiers in Psychology*, 9, Art. 1643. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01643>
- Haydon, Graham (2001). Kommunitarismus, Liberalismus und moralische Erziehung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 47(1), 1–12. <https://doi.org/10.25656/01:5257>.
- Heinzel, Friederike (Hrsg.) (2012). *Methoden der Kindheitsforschung. Ein Überblick über Forschungszugänge zur kindlichen Perspektive*. Beltz Juventa Verlag.
- Heinzel, Friederike (2013). Zugänge zur kindlichen Perspektive. In Barbara Friebertshäuser, Anja Langer & Annedore Prengel (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft* (S. 707–722). Beltz Juventa Verlag.
- Kamper, Robert (2023a). *Interview Prof. Robert Kamper* (PH Niederösterreich) Projekt „Es wird einmal...“ [OeAD Bildung auf YouTube]. <https://youtu.be/Ofvk7NqHk-Y>
- Kamper, Robert (2023b). Nicht auf Sand gebaut: Die VS Bad Fischau-Brunn als Forschungspartnerin im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“. *#schule verantworten* 3(1), 126–134. <https://doi.org/10.53349/sv.2023.i1.a310>
- Kamper, Robert (2023c). Forschung braucht Muße: Im Gespräch mit Petra Hauser-Luef. *#schule verantworten* 3(4), 99–105. <https://doi.org/10.53349/schuleverantworten.2023.i4.a374>
- Kuckartz, Udo & Rädiker, Stefan (2024). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Umsetzung mit Software und künstlicher Intelligenz* (6. Auflage). Juventa Verlag.
- Melcher, Frank (2024). *Sparkling-Science-Projekt: Interview mit dem Geologen Univ. Prof. Dr. Frank Melcher von der Montanuniversität Leoben* [Medienserver der PH NÖ]. <https://medien.ph-noe.ac.at/paella7/ui/watch.html?id=3154d358-6f4d-4f2f-a8c4-b499e-a3eec15>.
- MISS (2024). *La Maison d'Initiation et de Sensibilisation aux Sciences (MISS)*. <https://www.miss-psaclay.universite-paris-saclay.fr/miss/>

- MISEREOR (Hrsg.), (2018). *Rohstoffe für die Energiewende. Menschenrechte und ökologische Verantwortung in einen Zukunftsmarkt*. MISEREOR Aachen.
- Schmidt, Mario (2021). Gehen uns die Rohstoffe aus? Ressourceneffizienz und nachhaltige Industriegesellschaft. *Studium Generale*, 2019/(2021), 111–124. <https://doi.org/10.17885/heiuip.studg.2021.1.24412>.
- Schwartz, Shalom (1992). Universals in the Content and Structure of Values: Theoretical Advances and Empirical Tests in 20 Countries. *Advances in Experimental Social Psychology*, 25, 1–65. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60281-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60281-6)
- Shepherd, Dean, Kuskova, Valja & Patzelt, Holger (2009). Measuring the values that underlie sustainable development: The development of a valid scale. *Journal of Economic Psychology*, 30(2), 246–256. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2008.08.003>
- Sippl, Carmen (Hrsg.) (2023). „Es wird einmal ...“ *Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän. Leitfaden für die Citizen-Science-Forschung an den Volksschulen*. Pädagogische Hochschule Niederösterreich (Teilrechtsfähigkeit). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a1.120>
- Sippl, Carmen, Brandhofer, Gerhard & Rauscher, Erwin (Hrsg.) (2023). *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren*. Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13) <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>.
- Sippl, Carmen & Wanning, Berbeli (Hrsg.) (2023). *CultureNature Literacy (CNL). Schlüsselkompetenzen für Zukunftsgestaltung im Anthropozän. Ein Handbuch für den Theorie-Praxis-Transfer in Schule und Hochschule*. | Key competences for shaping the future in the Anthropocene. A manual for theory-practice transfer in schools and universities. University College of Teacher Education Lower Austria. <https://doi.org/10.53349/oa.2023.a1.210>
- Spates, James (1983). The Sociology of Values. *Annual Review of Sociology*, 9(1), 27–49. <https://doi.org/10.1146/annurev.so.09.080183.000331>
- Umweltbundesamt Wien (2022). 13. *Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich*. Umweltbundesamt, Wien (Umweltkontrollbericht No. 13). Umweltbundesamt in Österreich. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0821.pdf>
- United Nations (2023). *Global Sustainable Development Report (GSDR) 2023*. <https://sdgs.un.org/gedr/gedr2023>
- Vogl, Susanne (2015). *Interviews mit Kindern führen: Eine praxisorientierte Einführung*. Beltz Juventa.

Abbildungsverzeichnis

Alle Abbildungen: eigene Darstellung

II.

**Wissen schaffen –
Zukünfte erzählen**

Der Wald der Zukunft

Interdisziplinäre Wissenschaftsbildung in der Primarstufe: eine Pilotstudie

1. Einleitung: interdisziplinäre Wissenschaftsbildung in der Primarstufe

Zahlen, Daten, Fakten – Wissenschaft wird in einem allgemeinen Verständnis gerne als Lieferantin exakter Ergebnisse gesehen. Wer solches erwartet, reagiert mit oftmals pauschalisierender Skepsis, wenn Wissenschaftler*innen differierende Ansichten äußern oder zu unterschiedlichen Ergebnissen zu einer Fragestellung kommen. Darin zeigt sich ein Grundproblem jener Wissenschaftsskepsis, wie sie etwa das „Wissenschaftsbarometer Österreich“ (2023) im Auftrag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften oder eine Erhebung des Instituts für Höhere Studien (Starkbaum et al. 2023) im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung gezeigt haben: mangelndes Verstehen des wissenschaftlichen Arbeitsprozesses und der Dynamik, welcher die dabei gewonnenen Erkenntnisse als Spiegel eines aktuellen Stands der Forschung unterliegen. Eine Begegnung mit wissenschaftlichen Arbeitsweisen bereits so früh wie möglich im Bildungsgeschehen zu ermöglichen, ist daher ein Anliegen der Wissenschaftsbildung.

Das Interdisziplinäre Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich (INSE) ist eine FTI Partnerschaft, in der in der Zusammenarbeit von naturwissenschaftlichen, fachdidaktischen, pädagogischen Forschungsinstitutionen und schulischen Partnern „innovative Ansätze zur Wissenschaftsvermittlung in Schulen entwickelt und evaluiert“ (Feldbacher et al. 2024, 75) werden.¹ Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Vermittlung wissenschaftlicher Arbeitsweisen in inter- und transdisziplinären Zugängen. Denn mit Wissenschaftsbildung ist im internationalen Kontext zunächst ‚nur‘ *Scientific Literacy* gemeint, verstanden als „Naturwissenschaftliche Grundbildung“, „als Bildungsziel naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (Gräber & Nentwig 2002). Die OECD-Definition beschreibt dementsprechend mit *Science Literacy* das Ziel von *Science Education*:

Science literacy involves actively participating in informed discussions about science, sustainability and technology to guide decision-making and action. This requires the ability to explain phenomena scientifically, design and assess scientific enquiry, and research and interpret data and evidence critically.²

1 Interdisziplinäres Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich (INSE), gefördert als FTI Partnerschaft von der Gesellschaft für Forschungsförderung NÖ, Laufzeit: 2023–2025, Projekt-Webseite: <https://science-education.at/> bzw. <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/forschung-und-entwicklung/inse-netzwerk-fuer-wissenschaftsbildung>

2 Science literacy, <https://www.oecd.org/en/topics/science-literacy.html> [1.6.2025]. Die Definition ist in englischer und französischer Sprache abrufbar.

Dieses enge Verständnis von Wissenschaft (von engl. *science* = Naturwissenschaft) wird auch der PISA-Studie 2025 zugrunde gelegt und mit drei „naturwissenschaftlichen Kompetenzen“ konkretisiert, die bei 15-jährigen Lernenden erhoben werden:

Eine naturwissenschaftlich gebildete Person kann sich an einem Diskurs über Naturwissenschaften, Nachhaltigkeit und Technologien beteiligen, um handlungsbasierte und informierte Entscheidungen zu treffen. Dies erfordert folgende Kompetenzen:

- Phänomene naturwissenschaftlich erklären
- Entwürfe für naturwissenschaftliche Untersuchungen erstellen und bewerten sowie naturwissenschaftliche Daten und Evidenz kritisch interpretieren
- Naturwissenschaftliche Informationen recherchieren, bewerten und für die Entscheidungsfindung sowie das Handeln nutzen³.

Die *PISA 2025 Rahmenkonzeption Naturwissenschaften* nimmt dabei dezidiert Bezug auf „umweltwissenschaftliche Kompetenzen“, die der Klimawandel erforderlich macht, gestützt durch das OECD-Arbeitspapier „Handlungskompetenz im Anthropozän“ („Agency in the Anthropocene“, White et al. 2023). Sie folgt darin dem Grundgedanken des Anthropozän-Konzepts, das den Menschen als inhärenten Teil von Ökosystemen in verflochtenen, interdependenten Netzwerken sieht, in entsprechender Verantwortung für die Folgen menschlichen Eingreifens in das Erdsystem (vgl. Zalasiewicz et al. 2024; Horn & Bergthaller 2019). Folgende drei „umweltwissenschaftliche Kompetenzen“ werden erhoben:

- Die Auswirkungen menschlicher Interaktionen mit den Erdsystemen erklären
- Entscheidungen treffen, die auf einer Bewertung verschiedener naturwissenschaftlicher Erkenntnisse sowie auf der Anwendung von kreativem und systemischem Denken basieren, um die Umwelt zu regenerieren und zu erhalten
- Perspektiven und Hoffnung bei der Suche nach Lösungen für sozial-ökologische Krisen haben⁴.

Obwohl auch das OECD-Arbeitspapier „Handlungskompetenz im Anthropozän“ auf die Bedeutung interdisziplinärer Perspektiven verweist (White et al. 2023, 13f.), wie sie dem Verständnis des Anthropozäns als Brückenkonzept zwischen Natur-, Geistes-, Kultur-, Sozial- und Kunstwissenschaften entsprechen, bleibt die PISA-Studie auf naturwissenschaftliche Kompetenzen fokussiert.

In der FTI Partnerschaft INSE wurden dagegen für eine Pilotstudie Vermittlungsansätze konzipiert, die Wissenschaftsbildung als eine inter- und transdisziplinäre Aufgabe sehen, ist doch deren primäres Ziel, bei Kindern und Jugendlichen das Interesse an Wissenschaft in der (und durch die) Vielfalt ihrer Themenfelder und Zugänge zu wecken. Daher kommen in der dreistufigen Pilotstudie verschiedene Arbeitsweisen zur Anwendung: geisteswissenschaftliche Methoden in der Primarstufe, naturwissenschaftliche in der Sekundarstufe 1 und sozialwissenschaftliche in der Sekundarstufe 2. Dabei wurde berücksichtigt, dass geisteswissenschaftliche Methoden Grundkompetenzen wie Lesen und Schreiben fokussieren, die ein zentraler Lerninhalt der Primarstufe sind, während in der Sekundarstufe 1 die Sektoralisie-

3 Naturwissenschaftliche Kompetenzen, https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/che_deu/ [1.6.2025]

4 Umweltwissenschaftliche Kompetenzen, https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/che_deu/ [1.6.2025]

rung eine fachliche Zuordnung erfordert. In der Sekundarstufe 2 wiederum setzt die Durchführung eines Projekts unter Anwendung sozialwissenschaftlicher Methoden ein höheres Maß an autonomem Lernen voraus bzw. will dieses auch dezidiert fördern. In diesem Beitrag wird jener Teil der Pilotstudie vorgestellt, der in der Primarstufe durchgeführt wurde.⁵

Für den Gesamtunterricht der Primarstufe mit dem allgemeinen Bildungsziel, „junge Menschen zu einer kritischen, kommunikativen, kreativen und teamfähigen Teilhabe an gesellschaftlichen Prozessen [zu] befähigen“⁶, sind im Lehrplan „entdeckendes und forschendes Lernen“⁷ in den allgemeinen didaktischen Grundsätzen vorgesehen und Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung als übergreifendes Thema verankert. Vom Sachunterricht ausgehend, der „in seiner Vielperspektivität Bereiche des gesellschaftlichen, historischen, politischen, geografischen, ökonomischen, physikalischen, chemischen, technischen, biologischen und ökologischen Weltbezugs [...] umfasst“⁸, kann über die Themenwahl nicht nur ein MINT-Schwerpunkt gesetzt werden, in dem „fachgemäße Arbeitsweisen erlernt“ werden. Lernformen wie das entdeckend-forschende Lernen sollen „zur eigenständigen Auseinandersetzung mit der Lebenswirklichkeit und zu selbstständigem Wissenserwerb führen.“ Dabei wird im Lehrplan als Ziel genannt, „das erworbene Wissen zu beurteilen und eigene innovative Lösungsansätze auf neue Sachverhalte/Problemstellungen zu übertragen.“ Es werden hier also Grundlagen für das Interesse an wissenschaftlichen Arbeitsweisen gelegt, verstärkt durch die Forderung nach der „konsequente[n] Verknüpfung von Sachlichkeit und Sprachlichkeit nach dem Prinzip des fachsensiblen Sprachunterrichts – sprachsensiblen Fachunterrichts“⁹. Denn am Beginn wissenschaftlichen Arbeitens stehen das Fragenstellen, das Neugierigsein, das Wissenwollen. Diese brauchen den sprachlichen Ausdruck. Forschen wird durch Recherchieren, Lesen, Exzerpieren, Dokumentieren, Schreiben, Visualisieren begleitet. Diese brauchen die Kulturtechniken Lesen und Schreiben. Unabhängig von fachlichen Zugängen sind den Geisteswissenschaften zugeordnete Methoden jedem Forschungsprozess immanent, im Recherchieren, Lesen und Exzerpieren von Fachliteratur, im Beschreiben, Dokumentieren und Visualisieren von Forschungsprozessen, im Analysieren und Interpretieren von Text- und Datenmaterial.

Die Grundlagen dafür werden in der Primarstufe geschaffen, deren Bildungsauftrag durch das 4K-Modell abgebildet wird, wie in den Leitvorstellungen im Lehrplan der Volksschule festgehalten wird:

Kommunikation, Kollaboration, Kreativität und kritisches Denken. Dabei wird deutlich, dass Lernen mehr ist als die individuelle Aneignung und Reproduktion von kognitiven Lerninhalten. Es ist ein aktiver Prozess, bei dem junge Menschen in die Lage versetzt werden, ihr Wissen und Können in Gruppen zur Problemlösung anzuwenden.¹⁰

5 Die Ergebnisse der Pilotstudie in den Sekundarstufen werden an anderer Stelle veröffentlicht werden.

6 Lehrplan der Volksschule, Allgemeiner Teil, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009275> [Fassung vom 1.6.2025], aufbereitet für die Lehrpläne NEU auch abrufbar von <https://www.paedagogik-paket.at/massnahmen/lehrplaene-neu/materialien-und-downloads.html>

7 Ebd.

8 Lehrplan Sachunterricht (Volksschule), Bildungs- und Lehraufgabe (1. Bis 4. Schulstufe), S. 1/9, aus: Lehrpläne NEU für Primar- und Sekundarstufe 1, Materialien zu den Unterrichtsgegenständen, <https://www.paedagogik-paket.at/massnahmen/lehrplaene-neu/materialien-zu-den-unterrichtsgegenstaenden%C3%A4nden.html> [1.6.2025]

9 Ebd.

10 Lehrplan der Volksschule (Allgemeiner Teil), aufbereitet für die Lehrpläne NEU, S. 2/30, https://www.paedagogikpaket.at/images/Allgemeiner-Teil_VS.pdf [1.6.2025]

Wissenschaftsbildung in der Primarstufe nach dem didaktischen Grundsatz des entdeckend-forschenden Lernens wird daher begleitet durch lesefördernde und unterstützt durch kreativitätsfördernde Impulse wie Storytelling und Rollenspiel, um vernetztes Denken anzuregen. Den pädagogischen Konzepten von Arts-based Science Education bzw. Creative Art-Based Inquiry Learning folgend, wird MINT- auf diesem Wege zu MINKT-Unterricht (im Englischen: STEM zu STEAM Education, vgl. Marshall 2019, Gebhardt et al. 2019). Ein didaktisches Konzept, das dafür als Beispiel dienen kann und für die Pilotstudie im Rahmen der FTI Partnerschaft INSE umgesetzt wurde, wird im Folgenden (Abschnitt 2) vorgestellt. Aus den Ergebnissen der Begleitforschung (Abschnitt 3) werden abschließend (Abschnitt 4) Empfehlungen für eine interdisziplinäre Wissenschaftsbildung in der Primarstufe abgeleitet.

2. Der Wald der Zukunft: didaktisches Konzept

2.1 Der Werkstattzyklus

Für die Pilotstudie zur Wissenschaftsbildung in der Primarstufe wurde auf das didaktische Konzept eines Werkstattzyklus zurückgegriffen, das im Rahmen des Sparkling-Science-Projekts „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ konzipiert wurde.¹¹ Für den Fokus Wissenschaftsbildung der FTI Partnerschaft INSE wurde der Werkstattzyklus weiterentwickelt und angepasst. Den Ausgangspunkt bilden die drei Kernphasen der Zukunftswerkstatt nach Robert Jungk als

eine Methode, die es erlaubt, mündig und kreativ eigene Zukunftsvisionen zu kreieren. Hierbei sollten nicht nur die Gefühls- und Erfahrungswelten der Teilnehmenden erweitert, sondern auch das ganzheitliche, vernetzte und ökologische Denken gefördert werden. (Hamann et al. 2017, 10)

In der Zielsetzung zeigt sich die Zukunftswerkstatt damit anschlussfähig an die im *Europäischen Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit GreenComp* (Bianchi, Pisiotis & Cabrera 2022) beschriebenen Nachhaltigkeitskompetenzen. Für die Pilotstudie zur Wissenschaftsbildung in der Primarstufe wurden v. a. diese vier Teilkompetenzen fokussiert:

- Förderung der Natur („Anerkennen, dass die Menschen ein Teil der Natur sind; und die Bedürfnisse und Rechte anderer Arten und der Natur selbst achten, um gesunde und widerstandsfähige Ökosysteme wiederherzustellen und zu regenerieren“) aus dem Kompetenzbereich „Verankerung von Nachhaltigkeitswerten“
- Kritisches Denken („Informationen und Argumente bewerten, Annahmen identifizieren, den Status quo anfechten und überlegen, wie der persönliche, soziale und kulturelle Hintergrund das Denken und Schlussfolgerungen beeinflusst“) aus dem Kompetenzbereich „Berücksichtigung der Komplexität der Nachhaltigkeit“

11 Vgl. den Leitfaden Sippl 2023 und die Begleitforschung in den Beiträgen von Sophia Guggenberger & Ronja Grossar, Carmen Sippl & Ioana Capatu sowie Robert Kamper in diesem Band.

- Forschungsorientiertes Denken („Aneignung einer relationalen Denkweise durch Erforschung und Verknüpfung verschiedener Disziplinen, Einsatz von Kreativität und Experimentieren mit neuen Ideen oder Methoden“) aus dem Kompetenzbereich „Visionen für eine nachhaltige Zukunft“
- Kollektives Handeln („In Zusammenarbeit mit anderen für den Wandel handeln“) aus dem Kompetenzbereich „Handeln für Nachhaltigkeit“.

Die Phasierung der Zukunftswerkstatt in drei Kernphasen – eine Kritikphase, eine Fantasiephase und eine Realisierungsphase – empfiehlt sie für die Einbettung als Projekt in den Unterricht. Für die Primarstufe können die Phasen angepasst werden:

- (1) Die Kritikphase (vgl. Hamann et al. 2017, 12f.) dient der Erarbeitung einer Problemstellung. – Sie wird im vorgestellten Konzept zur *Märchenwerkstatt*, in der die Schüler*innen mithilfe eines narrativen Zugangs ihre Vorstellungen zum gewählten Thema (hier: der Wald als Ökosystem) aufrufen und ausbilden können.
- (2) In der „Utopie-, Visions- oder auch Fantasiephase“ ist das in der Kritikphase erkannte Problem „nun in eine positive Lösung zu übersetzen“ (ebd., 14), im freien Assoziieren ohne jegliche Einschränkungen. – Sie wird hier zur *Forschungswerkstatt*, in der sich die Schüler*innen Wissen zum Thema erarbeiten, unter Anwendung der oben genannten geisteswissenschaftlichen Arbeitsweisen.
- (3) Die Realisierungsphase dient dem „Brückenbau zwischen Träumen und Realität“ (ebd., 15), da nun die in der Fantasiephase entworfenen utopischen Entwürfe einer Prüfung auf Umsetzbarkeit unterzogen werden. – Hier wird sie zur *Zukunftswerkstatt*, in der die Schüler*innen das in der Forschungswerkstatt gewonnene Wissen mit den in der Märchenwerkstatt ausgebildeten Vorstellungen zu einer Wunschvorstellung für die Zukunft verknüpfen.

Der Werkstattzyklus verbindet in seiner makromethodischen Abfolge imaginative und affektive mit kognitiven und konativen Lernaspekten. Dafür ist seine mikromethodische Ausgestaltung bedeutsam. In der (kurz vor den beiden folgenden Werkstätten durchgeführten) Märchenwerkstatt näherten sich die Schüler*innen durch den Märchentext „Der kluge Waldgeist“ dem Thema Wald allgemein bzw. Fortpflanzung der Bäume im Speziellen auf eine die Fantasie anregende Weise. Die Textgrundlage (Igelhauser & Bertel 2012) wurde dafür in vereinfachter Fassung nacherzählt. Die Schüler*innen erschlossen sich den Märchentext in der Märchenwerkstatt in einer Vorleserunde mit Lehrgespräch und Aufgabenstellungen zur Sicherung des Textverstehens. Den beteiligten Klassen (siehe Abschnitt 3) wurden dafür der adaptierte Text, eine Audioaufnahme (gelesen mit verteilten Rollen) und Bildkarten vom Forschungsteam zur Verfügung gestellt.



Abbildungen 1 und 2: Eine Audioaufnahme (gelesen mit verteilten Rollen von Ioana Capatu, Babette Lughammer und Carmen Sippl) und Bildkarten (Zeichnung: Ioana Capatu) unterstützen die Rezeption des Märchentextes „Der kluge Waldgeist“ und das Textverständnis.

Für die Pilotstudie wurde die Märchenwerkstatt von der Klassenlehrerin eigenständig und zeitnah vor den beiden folgenden Werkstätten durchgeführt. Das Forschungsteam begleitete anschließend die Forschungs- und die Zukunftswerkstatt an zwei aufeinanderfolgenden Vormittagen, wie in den folgenden beiden Abschnitten (2.2 zur Forschungswerkstatt, 2.3 zur Zukunftswerkstatt) beschrieben wird. Den Abschluss bildete eine gemeinsame Reflektionsrunde (Abschnitt 2.4).

2.2 Forschungswerkstatt: entdeckend-forschendes Lernen im Stationenbetrieb

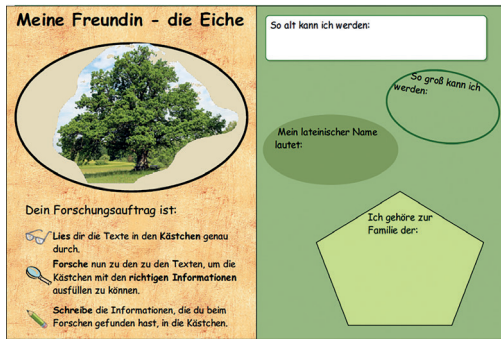
Anders als in der Märchenwerkstatt (Abschnitt 2.1) wurden die Schüler*innen in der Forschungswerkstatt und in der Zukunftswerkstatt durch das Forschungsteam begleitet. Das Märchen „Der kluge Waldgeist“ zeigte bereits die Funktionen und Aufgaben des Waldes, aber vor allem auch das notwendige Zusammenwirken der pflanzlichen und tierischen Protagonisten in der Geschichte auf. Ausgehend von dem Vorwissen der Kinder wurde in der Forschungswerkstatt zunächst auf diese eingegangen, um danach die Forschungsfragen im Kontext des Klimawandels und eines forschenden Habitus zu formulieren: Wie funktioniert der Wald als Lebensraum und wie kann er auch in der Zukunft gut funktionieren? Wie entwickle ich eine forschende Haltung? Wie funktioniert der Kreislauf des Wissens?

Bereits zu Beginn der Forschungswerkstatt sollten sich die Kinder in der Rolle von Forscher*innen verstehen und als aktiver Teil des Forschungsprojekts erkennen. Die Beschreibung unterschiedlicher Bilder von Forschenden zeigte, dass forschendes Lernen nicht ausschließlich in Laboren und durch in der Wissenschaft tätige Personen stattfindet. Um den selbstständigen Forschungsprozess weiter zu initiieren, wurden grundlegende Forschungsmethoden besprochen und gezeigt. In Kleingruppen wurden Fragen gestellt, es wurde zu diesen recherchiert und Faktenwissen gesammelt, um die gewonnenen Informationen zu vergleichen, zu analysieren und auszuwerten, damit Ergebnisse dokumentiert und in weiterer Folge präsentiert werden konnten. Durch das Verteilen von unterschiedlichen Steckbriefen, die in der Form eines Freundschaftsbuches gestaltet waren, wurden den Schüler*innen Pflanzen und Tiere aus dem Märchentext als Rollen zugeteilt. Die Kinder erhielten den Forschungsauftrag, die Informationen zur Bearbeitung der Steckbriefe sowohl aus analogen Angeboten wie Bilderbüchern und Lexika herauszusuchen, als auch digitale Recherchemöglichkeiten zu ausgewählten altersgerechten Wissenswebseiten am iPad zu nutzen. Die Steckbriefe wurden in die Forschungstagebücher der Kinder geklebt. Die Aufgaben, welche darin aus der Ich-Perspektive gestellt wurden (z. B. „So groß kann ich werden: ...“), sind den Kindern aus Freundschaftsbüchern bereits bekannt. Sie sollten den Schüler*innen von Beginn an einen Perspektivenwechsel ermöglichen, sich in der zufällig zugeteilten Rolle zu verstehen und nähere Auskünfte über Größe, Farbe, Vermehrung, Entwicklungsstadien und Sprache der Pflanze oder des Tieres zu erlangen. Die Strukturierung der Steckbriefe war zum einen sehr genau auf die Pflanze oder das Tier ausgerichtet, gleichzeitig waren diese sehr ähnlich und daher vergleichbar. Sie leiteten die Schüler*innen zur definierten Suche erforderlicher Informationen an, ließen jedoch durch offene Fragestellungen Raum für die Formulierung eigener Vorstellungen zur Zukunft und daraus resultierender Wünsche an den Waldgeist.

Der Stationenbetrieb war thematisch in Bäume, Insekten, Sträucher und Blumen des Waldes, aber auch anderer Tiere als Waldbewohner*innen unterteilt. Die Kinder konnten sich so zu zielgerichteten Recherchemethoden, Vor- und Nachteilen bzw. Schwierigkeiten und Vorteilen verwendeter Wissenswebseiten und Büchern austauschen. Die Suche nach der Sprache der Pflanzen und Tiere bedingte beispielsweise oftmals die Verwendung des digitalen Angebotes, während bei der Frage nach dem Aussehen vermehrt auf Lexika und Bilderbücher zurückgegriffen wurde. Jede der Stationen wurde von den Klassenlehrerinnen oder dem Forschungsteam begleitet, um das offene Lernsetting des Stationenbetriebs für alle Kinder in differenzierter Weise anzubieten. Ein gleichzeitiges Erlangen von Fachwissen und die Möglichkeit, sich dieses entdeckend-forschend in unterschiedlicher Form anzueignen, sollte den Perspektivenwechsel unterstützen. Individualisierung als pädagogische Leitlinie und Selbststeuerung als Merkmal hochwertigen Lernens ist Grundlage dieser offenen Lernmethode (vgl. Kunter & Trautwein 2013, 204).

Ein wichtiges Merkmal bei der Befüllung der Steckbriefe war, dass die Schüler*innen diese aus der Ich-Perspektive heraus bearbeiteten. Dadurch machten sie sich auf die Suche nach Informationen aus der Perspektive der Pflanze bzw. des Tieres. Die Aufgabe unterstützte somit den Wechsel der Perspektive und es wurden die Steckbriefe zur Aufgabe, Informationen zu sich selbst auszufüllen, wie es in Freundschaftsbüchern üblich ist.

Vor Beginn der Zukunftswerkstatt wurden die Steckbriefe auf Tischen ausgelegt und alle Beteiligten – Schüler*innen, Lehrerinnen, Forschungsteam – konnten bei einem Gallery-Walk die Ergebnisse betrachten und vergleichen.



Abbildungen 3 und 4: Die Steckbriefe wurden in der Form eines Freundschaftsbuches gestaltet (Babette Lughammer, unter Verwendung des Programms Worksheet Crafter). Nach der Forschungswerkstatt wurden die Ergebnisse der Gruppen in einem Gallery-Walk begutachtet (Foto: Forschungsteam INSE).

2.3 Zukunftswerkstatt: den Rollentausch dramapädagogisch unterstützen

In der Zukunftswerkstatt, dem dritten Teil des Werkstattzyklus, sollten die Lernenden die erforschten Inhalte körperlich erfahren, sich in das Waldsetting hineinversetzen und die Perspektive der Waldbewohner*innen einnehmen. Die Auseinandersetzung mit dem Thema „Wald der Zukunft“ mithilfe dramapädagogischer Methoden ermöglichte den Lernenden, subjektive und performative Erfahrungen zu machen (vgl. Gebhard et al. 2019, 11).

Durch das Erzählen von Geschichten teilen wir Erfahrungen, drücken Emotionen aus und überliefern Wissen. Geschichten – als „ein grundlegender Aspekt des menschlichen Daseins“ (Kornder & Jungwirth 2024, 78) – fördern außerdem unsere Fähigkeit, unterschiedliche Perspektiven einzunehmen (vgl. ebd.). Auch in performativen Handlungen wird erzählt: Indem die Lernenden beispielsweise die Bewegung eines Baumes nachahmen, die wehenden Blätter eines Holunderstrauchs darstellen oder sich vorstellen, wie ein Eichelhäher durch die Baumkronen gleitet, wird ihre Fantasie angeregt. Auf diese Weise wird das Gelernte nicht nur kognitiv, sondern auch emotional und körperlich verankert. Performative, kreative und multisensorische Ansätze bieten den Schüler*innen eine ästhetische Perspektive auf die gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse (vgl. Capatu 2024, 1). Sie helfen ihnen dabei, andere Perspektiven besser zu verstehen und diese Differenz Erfahrungen zu reflektieren (vgl. Hoffelner 2020, 54).

Die Lernenden beschäftigten sich mit der Frage, wie der Wald in der Zukunft aussehen könnte und was sie sich aus der Sicht ihrer jeweiligen Rolle für ihn wünschen würden. Um den Wald als gesamtes Ökosystem zu begreifen – eines, in dem der Borkenkäfer genauso seinen Platz hat wie die Eiche –, war es wichtig, dass sie sich selbst als Teil dieses Systems wahrnehmen. Die körperliche Auseinandersetzung mit dem Gelernten war daher ein essenzieller Bestandteil der Zukunftswerkstatt, die an die Märchen- und Forschungswerkstatt anschloss.

Die Schüler*innen übernahmen Rollen aus den von ihnen erarbeiteten Steckbriefen und begannen mit einem gemeinsamen „Aufwärmen“ im Kreis: Sie machten Grimassen, um ihre Gesichtsmuskeln zu lockern, kreisten und schüttelten Schultern, Arme und Beine aus. Eine angeleitete Fantasiereise führte sie anschließend akustisch in verschiedene Waldszena-

rien (z. B.: Wie klingt der Wald im Winter? Welche Geräusche hört man, wenn es regnet?). Diese Übung diente dazu, den Wald als lebendiges Ökosystem wahrzunehmen und sich stimmlich auf die weiteren Aufgaben vorzubereiten.

Beim anschließenden Raumlauf erkundeten die Schüler*innen den Raum, wobei sie sich – je nach Anweisung – wie unterschiedliche Waldbewohner*innen bewegten. Danach arbeiteten sie in Gruppen (Bäume, Blumen, Tiere etc.) an ihrem Sprechtext, indem sie Wünsche für die Zukunft aus ihrer Rolle formulierten. Dabei wurden sie angeleitet, ihre Rollen nicht nur durch Sprache, sondern auch durch Bewegung auszudrücken: Wie könnte man mit Fingern und Armen die Zweige eines Strauchs darstellen? Welche Bewegungen machen eine Haselmaus oder die Wurzeln einer Birke?

Nach der Phase der Gruppenarbeit, in der die Bewegungen, Geräusche und Sprechtexte geübt wurden, präsentierten die Schüler*innen ihre Arbeit auf der Bühne. Es wurde betont, dass sie keinen festen Platz auf der Bühne einnehmen mussten, sondern sich frei bewegen und einen Ort wählen konnten, an dem sie sich wohlfühlten.

Die abschließende Aufführung vor dem Forschungsteam, den Lehrerinnen und dem Schuldirektor war nicht nur ein Höhepunkt ihrer Arbeit, sondern erfüllte eine zentrale Funktion für die Zukunftswerkstatt: Sie bot den Lernenden die Möglichkeit, ihre performativen Auseinandersetzungen mit dem Thema sichtbar zu machen und ihre Perspektiven in einem gemeinschaftlichen Akt zu teilen. Diese Bühne schuf Raum für Reflexion und ermöglichte es, das zuvor Gelernte in einer kreativen, ästhetischen Form zu verdichten und nach außen zu tragen. So wurde die Bedeutung ihrer individuellen und kollektiven Erfahrungen im Kontext der Zukunftswerkstatt „Der Wald der Zukunft“ hervorgehoben und nachhaltig verankert.



Abbildung 5: Bei der Aufführung stellten die Schüler*innen ihre jeweilige Rolle als Waldbewohner*in dar und formulierten ihren Wunsch für die Zukunft (Foto: Forschungsteam INSE).

2.4 Werkstattzyklus: die abschließende Reflexionsphase

Für die Abschlussphase des Werkstattzyklus aus Märchen-, Forschungs- und Zukunftswerkstatt wurde ein individueller und auf sich selbst gerichteter Rückblick gewählt. Zu Beginn wurde wieder die Perspektive als Forschende betont und auf die eigene Rolle, die durch die zufällige Verteilung der Forschungshefte mit den darin befindlichen Steckbriefen gefunden worden war, verwiesen. Die Umrisse eines Baumes, die vor allem den Stamm, die Äste und Wurzeln zeigten, wurden an die Tafel gezeichnet. Beispielhaft zeichnete eine Pädagogin aus dem Forschungsteam Beispiele eines Begriffs zum übergeordneten Themenbereich Wald in einen der Äste und das Wort ‚Wald‘ in den Stamm. In dieser Phase des Zusammenfassens und Zusammenführens von zuvor erworbenem Fachwissen und individuellem Vorwissen sollte das Bildnis des Baumes den Rückblick und reflexiven Blick auf Lernprozesse erleichtern.

Die Schüler*innen bekamen ein leeres Blatt Papier, auf welchem sie ebenfalls einen Baum zeichneten. Der ästhetisch-kreative Zugang ermöglichte hier wiederum einen sehr differenzierten und individuellen Ausdruck. Es war das Ziel dieses didaktischen Konzepts, dass sich die Schüler*innen aus der Perspektive als Forschende nun eigene Gedanken zum Wald, zu der eigenen Rolle, aber auch zu aktuellen Wahrnehmungen und zukunftsgerichteten Ausblicken und Wünschen dem komplexen Lernprozess auf einer Metaebene widmen. Begleitet wurde dieser kreative Prozess durch Fragen der Pädagogin: Wie nimmst du den Wald als Pflanze/Tier wahr? Was fühlst du, wenn du dich im Wald befindest? Was würdest du gerne verändern? Diese ausgewählten Fragestellungen sollten nicht Antworten vorwegnehmen, vielmehr dienten sie zur Öffnung von Denkräumen und der Ermöglichung eines Perspektivenwechsels sowie der Notwendigkeit, das eigene Handeln und dessen Auswirkung auf andere zu reflektieren. Dabei sollte ein mehrdimensionaler Entwicklungsprozess auf kognitiver, emotionaler und motivationaler Ebene ausgelöst werden, als Schnittmenge von Bildung für nachhaltige Entwicklung und Kreativitätsentwicklung. Diese findet sich in deren Prinzipien wieder, die für die Grundlegung von dauerhaftem Interesse für die Umwelt und daraus resultierendem Gestaltungswillen erforderlich sind (vgl. Krampen 2019, 252).



Abbildungen 6–8: Im Umriss eines Baumes notierten die Schüler*innen in der abschließenden Reflexionsphase, was sie im Werkstattzyklus zum „Wald der Zukunft“ besonders bewegt hat.

3. Die Pilotstudie

3.1 Studiendesign

Das Projekt wurde in einer dritten und einer vierten Klasse Primarstufe einer Volksschule im südwestlichen Niederösterreich durchgeführt. Zur Untersuchung etwaiger Veränderungen bei den Schüler*innen durch das Projekt wurde in beiden teilnehmenden Klassen eine begleitende Evaluation in einem Prä-/Post-Design durchgeführt. Vor Beginn der Intervention wurden das Wissen über sowie die Einstellungen zum Thema Wald und die Abläufe in diesem Ökosystem erhoben, in der Post-Untersuchung zusätzlich, inwiefern in diesen Bereichen direkte Veränderungen wahrgenommen und welche Aspekte als Stärken und Schwächen des Projekts gesehen wurden.

Die Befragung mittels Fragebogen wurde auf einer Online-Plattform durchgeführt, da die Schüler*innen der teilnehmenden Schule über Tablets verfügen und ihnen der Umgang damit bekannt ist. Bei der Fragebogenerhebung wurden sowohl geschlossene (quantitativ) als auch offene Antwortformate (qualitativ) verwendet. Die quantitativen Items zu den Themen Wissen über den Wald, Einstellungen zum Wald sowie Zufriedenheit mit dem Projekt wurden mit einem Schieberegler auf einer Skala von 0 bis 100 beantwortet. Alle Mittelwertvergleiche wurden mittels T-Tests durchgeführt, da dafür alle Voraussetzungen erfüllt waren (Bortz & Schuster, 2011). Die Fragebögen wurden in einer Pilotierung mit mindestens fünf Schüler*innen im Alter zwischen acht und zehn Jahren auf ihre inhaltliche und formale Verständlichkeit sowie ihre Funktionalität überprüft. Folgende Forschungsfragen können aufbauend formuliert werden:

- 1) Inwieweit waren die Schüler*innen mit der Umsetzung des Projekts zufrieden?
- 2) Inwieweit kam es durch das Projekt zu einer Veränderung des Wissens der Schüler*innen über den Wald?
- 3) Inwieweit kam es durch das Projekt zu einer Veränderung des Interesses der Schüler*innen am Thema "Wald"?

3.2 Ergebnisse der Evaluation

An der Evaluation nahmen zum ersten Erhebungszeitpunkt 23 Schüler*innen der dritten und 15 Schüler*innen der vierten Klasse teil, zum zweiten Messzeitpunkt waren es 19 Schüler*innen der dritten Klasse und 13 Schüler*innen der vierten Klasse. Eine genaue Darstellung von Klassen, Zeitpunkt und Gender der Teilnehmer*innen ist Tabelle 1 zu entnehmen.

*Tabelle 1: Teilnehmer*innen zu den zwei Erhebungszeitpunkten*

	Messzeitpunkt 1		Messzeitpunkt 2	
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 1	Klasse 2
Buben	12	4	8	5
Mädchen	11	11	8	8
divers			3	

Bezüglich der ersten Forschungsfrage zur Zufriedenheit mit dem Projekt können höchst positive Reaktionen der Schüler*innen verzeichnet werden. Die allgemeine Frage „Wie hat dir unsere Beschäftigung mit dem Wald gefallen?“ wurde von 32 Schüler*innen beantwortet, davon gaben 78 % eine Bewertung von 80 oder höher ab. Insgesamt ist diese Frage mit einem Mittelwert von 89 (SD=22) die am positivsten beantwortete Frage. Mit einem Mittelwert von 79 (SD=30, n=32) und 63 % der Einschätzungen von 80 oder höher zeigte auch die Frage „Würdest du dich gerne öfter auf diese Art mit dem Wald beschäftigen?“, dass den Schüler*innen das Projekt gefallen hat. Das Rollenspiel wurde hierbei besonders positiv bewertet (M=82, SD=24, n=32). In diesem Zusammenhang wurde zum ersten Messzeitpunkt zudem erhoben, in welchen weiteren Formen sich die Schüler*innen gern mit dem Thema Wald beschäftigen würden (Abb. 9). Dabei zeigte sich mit großem Abstand, dass die Schüler*innen dazu am liebsten in den Wald gehen würden, um dort zu lernen (M=92, SD=12, n=38).

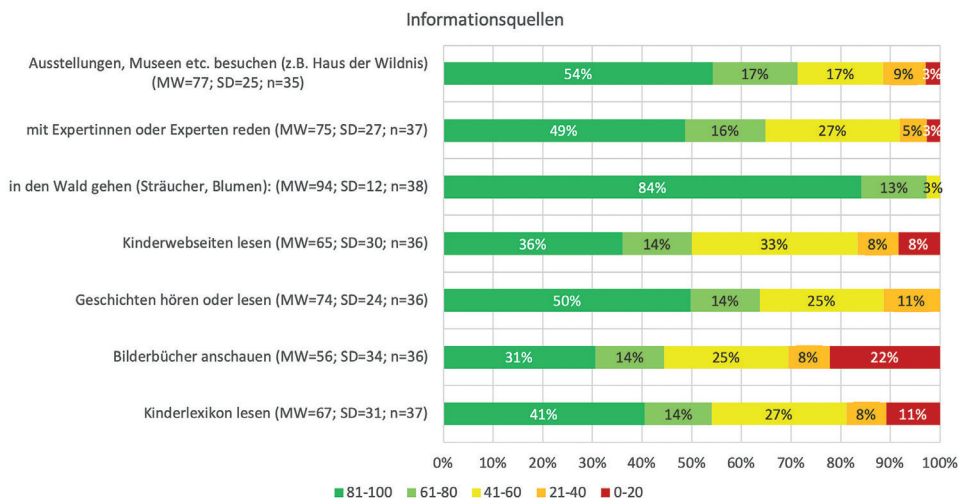


Abbildung 9: Frage: „Wie möchtest du gern den Wald erforschen?“

Zur Untersuchung der zweiten Forschungsfrage nach etwaigen Veränderungen im Wissen über den Wald wurden vor und nach dem Projekt offene Fragen zum Wissen über verschiedene Aspekte des Waldes gestellt (z. B. „Welche Pflanzen und Tiere im Wald kennst du?“, „Welche Bäume kennst du?“) und die Anzahl der korrekten Antworten gezählt. Dabei konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten festgestellt werden. Insgesamt zeigte sich bei diesen Fragen, dass die Schüler*innen schon zum ersten Messzeitpunkt über großes Wissen über den Wald verfügten, hier kann von Deckeneffekten ausgegangen werden. Effektstärken (Cohen's d) von -0,08 bis 0,09 legen nahe, dass es sich hier um keine Artefakte des insgesamt geringen Stichprobenumfangs handelt.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der dritten Forschungsfrage. Auch bezüglich des Interesses an verschiedenen Aspekten des Waldes sowie an Wissenschaft im Allgemeinen konnten keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden (Cohen's d von 0,12 bis 0,25). Die Effektstärke von 0,25 bei der Frage „Wie sehr interessieren dich die Bäume im Wald?“ legt nahe, dass hier bei größeren Stichproben ein signifikanter Effekt ermittelt werden könnte.

Allerdings war bei den Wissensfragen wie auch bei den Interessensfragen das Anfangsniveau mit Mittelwerten zwischen 70 und 90 schon beim ersten Messzeitpunkt sehr hoch, hier waren weitere Verbesserungen schwer zu erwarten.

Zudem wurden für alle Fragen auch mögliche Gendereffekte untersucht, auch hier konnten keine signifikanten Effekte festgestellt werden.

Am Ende des Fragebogens wurde zudem offen gefragt, was den Schüler*innen an dem Projekt besonders gut bzw. nicht gefallen habe. Diese qualitativen Daten bestätigen die Werte aus der quantitativen Erhebung. Die häufigsten Antworten sind neun Mal „alles“ (Frage: „*Was hat dir besonders gut daran gefallen?*“) und zwölf Mal „nichts“ (Frage: „*Was hat dir daran nicht so gut gefallen?*“). Eine bezeichnende Antwort einer Schüler*in auf die Frage, was ihr besonders gut gefallen habe, ist: „*dass man so viel lernt!*“

4. Fazit

Während die in der *PISA 2025 Rahmenkonzeption Naturwissenschaften* genannten Wissenschaftskompetenzen zum Großteil insbesondere in den Fächern der Sekundarstufe gefördert werden, können in der Primarstufe jene Aspekte Berücksichtigung finden, die für die Ausbildung einer „naturwissenschaftlichen Identität“ grundlegend sind. Diese umfasst drei Dimensionen:

- Wertschätzung naturwissenschaftlicher Perspektiven und Untersuchungsansätze
- Affektive Faktoren der naturwissenschaftlichen Identität
- Umweltbewusstsein, Sorge um die Umwelt und Handlungskompetenz in Umweltanlässen¹².

Welche Grundlagen können dafür bereits in der Primarstufe gelegt werden? Um sechs- bis zehnjährige Kinder bei der Entwicklung ihrer „science identity“ zu begleiten, liegt der Schwerpunkt bei der Thematisierung von Sachwissen auf den Kulturtechniken Sprache, Lesen, Schreiben: Sie bilden die Grundlagen für wissenschaftliches Arbeiten und begleiten den Weg entdeckend-forschenden Lernens. Für die Pilotstudie in der FTI Partnerschaft INSE wurde ein Werkstattzyklus aus Märchenwerkstatt (in Auseinandersetzung mit einer die Fantasie anregenden Geschichte über die Fortpflanzung der Bäume), Forschungswerkstatt (im Recherchieren von Informationen über den Wald als Ökosystem im Stationenbetrieb) und Zukunftswerkstatt (im performativen Perspektivenwechsel) konzipiert, der den Schüler*innen vielfältige Gelegenheiten gibt, sich selbst als Forschende und in der kritisch-reflexiven Nutzung der Kulturtechniken zu erleben.

In der Forschungswerkstatt fanden die Schüler*innen die Steckbriefe als Eintrag in einem Freundschaftsbuch vor. Es zeigte sich, dass sie sich durch das ihnen bekannte Format bestärkt fühlten, die gesuchten Informationen über sich als Waldbewohner*innen in der ihnen zugeteilten Rolle zu recherchieren. Der dadurch ermöglichte Perspektivenwechsel ermöglichte es den jungen Lernenden, sich den gesuchten Inhalten auch emotional zu widmen. Dadurch ließ sich eine erhöhte intrinsische Motivation beobachten, die sich dadurch

12 Naturwissenschaftliche Identität, https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/che_deu/ [1.6.2025]

zeigte, dass die eingenommene Rolle weitere individuelle Fragen, die sich nicht in den Steckbriefen fanden, bei der Suche ergab. In der Reflexionsrunde wurde von den Schüler*innen mehrfach betont, dass die Selbstständigkeit, die Differenzierung bei der Wahl der Inhalte in Umfang und Vertiefung ihre Lernmotivation erhöhten. Eine der Klassenlehrerinnen meinte in dieser Runde, dass sie bis jetzt immer „Wissen übergestülpt hätte“ und diesen didaktischen Impuls in zukünftige Vermittlungen einfließen lassen wird.

Das performative Setting in der Zukunftswerkstatt ermöglichte es den Lernenden, ihre neuen Erkenntnisse zu verinnerlichen, nachhaltig zu verankern und zu reflektieren. Diese Herangehensweise bot sich an, um den bereits in der Forschungswerkstatt angestoßenen Perspektivenwechsel körperlich erfahrbar zu machen und um sich kreativ auszudrücken. Während die Schüler*innen bei der Erarbeitung der Steckbriefe ihre Rollen vorrangig individuell erkundeten, schuf der theaterpädagogische Rahmen die Möglichkeit, diese Rolle auch gemeinsam in der Gruppe zu erkunden und somit den Wald als vernetztes Ökosystem zu erfassen und zu erleben.

Das Zeichnen des Baumes als abschließende Reflexionsmöglichkeit ließ die Schüler*innen nochmals mehrperspektivisch und die Informationen zusammenführend auf den Wald in seiner Gesamtheit als funktionierendes Ökosystem und seine Rolle in der individuell gedachten Zukunft blicken. Durch das Betonen der eigenen Rolle als Forscher*in während des Reflexionsprozesses wurde diese Perspektive von den Kindern gleichermaßen mitgedacht. Dies zeigte sich etwa in dem Wunsch „*Ich möchte einmal eine Wissenschaftlerin werden*“, notiert in einem Ast eines gezeichneten Baumes.

Im Zuge der Evaluation konnten zwar keine signifikanten Veränderungen im Wissen sowie der Einstellung der Schüler*innen bezüglich des Themas Wald nachgewiesen werden, die Antworten auf sowohl geschlossene als auch offene Fragen zeigen jedoch klar, dass den Schüler*innen das Projekt sehr gut gefallen hat und sie sich mehr von dieser Beschäftigungsform wünschen. Das Ausbleiben von signifikanten Verbesserungen in den Bereichen Wissen und Einstellung kann mit den hohen Anfangswerten erklärt werden, hier ist von Deckeneffekten auszugehen. Für weitere Untersuchungen wäre es daher interessant, das Projekt in Schulen im urbanen Umfeld durchzuführen, in denen von weniger Vorwissen und Interesse bezüglich der Thematik auszugehen ist.

Für Wissenschaftsbildung in der Primarstufe lässt sich abschließend festhalten, dass die Erschließung eines Themenfeldes wie dem „Wald der Zukunft“ im Werkstattzyklus von Märchen-, Forschungs- und Zukunftswerkstatt die Möglichkeit bietet,

- in der (hörenden, lesenden, schreibenden, sprechenden, spielenden, intermedialen) Begegnung mit einer Geschichte, die ein Ökosystem als Lebensgemeinschaft lebendig werden lässt, Empathie und Imagination zu fördern,
- beim entdeckend-forschenden Lernen z. B. im Stationenbetrieb verschiedene Perspektiven und Zugänge kennenzulernen,
- im performativen Ausgestalten einer Rolle ein einführendes Verständnis für ein Ökosystem als ein interagierendes und vernetztes Ganzes zu entwickeln,
- im aktiven Nutzen der Kulturtechniken beim Recherchieren, Lesen, Dokumentieren sich als Forschende zu erfahren.

Der Wechsel zwischen kognitiv-aktivierenden und kreativ-spielerischen Zugängen erweist sich dabei als wesentlich, um Wissenschaft nicht voreilig als kompliziert und unverständlich

zu stigmatisieren, sondern den Schüler*innen vielmehr bereits in den ersten Begegnungen mit wissenschaftlichen Arbeitsweisen ein Heureka-Erlebnis zu ermöglichen und sie damit für das Forschen und Entdecken zu begeistern.

Literatur

Primärliteratur

Igelhauser, B. & Bertel, H. (2012). Der kluge Waldgeist. Eine Geschichte aus den Heckenmärchen von B. Igelhauser und H. Bertel, bearbeitet von B. Kluibenschädl, aus: Tiroler Forstverein (Hrsg.), *Waldbüchlein*, S. 36–38. – In vereinfachter Sprache nacherzählt von C. Sippl, in verteilten Rollen gelesen von I. Capatu, B. Lughammer und C. Sippl. <https://www.ph-noe.ac.at/wissenschaftsbildung>

Sekundärliteratur

- Bortz, Jürgen & Schuster, Christof (2011). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Limitierte Sonderausgabe* (7. Aufl. 2010). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12770-0>
- Capatu, Ioana (2024). Wald der Zukunft – Zukunftswerkstatt. Forschend-entdeckendes Lernen mit lesedidaktischen und theaterpädagogischen Impulsen. *CultureNature Literacy: Next-Practice-Beispiele für Schule und Hochschule*, <https://cnl.ph-noe.ac.at/projektvorhaben/lernszenarien>
- Feldbacher, Eva, Sippl, Carmen, Panzenböck, Michaela, Jöstl, Gregor, Eibl, Dominik, Akbari, Elmira & Weigelhofer, Gabriele (2024). Neue Wege in der Wissenschaftsbildung: Inter- und Transdisziplinarität als Schlüssel. *Re&E-SOURCE* 11, 1, 75–88. DOI: <https://doi.org/10.53349/resource.2024.i1.a1228>
- Gebhard, Ulrich, Lübke, Britta, Ohlhoff, Dörthe, Pfeiffer, Malte & Sting, Wolfgang (2019). Performatives Arbeiten im Fachunterricht. Theoretisch-konzeptionelle Überlegungen am Beispiel des Biologie- und Theaterunterrichts. In dies. (Hrsg.), *Natur – Wissenschaft – Theater. Performatives Arbeiten im Fachunterricht* (S. 9–30). Beltz Juventa.
- Gräber, Wolfgang & Nentwig, Peter (2002). Scientific Literacy – Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In Wolfgang Gräber et al. (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 7–20). Leske + Budrich.
- Hamann, Alexandra, Baganz, Cynthia Rebecca, Kirstein, Jens, Schleunitz, Marc-Aurel, Habermann, Theresa & Leinfelder, Reinhold (2017). *Mehlwurmburger oder vegane Eier? Essen im Anthropozän. Lehrerhandreichung zu dem Sachcomic „Die Anthropozänküche. Matooke, Bienenstich und eine Prise Phosphor – in zehn Speisen um die Welt“*. Jahrgangsstufen 9 und 10 und Sekundarstufe II. Mintwissen. <http://anthropocene-kitchen.com/fileadmin/user/handreichung/Mehlwurmburger/Mehlwurmburger-web.pdf>
- Hoffelner, Alexander (2020). Zum Performative Turn in der Arbeit mit Bildmedien. Überlegungen und konkrete Impulse für die theaterpädagogische Arbeit im Unterricht. *GW-Unterricht* 160, 50–61. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht160s50>

- Horn, Eva & Bergthaller, Hannes (2019). *Anthropozän zur Einführung*. Junius.
- Kornder, Lisa & Jungwirth, Helmut (2024). Wissenschaftsvermittlung trifft Kabarett: Die Science Busters. *Magazin erwachsenenbildung.at* 52, 76–85. DOI: 10.25656/01:31158
- Krampen, Günther (2019). *Psychologie der Kreativität. Divergentes Denken und Handeln in Forschung und Praxis*. Hogrefe.
- Kunter, Mareike & Trautwein, Ulrich (2013). *Psychologie des Unterrichts*. Schöningh. (UTB, 3896)
- Leinfelder, Reinhold & Sippl, Carmen (2023). CNL & Wissenschaftskommunikation. Wie lassen sich komplexe Mensch-Natur-Beziehungen verständlich kommunizieren? In Carmen Sippl & Berbeli Wanning (Hrsg./Eds.), *CultureNature Literacy (CNL). Schlüsselkompetenzen für Zukunftsgestaltung im Anthropozän. Ein Handbuch für den Theorie-Praxis-Transfer in Schule und Hochschule. / Key competences for shaping the future in the Anthropocene. A manual for theory-practice transfer in schools and universities*. Baden: Pädagogische Hochschule Niederösterreich/University College of Teacher Education Lower Austria, S. 142–152. DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2023.a1.210>
- Marshall, Julia (2019). *Integrating the Visual Arts Across the Curriculum. An Elementary and Middle School Guide*. With contributions by Ann Ledo-Lane and Elizabeth McAvoy. Foreword by Connie Stewart. Teachers College, Columbia University New York.
- Sippl, Carmen (2023). Natur & Kultur IX: Wissenschaft lernen im Lernraum Schule. *#schuleverantworten 2023_1*, 148–155. DOI: <https://doi.org/10.53349/sv.2023.i1.a300>
- Sippl, Carmen (Hrsg.) (2023). „Es wird einmal ...“ Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän. *Leitfaden für die Citizen-Science-Forschung an den Volksschulen*. Pädagogische Hochschule Niederösterreich (Teilrechtsfähigkeit). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a1.120>
- Sippl, Carmen & Capatu, Ioana (2025). „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten als Zukunftserzählungen im Anthropozän. Zum Potenzial der Zukunftswerkstatt für Wissenschafts- als Zukünftebildung in der Primarstufe. In Carmen Sippl, Ioana Capatu & Rita Elisabeth Krebs (Hrsg.), „Es wird einmal ...“. *Wissen schaffen – Zukünfte erzählen* (S. ...–...). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich, 17). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2025.a1.170>
- Starkbau, Johannes et al. (2023). *Endbericht. Ursachenstudie zu Ambivalenzen und Skepsis in Österreich in Bezug auf Wissenschaft und Demokratie. Studie im Auftrag des BMBWF*. Institut für Höhere Studien in Zusammenarbeit mit der Universität Aarhus. Abrufbar über den BMBWF-Publikationenshop, https://pubshop.bmbwf.gv.at/index.php?article_id=10
- White, Peta J. et al. (2023). *Agency in the Anthropocene: Supporting document to the PISA 2025 Science Framework*. OECD Education Working Papers No. 297, <https://dx.doi.org/10.1787/8d3b6cfa-en>
- Wissenschaftsbarometer Österreich (2023). Bericht: Wissenschaftsbarometer Österreich. Gallup International im Auftrag der ÖAW, <https://www.oeaw.ac.at/wissenschaftsbarometer/ergebnisse>
- Zalasiewicz, Jan et al. (2024). What should the Anthropocene mean? *Nature* 632, 980–984, 29 August 2024, doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-024-02712-y>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: QR-Code zur Audioaufnahme des Märchentextes „Der kluge Waldgeist“, gelesen mit verteilten Rollen von Ioana Capatu, Babette Lughammer und Carmen Sippl: eigene Darstellung

Abbildung 2: Bildkarten: gezeichnet von Ioana Capatu

Abbildung 3: Steckbriefe: erstellt von Babette Lughammer, unter Verwendung des Programms Worksheet Crafter

Abbildung 4: Gallery-Walk: Foto: Forschungsteam INSE

Abbildung 5: Aufführung: Foto: Forschungsteam INSE

Abbildung 6–8: Schüler*innenzeichnungen

Abbildung 9: eigene Darstellung

Zukünftebildung in 4FutureLabs

Skalierung eines hochschulischen Formats

1. Einleitung

Die Gestaltung der Zukunft erfordert sowohl die Imaginationsfähigkeit als auch die Befähigung zur aktiven Mitgestaltung von Zukunft. Diese Prämisse liegt den 4FutureLabs an der Hochschule für Gesellschaftsgestaltung (HfGG) zugrunde. Als Bildungsformat, das auf der Entwicklung und Kultivierung von Zukunftskompetenzen basiert, stellen die 4FutureLabs einen Ansatz dar, um bei jungen Menschen Impulse zu setzen, die sie für die aktive Gestaltung ihrer Zukunft befähigen. Dieser Beitrag präsentiert die Konzeption, Umsetzung und Skalierung dieses Formats und beleuchtet dessen Bedeutung vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Herausforderungen wie Zukunftsängsten und mangelnder Selbstwirksamkeit inmitten der Krisenhaftigkeit der Gegenwart.

2. Ausgangssituation: Herausforderungen der Gegenwart

2.1 Wirtschaftliche, politische und gesellschaftliche Unsicherheiten

Unsere Zeit ist geprägt von wirtschaftlichen, politischen, ökologischen und gesellschaftlichen Unsicherheiten. Besonders junge Menschen empfinden angesichts multipler Krisen ein Gefühl der Ohnmacht. Die Sinus-Jugendstudie 2024 zeigt, dass viele Jugendliche gesellschaftliche und ökologische Krisen als Dauerzustand wahrnehmen (vgl. Calmbach et al. 2024, 407). Die Studie der Liz Mohn Stiftung belegt, dass zwar 53 % der Jugendlichen optimistisch auf ihre persönliche Zukunft blicken, jedoch nur 18 % positiv in Bezug auf die gesellschaftliche Entwicklung gestimmt sind (vgl. Liz Mohn Stiftung 2024, 4f.). Hinzu kommt, dass sich mehr als ein Drittel der Jugendlichen sozial isoliert fühlt und beklagt, nicht gehört zu werden (vgl. Steinmayr et al. 2024).

2.2 Notwendigkeit der Imagination

Auch in der Politik wird diese Stimmung der Jugend wahrgenommen, die sich im aktuellen Kinder- und Jugendbericht des deutschen Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend im Wunsch nach mehr Mitsprache und Beteiligung in gesellschaftlichen und politischen Prozessen niederschlägt (vgl. BMFSFJ 2024). Die andauernden und sich teils verschärfenden Krisen erzeugen Zukunftsängste und führen zu einer „Krise der politischen Phantasie“, wie sie Ötsch und Horaczek (2021, 19) beschrieben haben. Und dabei ist

die Vorstellungskraft gerade in Bezug auf die Gestaltung der Wirtschaft und Gesellschaft ein unabdingbares Potenzial (vgl. Ötsch et al. 2024).

Positive, realisierbare Zukunftsbilder fehlen häufig, und das Gefühl gesellschaftlicher Abhängigkeit bedroht die Demokratie sowie die Teilhabe der Jugend an der Gestaltung ihrer Zukunft. Gleichzeitig mangelt es an Bildungsformaten, die Jugendlichen zeigen, wie sie ihre Zukunft aktiv mitgestalten können. Hier setzt das Konzept der Futures Literacy (vgl. Miller 2018) an, das die Kompetenz zur bewussten Gestaltung von Zukunft als essenziell betrachtet.

Um nicht in medial allgegenwärtigen Dystopien stecken zu bleiben oder sich in unerreichbare utopische Vorstellungen zu verstricken, fokussieren die 4FutureLabs einen Vorstellungsbereich dessen, was die Teilnehmenden sich in Anerkennung aller gegenwärtigen und künftigen Herausforderungen für ihre möglichen Zukünfte wünschen. Dabei steht zunächst das Bewusstsein einer Kausalität im Zusammenhang des Handelns in der Gegenwart und dessen Auswirkungen auf die künftigen Umstände im Vordergrund, die wiederum die Pluralität möglicher Outcomes und alternativer Zukünfte verdeutlicht, wie sie durch Joseph Voros' *Futures Cone* illustriert werden (Voros 2017). Diese Pluralität betont somit das Bestehen gegenwärtiger Handlungsansätze, die den Wunsch nach einer gestaltbaren Zukunft greifbar machen.



Abbildung 1: Aushandlungsphase der Gruppenarbeit in 4FutureLabs

Die Arbeit in den 4FutureLabs richtet sich somit auf den Begriff der „preferable futures“ (Voros 2017), die sowohl durch kleine Anpassungen im plausiblen oder möglich erscheinenden Bereich liegen können, sich aber über plausible und möglich erscheinende Vorstellungen hinweg bis in das unmöglich anmutende, kaum Denkbare erstrecken dürfen. Teilnehmende werden ausdrücklich ermutigt, sich in ihren zukunftsgerichteten Wünschen im Umgang mit eventuellen Problemen zu bewegen, diese zu verdeutlichen und den Weg dahin gemeinsam auszuhandeln (siehe Abb. 1). Auf diese Weise werden sie in den 4FutureLabs zur aktiven Gesellschaftsgestaltung befähigt.

3. Konzept und Zielsetzung der 4FutureLabs

3.1 Bildungsauftrag: Zukunftsbildung

Die 4FutureLabs wurden entwickelt, um jungen Menschen einen offenen Bildungsraum zu bieten, ihre Vorstellungskraft für die Gestaltung einer klimagerechten, lebensdienlichen und sozial gerechten Zukunft zu nutzen (siehe Abb. 2). Sie basieren auf dem Ansatz der *Futures Literacy*, die von der UNESCO als Schlüsselkompetenz hervorgehoben wird (vgl. Miller & Carleton 2023). Darüber hinaus wird das Format von der „Spirale Transformativen Lernens“ (Graupe & Bäuerle 2023) gesteuert. Ziel ist es, nicht nur bereits vorhandenes Wissen zu vermitteln, sondern transformatives Lernen hin zu neuem Denken und Handeln zu ermöglichen, das Menschen dazu befähigt, aktiv an der Gestaltung der Zukunft mitzuwirken.



Abbildung 2: Imaginationsübung und Bewegung im Raum mit Teilnehmenden eines 4FutureLabs-Workshops

Zentral ist dabei das Training von Future Skills, wie sie im Future Skills Framework des Stifterverbands definiert und als Kompetenzpyramide dargestellt werden (vgl. Stifterverband 2021) und eine Erweiterung in der Ausdifferenzierung der transformativen Kompetenzen bezüglich der Gestaltungskraft erfahren (vgl. Graupe 2025). Insbesondere Gestaltungskompetenzen spielen hier eine Schlüsselrolle (siehe Abb. 3). Diese umfassen die Fähigkeiten, kreative Lösungen zu entwickeln, eigene Werte und Perspektiven zu reflektieren und strategisch zu handeln, um positive Veränderungen zu bewirken.

	Imagination und Vorstellungskraft	Kommunikation und Ausdruck	Handlungsfähigkeit und Verantwortung
Bildung von Identität; Selbstreflexion und -bewusstsein	Imaginative Kreativität und Resilienz (HfGG Gestaltungs-kompetenz)	Reflexive und expres-sive Kommunika-tions- und Urteilsfä-higkeit (HfGG-Gestaltungs-kompetenz)	Reflexive Koopera-tionsfähigkeit und Selbstwirksamkeit (HfGG Gestaltungs-kompetenz)
Agieren in einer unsicheren und komplexen Welt			
Entwicklung und Berücksichtigung von Vielfalt und Multiperspektivität	Sensemaking & Mindset Change (HfGG Gestaltungs-kompetenz)	Sensemaking & Mindset Change (HfGG Gestaltungs-kompetenz)	Emergente Gestal-tungskompetenzen (HfGG Gestaltungs-kompetenz)
Ausgleich von Spannungen und Dilemmata		Dialog- und Kon-fliktfähigkeit (Transformative Kompetenz)	
Schaffung neuer Ziele und Lösungen	Innovations-kompetenz (Transformative Kompetenz)	Kreativität (Klassische Kompetenz)	Lösungsfähigkeit (Klassische Kompetenz)
Eintreten für und Vermittlung von Werten und Lösungen	Visionsorientierung (HfGG Gestaltungs-kompetenz)	Missions-orientierung (Transformative Kompetenz)	Unternehmerisches Handeln (Klassische Kompetenz)

[Legende:
dunkelviolett: Vom Stifterverband hervorgehobene Kompetenzen;
hellviolet: von der HfGG zusätzlich fokussierte Kompetenzen.
Quelle: Silja Graupe, 2023]

Abbildung 3: HfGG-Übersicht über ein erweitertes Framework zum Bereich der Transformationskompetenzen (Graupe 2025, 87)

3.2 Struktur der 4FutureLabs

Die 4FutureLabs kombinieren kreative und analytische Methoden, um Zukunftsbilder zu entwerfen, deren zugrundeliegende Annahmen aufzudecken und diese kritisch zu reflektieren. Die Workshops sind in Anlehnung an das Format der UNESCO (vgl. Miller & Carleton 2023) in drei Phasen gegliedert:

1. REVEAL: In dieser Phase enthüllen die Teilnehmenden ihre bestehenden Vorstellungen von der Zukunft, hinterfragen und analysieren diese. Hierbei wird auch der Begriff der „used futures“ eingeführt, der von Miller et al. (2018, 163) geprägt wurde, um veraltete, problematische oder unreflektierte Zukunftsbilder aufzudecken und zu bearbeiten.
2. REFRAAME: Mithilfe von Szenarien und kreativen Methoden entwickeln die Teilnehmenden neue, konstruktive Zukunftsbilder, die ihre Wünsche widerspiegeln. Stolpersteine und Herausforderungen werden bewusst einbezogen, um realistische und handlungsorientierte Perspektiven zu schaffen.
3. RETHINK & ACT: In der letzten Phase wird der Bezug zur Gegenwart hergestellt. Die Teilnehmenden reflektieren, wie ihr heutiges Handeln die Zukunft beeinflussen kann, und leiten mithilfe von Erkenntnissen aus den vorhergegangenen Phasen konkrete Schritte zur Umsetzung ab.

Ein zentrales Instrument in den 4FutureLabs ist die *Causal Layered Analysis* (CLA) nach Inayatullah (2019). Dieses Denkwerkzeug macht die kausalen Zusammenhänge verschiedener der greifbaren Realität zugrundeliegenden Ebenen zugänglich, indem es Überlegungen zu dem Zusammenspiel unserer sichtbaren Realität mit zunächst nicht wahrnehmbaren Strukturen anregt. Dazu gehört die Beschäftigung mit der systemischen Ebene, der Welt-sicht – also die Frage nach dem, was Menschen für Normalität halten – und den zugrundeliegenden Gedankenbildern einer Gesellschaft. Die Anwendung der Causal Layered Analysis hilft somit den Teilnehmenden, tieferliegende Strukturen, antizipatorische Annahmen hinter Zukunftsvorstellungen und Werte zu analysieren, die ihre Vorstellungen sowie ihr Verständnis der Zukunft beeinflussen. Anhand der CLA lernen die Teilnehmenden der 4FutureLabs, durch gezielte Veränderungen auf den Analyseebenen alternative Zukünfte neu denken zu können. Zusätzlich wird in den Workshops mit körpergestützten Methoden wie Aufstellungen oder Bewegungen im Raum, kreativem Medieneinsatz zur (skizzenhaften) Darstellung gemeinsam ausgehandelter Zukunftsideen sowie Imaginations- und Reflexionsübungen auf individueller Ebene gearbeitet, um verschiedene Lernzugänge zu aktivieren, Ideen zu schöpfen, zu bearbeiten und besprechbar zu machen.

4. Praktische Umsetzung und Wirkung

4.1 Integration in die Hochschullehre

Die 4FutureLabs sind fest in den Studiengängen der HfGG verankert. Im Bachelorprogramm „Ökonomie – Nachhaltigkeit – Transformation“ sowie in den Masterprogrammen „Ökonomie – Nachhaltigkeit – Gesellschaft“ und „Ökonomie – Verantwortung – Institutionen“ sind Module zur Zukunftsbildung integriert. Diese Module vermitteln Studierenden sowohl theoretische Grundlagen als auch praktische Werkzeuge, um eigene Handlungsvisionen zu entwickeln und Zukunft aktiv zu gestalten.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Verbindung von Theorie und Praxis. Studierende entwickeln im Rahmen von Seminaren im Modul Persönlichkeitsentwicklung anhand wissenschaftlich fundierter Ansätze ihre eigenen Transformationsideen und setzen diese in Projekten oder Entwürfen um. Diese Form des transformativen Lernens fördert nicht nur fachliche Kompetenzen ihrer Studienrichtung, sondern auch die persönliche Entwicklung der Studierenden.

Gemäß dem Motto der HfGG „Third Mission First!“ waren es die Studierenden, die ab 2022 begannen, die Inhalte bezüglich Futures Literacy in Workshops nach außen zu tragen und mit weiterführenden Schulen sowie anderen interessierten Menschen jeden Alters Zukunftsbildung zu praktizieren.

Auch beim Wirken aus der Hochschule hinaus in Workshopformaten bleibt das Ziel, Menschen zu befähigen, aktiv an der Gestaltung einer klimagerechten, für alle lebensdienlichen und somit nachhaltigen Zukunft mitzuwirken. Dabei geht es nicht nur um die herkömmliche Wissensvermittlung, sondern um die Entwicklung und Kultivierung neuer Fähigkeiten im Sinne der *Futures Literacy*, die notwendig sind, um zukunftsorientiertes Handeln und Gestalten zu ermöglichen.

4.2 Workshops und Ergebnisse

Die 4FutureLabs wurden bereits in zahlreichen Workshops mit Jugendlichen, Lehrkräften und anderen Erwachsenen durchgeführt. Ein Schwerpunkt liegt dabei in der Arbeit an weiterführenden Schulen mit Jugendlichen ab 15 Jahren. Ein typischer Workshop umfasst unterschiedliche methodische Elemente, von denen einige hier beispielhaft genannt werden.

Im 4FutureLabs-Workshop begibt sich die Gruppe durch aufeinander aufgebaute Imaginationsübungen gemeinsam auf eine gedankliche Zeitreise ins Jahr 2045. Die Teilnehmenden stellen sich ihre persönliche und gesellschaftliche Zukunft vor und schreiben einen Brief an ihr Zukunfts-Ich, der ihnen die unmittelbare kommunikative Verbindung zur eigenen Zukunftsvorstellung vermittelt.

Anhand der Analysemethode *Causal Layered Analysis* (CLA, vgl. Inayatullah 2019) erarbeiten Kleingruppen ihre wünschenswerten Breaking News 2045. Die Teilnehmenden entwickeln Schlagzeilen für eine erstrebenswerte Zukunft und analysieren davon ausgehend die dafür notwendigen Veränderungen auf den verschiedenen Ebenen der CLA. In Gruppen werden anhand verschiedener Szenarien kreative Produkte zu wünschenswerten Zukünften erstellt und im Plenum besprochen, um Ideen auszuhandeln und Rückschlüsse auf Handlungsansätze entstehen zu lassen.

Zur Visualisierung und Bewusstwerdung eines möglicherweise entstehenden unmittelbaren Effekts im Workshop wird die Methode des *Polak Game* genutzt (vgl. Hayward & Candy 2017). Diese körpergestützte Methode dient dazu, die Einstellungen zur Vorstellung der persönlichen Zukunft und dann zur Zukunft in Wirtschaft und Gesellschaft zu visualisieren. Die Sichtbarkeit der Positionierung und die Besprechung der Vorstellungen verschiedener Teilnehmenden und ihrer gedanklichen Hintergründe gewährt den Teilnehmenden einen Einblick in die Vielfalt gedachter Zukünfte und in eventuelle Gemeinsamkeiten darin. Vor und nach dem Workshop positionieren sich die Teilnehmenden in ihrer Einstellung zur gesellschaftlichen Zukunft, um eventuelle Veränderungen in ihrer Haltung sichtbar und in der Gruppe verhandelbar zu machen. Sie stellen durch ihre Positionierung oder auch Bewegung zwischen den Polen HELL – DUNKEL sowie VIEL EINFLUSS – WENIG EINFLUSS im Raum dar, inwiefern sie die persönliche oder die gesellschaftliche Zukunft als beeinflussbar oder vorhersehbar erfahren, um anschließend über die Beweggründe hinter ihrer Positionierung ins Gespräch zu kommen.

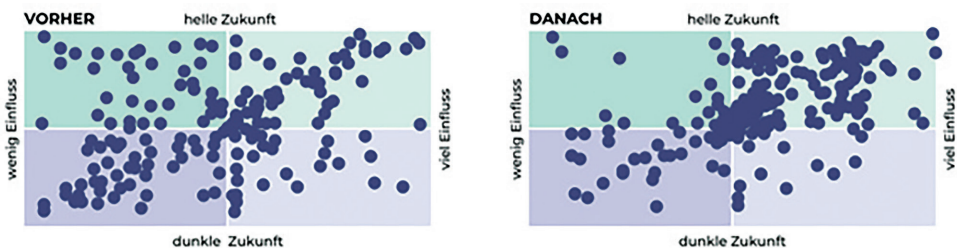


Abbildung 4: Darstellung der Befragung im Polak Game vor und nach Durchführung der 4FutureLabs (HfGG 2024b, 64)

5.2 Wissenschaftliche Begleitung

Die 4FutureLabs werden kontinuierlich von Seiten der Hochschule im Forschungs- und Impactprojekt, in der Hochschullehre in Bachelor- und Masterprogrammen sowie in Undergraduate-Research-Formaten wissenschaftlich begleitet, um ihre Wirksamkeit zu evaluieren und weiterzuentwickeln. Wesentlich ist dabei der partizipative Charakter der Beforschung (vgl. Riedy et al. 2023), der die Teilnehmenden als beitragende Akteure in Form von Aktionsforschung (vgl. Bradbury et al. 2019) zu den Future Skills sprachfähig macht und miteinander bezieht. Erste Studien, darunter die im Auftrag des Stifterverbands erfolgte Bedarfserhebung bezüglich der Future Skills (vgl. Twisselmann-Steigerwald, Kühn, Peters & Graupe 2025), liefern aussichtsreiche und belastbare Ergebnisse. Zukünftig sollen weitere Forschungsprojekte, wie Sensemaking-Studien und die Auswertung kreativer Produkte zu Zukunftsvorstellungen aus den Workshops, dazu beitragen, die Wirkungsweise der Zukünftebildung noch besser zu verstehen und durch neue Erkenntnisse zu ihrer Weiterentwicklung beizutragen.

5.3 Weiterentwicklung des Formats

Zusätzlich zur Verbreiterung durch Befähigung von Zukunftskoaches liegt ein weiterer Fokus auf der thematischen Erweiterung der 4FutureLabs. Neben Demokratiebildung und Klimagerechtigkeit werden zukünftig auch Themen wie der wünschenswerte Umgang mit Künstlicher Intelligenz und soziale Innovation behandelt. Ziel ist es, noch mehr Menschen zu erreichen und zu befähigen, um die Zukünftebildung als festen Bestandteil in Bildungssystemen zu verankern. Diese Befähigung ist durch die Erweiterung der Imaginationskraft und den darin erkennbaren Handlungsansätzen für die Gegenwart eine Ermutigung in krisenhaften Zeiten: “Radical hope, since it has the capacity to radically change the present.” (Damhof & Gulmans 2023, 55)

6. Fazit

Die bisherigen Erfahrungen mit den 4FutureLabs bestätigen, dass es möglich ist, junge Menschen für die aktive Gestaltung von aus ihrer Sicht wünschenswerten Zukünften zu begeistern – gerade in einer Zeit, die von Unsicherheiten geprägt ist. Eleanor Roosevelt soll es so formuliert haben (Schlup & Whisenhant 2014, 2): “The future belongs to those who believe in the beauty of their dreams.”

Das befähigende Format der 4FutureLabs bietet einen vielversprechenden Ansatz, um Zukunftskompetenzen zu fördern, *Futures Literacy* zu kultivieren und positive, gestaltbare Zukünfte zu imaginieren, die Handlungsansätze im Hier und Jetzt aufzeigen. Damhof und Gulmans erkennen in der *Futures Literacy* “the skill to imagine different futures in different contexts, to see the present anew, to be able to detect novelty and be open to emergence” (Damhof & Gulmans 2023, 52). Die Skalierung und Weiterentwicklung der 4FutureLabs durch die HfGG wird dazu beitragen, diese wichtigen Kompetenzen nachhaltig in Bildungsprozesse zu integrieren, um jungen Menschen die Freiheit zu vermitteln, sich wünschenswerte Zukünfte vorzustellen und den Weg dorthin aktiv mitzugestalten.

Die Zukunft beginnt jetzt.

„Wir sind in der Lage unsere Zukunft zu gestalten.
Wir haben einen großen Einfluss auf die Zukunft der Gesellschaft und Politik.“
(Teilnehmendenzitat aus den 4FutureLabs)

Literatur

- Bradbury, Hilary, Waddell, Steve, O'Brien, Karen, Apgar, Marina, Teehankee, Ben & Fazey, Ioan (2019). A call to action research for transformations: The times demand it. *Action Research*, 17(1), 3–10.
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (2024). 17. *Kinder- und Jugendbericht: Bericht über die Lebenssituation junger Menschen und die Leistungen der Kinder- und Jugendhilfe in Deutschland*.
<https://www.bmfsfj.de/bmfsfj/ministerium/berichte-der-bundesregierung/kinder-und-jugendbericht-159966>
- Calmbach, Marc, Flaig, Bodo, Gaber, Rusana, Gensheimer, Tim, Möller-Slawinski, Heide, Schleer, Christoph & Wisniewski, Naima (2024). *SINUS-Jugendstudie 2024. Wie ticken Jugendliche? Lebenswelten von Jugendlichen im Alter von 14–17 Jahren in Deutschland*. bpb Schriftenreihe (Bd. 11133). Bonn.
- Damhof, Loes & Gulmans, Jitske (2023). Imagining the impossible: An act of radical hope. *Possibility Studies & Society*, 1(1–2), 51–55. <https://doi.org/10.1177/27538699231174821>
- Graupe, Silja (2025). Dem Sinn ein Leben geben – Transformatives Lernen an der Hochschule für Gesellschaftsgestaltung. In Tamara Zajontz, Kyra Riedschy, Uwe Schmidt & Laura Wagner (Hrsg.), *Agieren im Verbund. Erfahrungen und Perspektiven der Hochschulen im Hochschulevaluierungsverbund Südwest*. Sammelband zum 20-jährigen Jubiläum des Hochschulevaluierungsverbundes Südwest (S. 76–88). Zentrum für Qualitätssicherung und -entwicklung (ZQ). (Mainzer Beiträge zur Hochschulentwicklung Bd. 27)
- Graupe, Silja & Bäuerle, Lukas (2023). Die Spirale transformativen Lernens. In *Forschungsdiskurs und Etablierungsprozess der Organisationspädagogik: Theorien, Methodologien und Methodiken im pluralen Diskurs einer erziehungswissenschaftlichen Subdisziplin* (S. 223–241). Springer Fachmedien.
- Hayward, Peter & Candy, Stuart (2017). The Polak Game, or: Where do you stand? *Journal of Futures Studies*, 22, 5–14. [https://doi.org/10.6531/JFS.2017.22\(2\).A5](https://doi.org/10.6531/JFS.2017.22(2).A5)
- Hochschule für Gesellschaftsgestaltung (2024a). Digitaler TransformationsCampus.
<https://hfgg.de/impact/digitaler-transformations-campus/>
- Hochschule für Gesellschaftsgestaltung (2024b). *Here to Spark Imagination. Gestaltungsbericht für das akademische Jahr 2023/2024*.
https://hfgg.de/gestaltungsbericht_2023-2024.pdf
- Inayatullah, Sohail (2019). Causal Layered Analysis. A Four-Level Approach to Alternative Futures. *Futuribles*. <https://www.futuribles.com/en/lanalyse-causale-multiniveau/>
- Liz Mohn Stiftung & IPSOS (2024). *Einstellungen und Sorgen der jungen Generation Deutschlands 2024*. Liz Mohn Stiftung.
https://liz-mohn-stiftung.de/wp-content/uploads/2024/08/Studie_EinstellungUndSorgenDerJungenGenerationDeutschlands_2024_LizMohnStiftung.pdf

- Miller, Riel (2018). Introduction: Futures Literacy: transforming the future. In Riel Miller (ed.), *Transforming the future: Anticipation in the 21st century* (pp. 1–12). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351048002>
- Miller, Riel, Poli, Roberto & Rossel, Pierre (2018). The discipline of anticipation: Foundations for futures literacy 1. In Riel Miller (ed.), *Transforming the future: Anticipation in the 21st century* (pp. 51–65). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351048002>
- Miller, Riel & Carleton, Tamara (2023). *UNESCO Futures Literacy Laboratories Playbook 2023 final*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385485>
- Ötsch, Walter, Priddat, Birger & Groß, Steffen (2024). Imagination und Ökonomie. In Walter Ötsch, Birger Priddat & Stefan Groß (Hrsg.), *Das Imaginative der Politischen Ökonomie* (S. 7–30). Metropolis.
- Ötsch, Walter & Horaczek, Nina (2021). *Wir wollen unsere Zukunft zurück! Streitschrift für mehr Phantasie in der Politik*. Westend.
- Riedy, Chris, Parenti, Melissa, Childers-McKee, Chereese & Teehankee, Benito (2023). Action research pedagogy in educational institutions: Emancipatory, relational, critical and contextual. *Action Research*, 21(1), 3–8.
- Schlup, Leonard C. & Whisenhunt, Donald W. (eds.) (2014). It seems to me: *Selected letters of Eleanor Roosevelt*. University Press of Kentucky.
- Schnetzer, Simon, Hampel, Kilian & Hurrelmann, Klaus (2024). *Jugend in Deutschland 2024 – Verantwortung für die Zukunft? Ja, aber*. Datajockey Verlag. <https://doi.org/10.17879/86948700064>
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft & McKinsey & Company (Hrsg.) (2021). *Future Skills 2021: 21 Kompetenzen für eine Welt im Wandel* (Diskussionspapier: Nr. 3). <https://www.stifterverband.org/medien/future-skills-2021>
- Studies 4Future (2024, 3. Mai). Spring School 2024. *Studies 4Future – Der Blog für Gesellschaftsgestaltung der Hochschule für Gesellschaftsgestaltung*. <https://www.studies4future.de/post/spring-school-2024>
- Twisselmann-Steigerwald, Kathrin, Kühn, Paul, Peters, Luis & Graupe, Silja (2025). *4FutureLabs im Rahmen der Future Skills Journey – Ermittlung der Bedarfe an Future Skills* (Working Paper Series der HfGG Nr. 73). Hochschule für Gesellschaftsgestaltung. <https://hfgg.de/working-paper-series/>
- Voros, Joseph (2017). The Futures Cone – use and history. In: *The Voroscope. Exploring the totality of human knowledge*. <https://thevoroscope.com/2017/02/24/the-futures-cone-use-and-history/>

Abbildungen

- Abbildung 1: Aushandlungsphase der Gruppenarbeit in 4FutureLabs – Aufnahme aus einem 4FutureLabs-Workshop an der Hochschule für Gesellschaftsgestaltung HfGG Koblenz 2025 (eigene Aufnahme)
- Abbildung 2: Imaginationsübung und Bewegung im Raum mit Teilnehmenden eines 4FutureLabs-Workshops – Aufnahme aus einem 4FutureLabs-Workshop an der Hochschule für Gesellschaftsgestaltung HfGG Koblenz 2025 (eigene Aufnahme)
- Abbildung 3: HfGG-Übersicht über ein erweitertes Framework zum Bereich der Transformationskompetenzen (Graupe 2025, 87)

Abbildung 4: Darstellung der Befragung im Polak-Game vor und nach Durchführung der 4FutureLabs (HfGG 2024b, 64) – eigene Darstellung

Abbildung 5: Sketch Notes von Jana Bocklet zum Workshop „Methoden der 4Future-Labs“ in der HfGG Spring School 2024 (Studies 4Future 2024, Abschnitt „Spring School 2024“)

Von *Science and Society* zu *Futures Literacy*?

EU-Förderprogramme als Impulse für Wissenschaftskommunikation

1. Förderprogramme als Impulsgeber und Spiegel gesellschaftlicher Entwicklungen

Die Kinderbüro Universität Wien gGmbH¹ ist ein 2006 gegründetes Spin-off-Unternehmen der Universität Wien an der Schnittstelle von Universität, Gesellschaft und Wirtschaft. Das Kinderbüro konzipiert und realisiert Programme im Bereich Wissenschaftskommunikation und Wissenschaftsvermittlung für Kinder und Jugendliche und setzt vielfältige Projekte im Bereich der Demokratie-, Klima- und Medienbildung um.

Für Organisationen wie das Kinderbüro, die ihre Projekte auch über nationale und internationale Förderprogramme finanzieren, bietet eine Reflexion der Förderthemen und -mechanismen hilfreiche Ansätze, um die eigene Wirksamkeit im Spannungsfeld zwischen Selbstwirksamkeit und Zielgruppenerreichung zu hinterfragen. In weiterer Folge lässt sich daraus die strategische Entwicklung eigener Programmatiken unterstützen und in Annäherung an aktuelle gesamtgesellschaftliche Herausforderungen abstimmen. Dabei spiegeln die europäischen Förderregimes ihrerseits gesellschaftliche Entwicklungen bzw. Prozesse, die (europaweit) initiiert werden sollen, und schaffen auf diese Weise multinational vergleichbare Rahmenbedingungen.² Diese Interdependenzen zeigen sich innerhalb der europäischen ‚Flagship Policies‘ mit ihren thematischen Schwerpunktsetzungen der letzten Jahrzehnte, unter denen Förderprogramme aufgesetzt und weiterentwickelt wurden.³ Die Programme bilden eine wesentliche Grundlage für weitreichende Veränderungen im Bereich Wissenschaftskommunikation und der Teilhabe an Wissenschaft und Forschung, so wie praktische Erfahrungen und Erkenntnisse der Forschungscommunity wiederum – ebenso wie die „großen Zielsetzungen“ und Missionen – in die Ausgestaltung der Förderprogramme einfließen. Um diese Wechselwirkungen in konkreten Beispielen zu erörtern, stellen wir im Folgenden die chronologische Entwicklung von Projekten des Kinderbüros der Universität Wien den Veränderungen in der europäischen STE(A)M⁴ Bildungsstrategie gegenüber. In einem groben Überblick zeigen wir auf, wie Förderstrategien und -programmatiken die Entwicklung und Umsetzung von Programmen konkret beeinflusst haben und welche Potenziale sich in

1 www.kinderbuero-uniwien.at

2 Eine umfangreiche Auseinandersetzung mit generellen Zusammenhängen zwischen Forschungsförderprogrammen der EU und der Integration von Science and Society findet sich bei Rodriguez et al. 2013.

3 Obwohl schon vorher gesellschaftliche Aspekte in den Förderprogrammen angesprochen wurden, beziehen wir uns hier auf die eigenen Erfahrungen aus den EU-Rahmenprogrammen FP6 (2002–2006), FP7 (2007–2013) Horizon 2020 (2014–2020) und aktuell Horizon Europe (2021–2027).

4 STE(A)M: Science, Technology, Engineering, (Arts), Mathematics – im deutschsprachigen Raum wird analog von MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) gesprochen, wobei ggf. auch die Kunst (Arts) in der Form vom MINKT berücksichtigt wird.

weiterer Folge durch *Futures Literacy* auf Projekteinreichungen und -implementation entfalten können. Ein zentraler Aspekt ist dabei der iterative Entwicklungsprozess auf beiden Ebenen, d. h. der internationalen, europäischen und der regionalen, nationalen Dimension, die eine kontinuierliche Reflexion des organisationalen Lernens beinhalten.

Diese Reflexionen erfolgen im Hinblick auf die Dynamik der Schwerpunktsetzungen und Terminologie in der Programmatik der jeweiligen Rahmenprogramme der EU bzw. deren Förderperioden. Generell können die Schwerpunktsetzungen nicht trennscharf abgebildet werden, denn sie überlappen sich, greifen ineinander über und lösen sich letztendlich gegenseitig ab.

1.1 *Science and/in Society*

Im Bereich der europäischen Wissenschaftskommunikation markierte das neue Jahrtausend eine Zäsur. Mit dem von der Europäischen Kommission im November 2000 verabschiedeten Arbeitspapier „Science, Society and the Citizen in Europe“ wurde eine Debatte zu den Wechselwirkungen zwischen Wissenschaft und der Gesellschaft angestoßen, welche 2001 erstmalig zu einem eigenständigen Schwerpunkt im Rahmen des 6. EU-Rahmenprogramms für Forschung, technologische Entwicklung und Demonstration (FP6) führte (vgl. Iageher et al. 2020, 11):

The Science and Society activities are intended to encourage the development of harmonious relationships between science and society and the opening-up of innovation in Europe as a result of the establishment of new relations and an informed dialogue between researchers, industrialists, political decision makers and citizens. (European Commission 2014)

Die strategische Vision eines Europäischen Forschungsraumes (European Research Area / ERA seit 2000) als „leading knowledge-based economy in the world“ erforderte Maßnahmen, um die Legitimität von Forschung und Entwicklung zu erhöhen und einem schon damals deutlichen Skeptizismus gegenüber Wissenschaft gegenüberzutreten (vgl. Rodriguez 2013, 1127). Ausgangslage für die Einbettung in das FP6 Förderprogramm war die Annahme eines ‚Deficit Models‘, in welchem die Wissenschaft, also Gesamtheit von Wissenschaftler*innen bzw. deren Vertreter*innen, als sendende Akteurin der Wissensvermittlung auftritt und die Gesellschaft zum passiven Rezipienten degradiert⁵.

In diese Zeit fällt die Entwicklung und Durchführung der ersten KinderuniWien⁶ im Jahr 2003 unter dem Motto „Wir stellen die Uni auf den Kopf“.⁷ Ziel der KinderuniWien war es, Universitäten für Kinder im Alter von 7 bis 12 Jahren zu öffnen, kostenlose Austausch-

5 Deficit Model‘ nach W.J.Grant: “[...]that scientific knowledge should be paramount in making decisions on science-related issues, that this knowledge should be communicated from scientists to audiences who do not have this knowledge, that scientists should be in control of this communication flow, that the nonscientific audiences receiving this knowledge will be grateful for this, and that they will make better decisions as a result. To state it simply, the model assumes that nonscientific audiences are in some senses empty vessels suffering

6 www.kinderuni.at

7 Zu diesem Zeitpunkt war das Projekt noch direkt an der Universität Wien angesiedelt. Erst später, im Jahr 2006, entwickelte sich daraus die unabhängige Kinderbüro Universität Wien gGmbH.

und Dialogformate zu implementieren und dem oft vorherrschenden Bild von Wissenschaft – alter weißer Mann mit Bart und Labormantel – ein vielfältiges und realistisches Bild von Wissenschaftler*innen als *Role Models* entgegenzusetzen. Das Konzept der Kinderuniversitäten führte dabei weit über die damals traditionellen Outreach-Programme von Universitäten hinaus.

Children's Universities may appear as a simple concept — to prepare and deliver activities for children at a university — but even though the overall effects are difficult to record, there is one outstanding characteristic of Children's Universities, which is undoubted: they enable a direct personal encounter with academics in large numbers, at places which were initially not intended for children — neither by definition, nor by tradition or mission. (Gary & Dworsky 2013, 3)

1.2 *Science for Society*

Aufbauend auf den konzeptionellen Ideen von *Science and Society* und den Versuchen, soziale und ethische Überlegungen in der Verbindung von Wissenschaft und Gesellschaft nachhaltig zu verankern, wurden in vielen Programmen und Projekten zunehmend Fragen nach Bildungsteilhabe und Bildungsgerechtigkeit sowie soziale Barrieren diskutiert und in den Fokus gerückt. Handlungsleitend für die KinderuniWien war dafür die Wahrnehmung, dass das Programm der KinderuniWien in den ersten Jahren zwar enormes mediales Interesse und einen sprunghaften Anstieg der teilnehmenden Kinder hervorgerufen hat. Die Zusammensetzung der Gruppe der jungen Teilnehmer*innen spiegelte die demographischen Gegebenheiten beziehungsweise die soziale Schichtung der Wohnbevölkerung aber nur in sehr engen Grenzen wider.

Bereits im Jahr 2004 wurde als Reaktion auf die erste Durchführung der KinderuniWien unter dem Leitgedanken „*Gratis ist nicht genug*“ eine klare gesellschaftspolitische Haltung formuliert: Diese zielt darauf ab, vulnerable und marginalisierte Gruppen gezielt anzusprechen und Barrieren, die diese Gruppen von einer Teilnahme an Angeboten ausschließen, zu identifizieren und kritisch zu reflektieren. Damit wurde auf die Notwendigkeit hingewiesen, nicht nur finanzielle Barrieren zu beseitigen, sondern auch kulturelle, soziale und strukturelle Barrieren zu erkennen und diesen mit geeigneten Maßnahmen zu begegnen.

Punktueller Erhebungen in den ersten Jahren der KinderuniWien haben offengelegt, dass es tatsächlich einen substanziellen sozialen Bias innerhalb der teilnehmenden Population gibt, gemessen z. B. am Bildungshintergrund der Eltern. Selbst in der Großelterngeneration der teilnehmenden Kinder lag die Akademiker*innenquote deutlich über dem für diese Alterskohorte geltenden Durchschnitt – so hatten 22 % der Großväter und auffällige 8 % der Großmütter der zwischen 2002 und 2005 teilnehmenden Kinder einen akademischen Abschluss. Weiters waren in der Population der teilnehmen Kinder auch jene Wohnbezirke überpräsentiert, die man üblicherweise in Wien als „bildungsbürgerlich“ assoziiert oder als „wohlhabend“. Aus solchen Wohnbezirken (z. B. Neubau, Josefstadt, Hietzing, Währing oder Döbling) war die Beteiligung bis zu vier Mal höher, als es dem Anteil der Alterskohorte entsprochen hätte.

Als kompensatorische Maßnahmen wurde Informationsmaterial in allen wesentlichen in Wiener Familien gesprochenen Sprachen aufgelegt – wie z. B. Arabisch, Türkisch, Albanisch, BKS oder Romes. Als weitaus wichtiger als das breite Streuen von niederschwelliger Information hat sich aber der direkte Kontakt mit den Zielgruppen – z. B. über Kooperation mit Nachbarschafts- und Jugendzentren, Lernclubs oder Migrant*innenorganisationen – erwiesen sowie die Wirkung von Peer-Gruppen und Rollenmodellen innerhalb der eigenen Community. Über die Jahre hinweg hat sich dadurch eine deutlich größere Diversität in der teilnehmenden Population eingestellt, die sich nicht nur in einer stärkeren Durchmischung der Wohnbezirke und anhand der in der Familie gesprochenen Sprache nachvollziehen lässt, sondern z. B. auch an der Häufigkeit von Vor- und Nachnamen in den Registrierungsdaten, aufgrund derer man z. B. einen Migrationshintergrund plausibel annehmen kann. Auf diesem Weg hat sich die Teilnahme an der KinderuniWien mehr und mehr einem Gesamtbild der Wiener Wohnbevölkerung angenähert.

Gleichzeitig entwickelten sich Kinderuniversitäten international rasch zu einem Erfolgsmodell und leisten bis heute einen immensen Beitrag zur Öffnung von Wissenschaftsorganisationen. In einem Statement der Europäischen Kommission 2008 zeigt sich, welcher Einfluss durch die Durchführungen von Kinderuniversitäten auf die Institutionen selbst möglich ist: “Children’s Universities represent the most radical approach to open universities towards the general public” (Gary & Dworsky 2013, 21). Derzeit (2025) sind im European Children’s Universities Network (EUCU.NET), koordiniert vom Kinderbüro der Universität Wien, 68 Institutionen aus 31 Ländern vertreten und tragen gemeinsam zu einer beständigen und nachhaltigen Weiterentwicklung des Modells Kinderuniversität bei.

1.3 *Science with Society*

Der Übergang vom 6. zum 7. Rahmenprogramm und die damit verbundene grundlegende Überarbeitung der strategischen Ziele machen deutlich, dass die Integration sozioökonomischer Dimensionen in Forschungsprojekte umfassender erfolgen und der Dialog mit der Gesellschaft verstärkt werden müssen (Rodriguez 2013, 1128). Wissenschaft ist also nicht nur Teil der Gesellschaft und hat nicht nur die Aufgabe, sich an dieser zu orientieren. Darüber hinaus rückt nun das „Gemeinsame“, d. h. die aktive Beschäftigung und das Miteinander innerhalb der Forschung, in den Fokus. Parallel zu Fragen nach gesellschaftlicher Verantwortung und Partizipation von Forschungs- und Bildungsinstitutionen entwickeln sich an Universitäten neue Konzepte für Wissenstransfer und die „Third Mission“ als Ergänzung zu Lehre und Forschung.

Angesichts einer kritischen Auseinandersetzung innerhalb des Kinderbüros mit systemimmanenten (Partizipations-)Barrieren und den Herausforderungen von dialogorientierter Wissenschaftsvermittlung und ortsunabhängiger bzw. ortsspezifischer Wissenschaftskommunikation kommt es nun im Bereich der Kinderunis zu ersten grundlegenden Innovationen. Seit 2005 realisierte das Kinderbüro mit der Kinderuni on Tour⁸ ein aufsuchendes Wissenschaftsprogramm zur systematischen Ausweitung von Wissenschaftsvermittlung in Wiener Parks, Gemeindebauten und in ländlichen Gebieten, mit dem Ziel, Begegnungs-

8 www.kinderuni.at/kinderuni-on-tour

formate für Kinder zu schaffen, die mit universitären Angeboten nicht bzw. nur sehr schwer erreicht werden können. Wissenschaftsbezogene Experimente, die mit haushaltsüblichen Materialien auskommen und leicht zuhause repliziert werden können sowie spezifischen Fragestellungen, die unmittelbar am lebensweltlichen Bezug der Kinder ansetzen, ermöglichen eine niederschwellige Auseinandersetzung mit Wissenschaft und machen erfahrbar, dass Wissenschaft überall „stattfindet“, Relevanz hat und somit überall vermittelt werden kann. Vermittlung findet hier vor allem in dialogischen Formaten statt, die ein gemeinsames Forschen von Kindern und Vermittler*innen ermöglichen und Elemente der Evaluierung, beispielsweise Briefe der teilnehmenden Kinder an die Kinderuni, integrieren.

1.4 *Responsible Research and Innovation* (RRI)

Im Zuge des 7. Rahmenprogramms erfolgte eine bedeutende Evolution der *Science and/or/with Society*-Programmatik, welche 2014 in der „Rome Declaration on Responsible Research and Innovation in Europe“ näher gefasst wurde und so bereits den Übergang zu Horizon 2020 als neues Rahmenprogramm darstellte. Ein zentrales Ziel des Konzepts von „Responsible Research and Innovation“ (RRI) ist eine größere Transparenz und alle Beteiligten in den Forschungsprozess einzubinden. Dabei werden Verantwortlichkeiten übertragen und mittels bewährter und modellhafter Ansätze guter wissenschaftlicher Praxis und Standards sowohl in formalen als auch in non-formalen Bildungsinstitutionen weiterentwickelt. Gleichzeitig sollte „die Wissenschaft“ zugänglicher gemacht werden, um ihre Relevanz in Bezug auf die Gesellschaft zu stärken (vgl. Iageher u. a. 2020, 12):

With the aim to better align research and innovation outcomes with values, needs, and expectations of society, the Commission has been promoting an approach to research and innovation in which all societal actors (researchers, citizens, policy makers, businesses, civil society organisations, etc.) work together during the whole Research and Innovation process. (Council of the European Union 2014, 1)

Zu den Grundwerten des Kinderbüros gehört es, die Perspektiven von Kindern und Jugendlichen und deren Zukunftsvisionen zu gesellschaftlichen, technologisch-wissenschaftlichen oder ökologischen Entwicklungen hörbar und sichtbar zu machen. Teil dieses Ansatzes ist es, dass damit das Bewusstsein und die Kompetenz der jeweiligen Institutionen geschärft werden und organisationaler Wandel stattfinden kann. „*Listening to young people as agents of change*“ war die zentrale Forderung des Projekts SiS-Catalyst, eines der ersten Projekte, das im Programmschwerpunkt von Horizon 2020 als Mobilisation and Mutual Learning Action Plan von 2011 bis 2014 von der Europäischen Kommission gefördert wurde. In der Mobilisierung und dem gemeinsamen Lernen spiegeln sich Erkenntnisse aus der Analyse der Vorgängerrahmenprogramme wider (vgl. Rodriguez 2013, 1134):

A major weakness of SiS (Science in Society) is that it is not embedded in other parts of the Framework Programmes. This endangers the credibility of the SiS logic, and at the same time makes the science-in-society approach isolated compared with other EU-funded research projects. (MASIS Expert Group 2009, 68)

Aus dem gemeinsamen organisationalen Lernen in SiS-Catalyst erwuchs verstärkt der Anspruch, Kinder und Jugendliche nicht nur gegenüber den Institutionen sichtbar zu machen, sondern sie darüber hinaus in ihrer Selbstwirksamkeit zu stärken und ihre Lebenswelt in Forschung einzubeziehen. Ziel wurde es, sie über die Rolle passiver Rezipient*innen bzw. Teilnehmer*innen hinausführend zu eigenständigen Akteur*innen gesellschaftlichen Wandels zu befähigen. Indem sie ermutigt werden, ihre Anliegen und Ideen selbstbewusst zu artikulieren und sich aktiv für ihre Rechte einzusetzen, gestalten sie gesellschaftliche Prozesse mit und stoßen Weiterentwicklungen an. Im Sinne von RRI wird insofern nicht nur darüber nachgedacht, was Wissenschaft und Innovation nicht tun sollen, sondern vor allem auch, was wir wollen, dass sie tun (Owen 2012, 6).

Ausgehend vom anfangs radikalen Ansatz zur Wissenschaftsvermittlung haben sich zum Zeitpunkt der Auseinandersetzung mit RRI bereits eine Vielzahl von Kinderuniversitäten auf institutioneller Ebene etabliert. Die Programme wirken in ihrer Kontinuität in den Universitäten – sowohl in organisationaler Hinsicht als auf Ebene der handelnden Akteur*innen und individuellen Wissenschaftler*innen – als Katalysatoren für Innovationsprozesse. Über die einzelnen Institutionen hinaus wirken Kinderuniversitäten zudem als Stimulus und Referenz für wissenschafts- und förderpolitische Entscheidungsprozesse.

Eine wesentliche Entscheidung wurde im Kinderbüro der Universität Wien in unmittelbarer Reaktion auf Fluchtbewegungen 2015 getroffen. Bereits zuvor hatten geflüchtete junge Menschen, die an Projekten des Kinderbüros teilgenommen hatten, ihre Bedürfnisse geäußert: Sie wollen Neues kennenlernen und dabei ihr Deutsch verbessern, sie wünschen sich einen Ort zum ungestörten Lernen, sie wollen den Schulabschluss machen und dann studieren – und dabei brauchen sie Unterstützung. Mit der Gründung des UniClub⁹ wurde ein Lernraum für Jugendliche mit Flucht- und Migrationserfahrung implementiert, der Lernunterstützung bietet, den individuellen Bildungsweg begleitet und Bildungsübergänge auch in Richtung Wissenschaft erleichtert.

Zentral für den Erfolg dieses Prozesses war der Aufbau vertrauensvoller und stabiler Beziehungen zu den Jugendlichen, die eine tiefgreifende Auseinandersetzung mit ihren individuellen Anliegen und Perspektiven auf persönlicher Ebene ermöglichen. Dieses Vertrauen schafft den Jugendlichen die Gelegenheit, *Sense of Belonging* zu entwickeln und als *Agents of Change* sowohl für ihre eigenen Anliegen als auch in Repräsentanz ihrer Gruppe für ihre Sichtweisen einzutreten.

Dabei muss im Auge behalten werden, dass in der vermeintlichen Ermächtigung Verantwortung liegt. Die Vorstellung, Jugendliche zu *Agents of Change* zu machen bzw. sie zu ermächtigten *Agent of Change* zu sein, bedarf kritischer Reflexion. Veränderungen erfordern mehr als Anpassungsfähigkeit – sie brauchen Orientierung und eine bewusste und realistische Auseinandersetzung mit möglichen Wegen oder Handlungsräumen. Der Begriff *Agent of Change* bleibt als *Buzzword*, Prozess oder Ziel bedeutungslos, wenn es für die handelnden Personen nicht möglich ist, unterschiedliche Perspektiven ihrer Lebenswelt einzubeziehen/zu imaginieren, kritisch zu hinterfragen und daraus folgend Handlungsoptionen abzuwägen und gestalterisch tätig zu werden.

9 www.uniclub.at

1.5 Science with and for Society (SwafS)

Die Betonung des Schwerpunkts „Science with and for Society“ innerhalb von Horizon 2020 markierte eine weitere bedeutsame Entwicklung in Bezug auf die Einbeziehung und die Verantwortungsübernahme aller im Forschungsprozess Beteiligten. „The ex-post evaluation of FP7 found that future Framework Programmes should involve citizens and civil society organisations more substantially“ (Iageher u. a. 2020, 12). Entscheidend dafür ist die Öffnung der Institutionen für eine strukturierte und systematische Zusammenarbeit ab der Projektkonzeption. Das hat zur Folge, dass Rahmenbedingungen, Prozesse und Verantwortlichkeiten, die üblicherweise innerhalb der Institution ausverhandelt werden, zur Disposition stehen.

SiS-Catalyst ermöglichte neue Perspektiven und soziale Inklusion, indem die Stimmen von Kindern und Jugendlichen hörbar bzw. sichtbar gemacht wurden (Merzagora & Jenkins 2013). Eine Öffnung und Vernetzung sowohl der Akteur*innen aller Altersgruppen als auch der Institutionen in der gemeinsamen Teilhabe an Wissenschaft und Forschung war die logische Konsequenz daraus. Exemplarisch lässt sich diese Entwicklung an der Zusammenarbeit zwischen Schulen und dem Kinderbüro darstellen: Wurden die Schulen früher im Zuge der Projekteinreichung vom Team kontaktiert, ihr Interesse an einer Umsetzung abgefragt und die Rahmenbedingungen geklärt, definieren Schulen und Kinderbüro nun gemeinsam Rahmenbedingungen und schaffen Handlungsspielräume, in denen alle Beteiligten ihre Stärken und Interessen einbringen können und in denen die jeweiligen Interessen bestmöglich berücksichtigt werden. Der Motor für diesen systematischen Wandel in der Arbeit mit Schulen war für das Kinderbüro das von 2019 bis 2022 implementierte Projekt PHERECLOS¹⁰ in Horizon 2020. Basierend auf dem *Open Schooling*-Ansatz¹¹ und einem grundlegenden Verständnis über die Akkumulation von *Science Capital*¹² zielte PHERECLOS darauf ab, institutionelle Barrieren zwischen Universität und Gesellschaft abzubauen. Mit dem Aufbau eines *Local Education Clusters* (LEC Vienna) an der Schnittstelle zwischen formalen und non-formalen Bildungssektoren etablierte sich eine systematische, strukturelle und nachhaltige Verbindung zwischen kleinräumigen, städtischen Bildungsnetzwerken („Bildungsgrätzl“¹³) und den Bildungsinitiativen des Kinderbüros der Universität Wien. Projektinitiativen, die im Rahmen des LEC Vienna pilotiert wurden, konnten in Folge übernommen und Kooperationen ausgebaut werden.

So wurde beispielsweise die im Projekt PHERECLOS pilotierte Initiative „First Generation“ als Unterstützung für junge Menschen, die als erste in ihrer Familie an einer österreichischen Universität studieren wollen, in die Leistungsvereinbarung 2022 der Universität Wien aufgenommen und mit diesem Schritt auch institutionalisiert.

10 www.kinderbuero-uniwien.at/wissenschaftsvermittlung/phereclos/

11 “Open Schooling can be seen as a way of teaching and learning inside and outside schools, which is based on the collective knowledge and learning opportunities which are available in a local area. It enables and makes use of collaboration across the structural edges of formal and non-formal education providers and includes all relevant actors in the community.” (PHERECLOS 2022, 8)

12 “[Science Capital] ... a conceptual tool for understanding the production of classed patterns in the formation and production of children’s science aspiration. We propose that ‘science capital’ is not a separate ‘type’ of capital but rather a conceptual device for collating various types of economic, social and cultural capital that specifically relate to science—notably those which have the potential to generate use or exchange value for individuals or groups to support and enhance their attainment, engagement and/or participation in science.” (Archer et al. 2015, 928)

13 www.graetzl.bildung.wien.at/

Aufbauend auf den bisherigen Erfahrungen und den PHERECLOS-Netzwerken entwickelte das Kinderbüro mit *DOCK for Change*¹⁴ im Jahr 2022 ein ko-kreatives Klimabilidungsprojekt, welches niederschwellig und interdisziplinär Klimathemen mit Demokratiebildung, Wissenschaftsvermittlung und Entrepreneurship Education verbindet. Jedes Schuljahr bestimmen darin mehr als 100 Schüler*innen als *Change Agents*, aufbauend auf ihren Visionen für eine gute Zukunft, das Jahresthema und präsentieren Stakeholdern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik in einer Abschlusskonferenz ihre Forderungen. Seit Beginn des Projektes haben sich auf Basis der Arbeit der *Change Agents* mehr als 4.500 weitere Schüler*innen mit Themen wie saubere Mobilität und Energie oder urbane Grün- und Blauräume auseinandergesetzt und sich Gedanken zu einer Zukunft voller Chancen für unsere Gesellschaft gemacht. Im Rahmen des Projektes konfrontierten die Schüler*innen außerdem mehr als 1.800 Stakeholder und mahnten eine aktive Auseinandersetzung mit ihren Forderungen ein.

2. Quo vadis? *Futures Literacy* und Kinderbüro?

Das Spannungsfeld zwischen gesellschaftlichem Auftrag als gemeinnütziges Unternehmen im universitären Umfeld und europäischen Förderprogrammen hat deutlichen Einfluss auf die Ausrichtung der Aktivitäten des Kinderbüros und trug maßgeblich zur Expansion und Orientierung von Wissenschaftsvermittlungsprogrammen bei. Vor diesem Hintergrund stellt sich für Organisationen wie das Kinderbüro der Universität Wien die Frage, ob Projekte primär aufgrund der vorhandenen Fördermöglichkeiten ausgeweitet werden oder ob sie aus einer tiefergehenden Überzeugung heraus darauf abzielen, Wissenschaft in den gesellschaftlichen Dialog einzubringen und unterschiedliche Zielgruppen aktiv und inklusiv einzubeziehen. Das Kinderbüro hat in dieser Frage eine für sich eindeutige Positionierung: Es definiert und erkennt für sich einen gesellschaftlichen Auftrag, der über externe Anreize hinausgeht. Diese normative Verankerung bildet die Grundlage für eine langfristige, nachhaltige und partizipative Wissenskulturr, die sich an den Bedürfnissen und Interessen junger Zielgruppen orientiert.

Aber genau jenes Selbstverständnis macht eine konzeptuelle Auseinandersetzung mit zukunftsorientierten Zugängen, welche den Projekten und dem Büro ihre Grundrichtung geben, notwendig. Für das Kinderbüro bietet ein vertieftes Verständnis des Konzepts von *Futures Literacy* die Möglichkeit, auf dem bisher erarbeiteten Fundament aufzubauen und zukunftsorientiert Projekte weiter mit diesem Anspruch zu entwickeln:

Futures Literacy means precisely the ability to understand changes, to overcome fears, and to develop the imagination for breaking new ground. It fuels a critical questioning of world views, assumptions, and data in order to be able to imagine the non-existent tomorrow and use it to make decisions about implementation in the here and now. (Shamiyeh 2023, 22)

14 www.kinderbuero-uniwien.at/das-dock/dockforchange/

Während das Kinderbüro auch räumlich Wissenschaft an Gesellschaft anzudocken versucht, liegt dem Namen DOCK eine inhaltliche Konnotation entlang von vier zentralen Dimensionen zugrunde, welche das Kinderbüro als besonders relevant für zukünftige Herausforderungen erachtet: Demokratie – Oekonomie/Finanzbildung – Coding – Klimabildung. Diese Themengebiete bedingen sich gegenseitig und entfalten ihre volle Kraft, wenn sie interdisziplinär und verschränkt gedacht werden: Coding ohne Demokratie ist zwar möglich, bleibt aber eine reine Technik. Coding mit Demokratie verbunden, wirft Fragen nach Zugänglichkeit, Beteiligung und Inklusion auf. Es fordert die Schaffung von Lösungen, die nicht nur technologische Innovationen hervorbringen, sondern auch den sozialen und politischen Kontext mit einbeziehen. In diesem Zusammenhang wird Coding zu einem kreativen und partizipativen Prozess, der neue, nachhaltige Lösungsansätze ermöglicht und demokratische Werte stärkt. Ähnliche Verbindungen können zwischen allen anderen Themengebieten gezogen werden.

Gemeinsam ist den Themenfeldern, dass sie eine Imagination zukünftiger Lebenswelten/-realitäten voraussetzen und alle involvierten Akteure zu einer Positionierung in der Gegenwart auffordern und damit auf den Grundideen von *Futures Literacy* baut.

Damit werden neue Perspektiven geschaffen für Austausch, kritische Reflexion und gemeinsames Handeln sowohl bei Mitarbeiter*innen des Kinderbüros, beteiligten Kindern und Jugendlichen als auch Stakeholdern aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft. Das Bewusstsein für die Bedeutung von Vielfalt und Perspektivenvielfalt in der Zukunftsgestaltung eröffnet neue Handlungsmöglichkeiten, die über traditionelle Denkansätze hinausgehen auch als Basis für innovative Lösungen, die nicht nur technologische, sondern auch soziale und politische Aspekte berücksichtigen.

3. Fazit

Anhand der kontextuellen Einordnung im Zeitverlauf lässt sich der Paradigmenwechsel von einem Defizitmodell hin zur aktiven Einbeziehung der Lebenswelten von Kindern und Jugendlichen in der europäischen Programmatik zur Förderung des Verhältnisses von Wissenschaft und Gesellschaft darstellen. Es lässt sich erahnen, dass echte Wirkungen dort entstehen, wo Partizipation mit der Lebenswelt der Adressat*innen verknüpft wird und authentische Erfahrungen in bedeutsamen Kontexten ermöglicht werden. Bewährte Formate konnten durch die Erkenntnisse angepasst und sowohl für die jungen Teilnehmer*innen relevanter gemacht werden, als auch in ihrer strategischen Ausrichtung zur Werteentwicklung des Kinderbüros beitragen. Während also mehr als 20 Jahre nach der ersten Kinderuni-Wien immer noch jeden Sommer Wissenschaftler*innen von sechs Universitäten und einer Fachhochschule in Hunderten Vorlesungen, Seminaren und Workshops ein vielfältiges und interdisziplinäres Wissenschaftsprogramm für bis zu 4.500 Kinder pro Jahr anbieten, haben sich die Ziele dahinter weiterentwickelt und stehen in ständiger Resonanz mit gesellschaftlichen Entwicklungen.

Mit dem DOCK – Labor für Zukunftsfragen¹⁵ hat das Kinderbüro in den letzten Jahren einen neuen Ort geschaffen, in dem Kinder und Jugendliche gemeinsam mit Stakeholdern

15 www.kinderbuero-uniwien.at/das-dock/

aus Politik, Wissenschaft, Bildung und Wirtschaft eine Zukunft imaginieren und Fragen aufwerfen können, um innovative Lösungsansätze zu entwickeln und aktiv an der Gestaltung ihrer eigenen Zukunft mitzuwirken. Diese Ansätze sind durchaus schon seit längerer Zeit in den Zielsetzungen der EU-Förderprogrammen erahnbar. *Futures Literacy* kann dafür eine wichtige Leitlinie der Zukunft darstellen.

Literatur

Primärliteratur

- Council of the European Union (2014). *Preparation of the Council ("Competitiveness") of 4-5 December 2014. Science with and for Society – Policy Debate*, (<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-15451-2014-INIT/en/pdf>, abgerufen am 12.01.2025)
- European Commission (2014). *Science and society: specific programme for research, technological development and demonstration: "Structuring the European Research Area" under the Sixth Framework Programme 2002–2006*, (<https://cordis.europa.eu/programme/id/FP6-SOCIETY>), abgerufen am 12.01.2025)
- Grant, W.J. (2023). The Knowledge Deficit Model and Science Communication. In *Oxford Research Encyclopedia of Communication*. <https://oxfordre.com/communication/view/10.1093/acrefore/9780190228613.001.0001/acrefore-9780190228613-e-1396>
- PHERECLOS (2022). *PHERECLOS White Book on Open Schooling. A reference guide*, (<https://www.phereclos.eu/wp-content/uploads/2020/10/PHERECLOS-WHITE-BOOK.pdf>, abgerufen am 13.01.2025)

Sekundärliteratur

- Archer, Louise, Dawson, Emily, DeWitt, Jennifer, Seakins, Amy & Wong, Billy (2015). "Science Capital": A conceptual, methodological, and empirical argument for extending bourdieusian notions of capital beyond the arts: SCIENCE CAPITAL. *Journal of Research in Science and Teaching* 52(7), 922–948
- Gary, Christian & Dworsky, Cyril (2013). Children's Universities — a "leading the way" approach to support the engagement of higher education institutions with and for children. *JCOM* 12(3), C03. (<https://doi.org/10.22323/2.12030303>, abgerufen am 13.01.2025)
- Iagher, Racula, Monachello, Roberta, Warin, Colombe & Delaney, Niamh (2020). *Science with and for society in Horizon 2020 – Achievements and recommendations for Horizon Europe*. (<https://data.europa.eu/doi/10.2777/32018>), abgerufen am 12.01.2025)
- Merzagora, Matteo & Jenkins, Tricia (2013). Listening and empowering: children and science communication *JCOM* 12(3), C01.
- Owen, Richard, Macnaghten, Phil & Stilgoe, Jack (2012). Responsible Research and Innovation: From Science in Society to Science for Society, with Society. *Science and Public Policy* 39, 751–760.

- Rodriguez, Hannot, Fisher, Erik & Schuurbiers, Daan (2013). Integrating science and society in European Framework Programmes: Trends in project-level solicitations. *Research Policy* 42(5), 1126–1137
- Samiyeh, Michael (2023). Letting the Future guide our Thoughts and Actions. Futures Literacy and Leadership Development. In Carmen Sippl, Gerhard Brandhofer & Erwin Rauscher (Hrsg.), *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren* (S. 21–31). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>

Zukünfte erzählen im künstlerischen Dialog zwischen Mensch und künstlicher Intelligenz

1. Kunst in der Wissenschaftskommunikation

Kunst lässt sich als eine besondere Perspektive auf die Welt begreifen – damit ist sie in besonderer Art dazu geeignet, als Medium der Wissenschaftskommunikation eine tiefere, emotionale Verbindung zu wissenschaftlichen Themen herzustellen, kritisches Denken zu fördern und neue Blickwinkel und Einsichten zu ermöglichen. Durch den Einsatz von Kunst, insbesondere von Bildern, lassen sich wissenschaftliche Erkenntnisse einem breiten Publikum zugänglich machen; gleichzeitig kann Kunst auch eine reflektierende Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Fragestellungen unterstützen oder in Gang setzen. Folgende Argumente sprechen für künstlerische Methoden in der Wissenschaftskommunikation:

- *Visuelle Verarbeitung und Gedächtnis:* Kognitionsforschung zeigt, dass visuelle Informationen schneller verarbeitet werden als textbasierte Inhalte (McBride & Doshier 2002). Studien belegen zudem, dass sich Menschen besser an visuelle Inhalte erinnern als an Informationen in Textform (der sogenannte *Picture Superiority Effect*) und somit durch Bilder vermittelte wissenschaftliche Inhalte länger im Gedächtnis bleiben (Defeyter et al. 2009, Hockley 2008).
- *Komplexitätsreduktion:* Wissenschaftliche Themen sind für Außenstehende oft schwer zugänglich. Bilder können helfen, abstrakte oder komplexe Konzepte zu vereinfachen, indem sie diese in eine visuell verständliche Form übersetzen, um sie Laien zu vermitteln, aber auch, um einen interdisziplinären Austausch zwischen Wissenschaftler*innen zu ermöglichen.
- *Emotionales Engagement:* Mit Kunst lassen sich Emotionen hervorrufen, wodurch sich das Interesse und die Motivation erhöhen, sich mit einem Thema zu beschäftigen. Studien zeigen, dass emotionale Verbindungen durch visuelle Darstellungen dazu beitragen, wissenschaftliche Botschaften wirksamer zu vermitteln und ein größeres Bewusstsein für Themen wie etwa den Klimawandel zu schaffen (Flemming et al. 2018, Li et al. 2023).
- *Förderung von Inklusivität:* Bilder können sprachliche und kulturelle Barrieren überwinden und unabhängig von Sprachkenntnissen, Lesefähigkeiten oder wissenschaftlichem Vorwissen „verstanden“ werden.
- *Förderung von Interaktivität:* Auch ohne detailliertes Fachwissen in den relevanten Feldern ist eine künstlerische Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Erkenntnissen und Fragestellungen möglich und – auf dem Umweg über die Kunst – auch eine Kommunikation mit Expert*innen.
- *Förderung von interdisziplinärer Zusammenarbeit:* In der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftler*innen und Künstler*innen entstehen kreative Denkmuster und innovative Ideen, um wissenschaftliche Inhalte zu kommunizieren (Horstmann 2021).

- *Wissenschaftsphilosophische Perspektive:* Wissenschaftliche Erkenntnisse entstehen nicht isoliert, sondern in kulturellen und gesellschaftlichen Kontexten. Kunst kann dazu beitragen, diese Kontexte sichtbar zu machen und Diskussionen über die ethischen oder sozialen Implikationen von Wissenschaft zu fördern.

2. KI-basierte Bildgeneratoren als visuelles Kommunikationsmittel

KI-Bildgeneratoren verwenden maschinelles Lernen, insbesondere neuronale Netze, um aus Eingabetexten („Prompts“) Bilder zu erzeugen. Dabei lassen sich sogenannte diffusionsbasierte Modelle von „Generative Adversarial Networks“ (GANs) unterscheiden. Beide Modelle werden zunächst mit riesigen Datenmengen trainiert, die aus „Text-Bild-Paaren“ (Paaren von Bildern und ihren Beschreibungen) bestehen.

Bei diffusionsbasierten Modellen wie DALL·E oder Stable Diffusion lernt die KI zunächst, wie visuelle Elemente, wie etwa Formen, Farben, Texturen usw., mit bestimmten Objekten, Konzepten oder Stilen verbunden sind. Während des Trainings werden Bilder sukzessive mit „White Noise“ (zufälligem Rauschen) überlagert, bis sie vollständig unkenntlich sind. Die KI lernt dann, dieses Rauschen Schritt für Schritt wieder zu entfernen und dabei auch, ein realistisches Bild aus einer zufälligen Eingabe zu rekonstruieren. GANs bestehen aus zwei neuronalen Netzen: einem Generator, der versucht, realistische Bilder zu erstellen, und einem Diskriminator, der entscheidet, ob ein Bild „echt“ oder „künstlich“ ist. Beide trainieren gegeneinander: Der Generator wird besser darin, den Diskriminator zu täuschen, während der Diskriminator lernt, Fälschungen zu erkennen (Foster 2019, Wilmott 2020).

Unabhängig vom Modell findet während des Trainings ein Optimierungsprozess statt, da die KI bewertet, wie ähnlich die erzeugten Bilder den Trainingsbildern sind und ihre Parameter dementsprechend anpasst, um die Fehler zu minimieren. Hierbei ist – ganz ähnlich wie beim menschlichen Gehirn – auch das Eliminieren von (neuronalen) Verbindungen, welche die Qualität der Bilder nicht verbessern oder gar verschlechtern, eine wesentliche Komponente der Optimierung („Loss“-Funktion).

Bei der Text-zu-Bild-Transformation werden die Prompts zuerst durch ein Sprachmodell (eine KI, die menschliche Sprache analysieren und Texte erzeugen kann) verarbeitet, um semantische Informationen aus der Eingabe zu extrahieren. Diese Informationen werden in einen mathematischen Code umgewandelt, der dem Bildgenerator „in seiner Sprache“ sagt, was er erzeugen soll. Dieser kombiniert dann den Text mit visuellen Mustern, um ein Bild zu erstellen, das die Textbeschreibung widerspiegelt (gemäß seinem Trainingszustand).

KI-Bildgeneratoren werden mittlerweile in vielen Bereichen eingesetzt, unter anderem in der Wissenschaft zur Visualisierung abstrakter Konzepte, im Marketing zur Herstellung von Bildern für Kampagnen oder im Design zur Erstellung von Logos oder Illustrationen.

Eine mögliche gemeinnützige Anwendung von KI-Bildgeneratoren, die (soweit den Autor*innen bekannt) bisher wenig Beachtung erfahren hat, ist ihr Einsatz als „universelles“ Kommunikationsmittel. Mithilfe von Bildern können Menschen auch ohne eine gemeinsame Sprache Informationen austauschen. Eine Kommunikation durch Bilder überwindet sprachliche Barrieren und es lassen sich damit auch Menschen mit eingeschränktem Zugang zu textbasierten Informationen erreichen. Visuelle Kommunikation ist grundsätzlich inklusiver, zugänglicher und in diesem Sinne demokratischer als verbale Kommunikation. Während es in der Vergangenheit jedoch aufwendig und zeitintensiv war, komplexere

Inhalte durch Bilder darzustellen, lassen sich mithilfe von KI-Bildgeneratoren in wenigen Sekunden Bilder erzeugen, die nicht nur eine bestimmte Information transportieren, sondern bei Bedarf auch auf spezifische Anforderungen oder Zielgruppen zugeschnitten sind. Viele zeitintensive Schritte der herkömmlichen Bildproduktion werden durch die KI automatisiert. Die Geschwindigkeit, mit der sich ausschließlich durch Bilder kommunizieren ließe (und nicht nur auf elementarer Ebene, sondern auch komplexere Ideen und Zusammenhänge betreffend), hat sich durch die Entwicklung von KI-Bildgeneratoren dramatisch erhöht. Zudem können nun auch Laien ohne technische oder künstlerische Ausbildung in kürzester Zeit Bilder mithilfe künstlicher Intelligenz generieren. Dies führt zu einer Demokratisierung der Bildproduktion und somit auch der Kommunikation mithilfe von Bildern.

Natürlich gibt es auch kritische Aspekte bei der Verwendung von Bildern, die von einer künstlichen Intelligenz erstellt wurden. KI-Modelle übernehmen zwangsläufig Stereotype aus den Trainingsdaten, was zu vorurteilsbehafteten und verzerrten Darstellungen führen kann. KI-generierte Bilder können Wissenschaftlichkeit vortäuschen, indem sie suggerieren, sie basierten auf echten Experimenten, Beobachtungen oder Messungen. Es kann somit auch wissenschaftlich nicht abgesicherten oder falschen Behauptungen ein „wissenschaftlicher Anstrich“ verpasst werden. Ohne das nötige Fachwissen ist dann nicht unmittelbar erkennbar, dass es sich um keine echten Forschungsergebnisse handelt; KI-generierte Bilder können so auch zur „Unwissenschaftskommunikation“ beitragen. Bilder mit einer emotionsauslösenden Wirkung können zudem manipulieren und eine objektive Wahrnehmung der dargestellten Informationen unterdrücken. Auch enthalten Bilder häufig Mehrdeutigkeiten, die ohne Kontext leicht missverstanden werden können. Gleichzeitig sind es aber gerade diese subjektive Wahrnehmung und Nichteindeutigkeit von menschengemachten ebenso wie von KI-basierten Bildern, die eine künstlerische Auseinandersetzung erst ermöglichen. Der künstlerische Prozess führt zu einem eigenständigen und deutungsoffenen Ausdruck, für dessen Wirkung die Rezipient*innen der Kunst eine ebenso große Rolle spielen wie die Kunstschaffenden. Kommt es beim Betrachten eines Bildes zur Resonanz, dann liegt dies nicht zuletzt daran, dass Offengelassenes mit eigenen Empfindungen ausgefüllt wird, wodurch eine Beziehung zum Kunstwerk entsteht, sodass sich dieses in uns festsetzen und einen längerfristigen Reflexionsprozess hervorrufen kann.

3. Projektbeschreibung

Unser Projekt „Zukünfte erzählen im künstlerischen Dialog zwischen Mensch und künstlicher Intelligenz“ entstand im Rahmen des interdisziplinären Workshops „Technikzukünfte in Bildungs- und Unterrichtskontexten – Perspektiven auf Verfahren des Climate- und Geo-Engineerings“, das im Oktober 2022 im Rahmen des Forschungsprogramms CDRterra stattfand. Ein zentrales Thema des Workshops war Wissenschaftskommunikation im Hinblick auf die Berichte des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) und daraus abgeleitete Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels, insbesondere landbasierte Methoden der CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre.

Herzstück unseres Projekts ist die Idee einer Verbindung der in Abschnitt 1 diskutierten Aspekte von Kunst in der Wissenschaftskommunikation mit den kreativen Möglichkeiten, die sich durch die Kommunikation mithilfe von KI-Bildgeneratoren ergeben.

In der konkreten Umsetzung setzen sich Schüler*innen oder Studierende zunächst mit Fragen und Problemen der Wissenschaft im Kontext des Anthropozäns auseinander, woraus durch kreatives Schreiben Texte als Zukunftsprojektionen, Utopien und Dystopien entstehen. Eine künstliche Intelligenz transformiert diese Texte in Bilder, die von anderen Schüler*innen oder Studierenden rezipiert und in Textform interpretiert oder künstlerisch verarbeitet werden. Die Rezipient*innen sind also zugleich selbst Kunstschaffende. Aus den so entstandenen Texten erzeugt eine künstliche Intelligenz wiederum neue Bilder, die den Verfasser*innen der ursprünglichen Texte oder anderen Personen vorgelegt werden können, um sie ebenfalls künstlerisch zu verarbeiten. So ergibt sich ein potenziell unendlicher Prozess, ein in Kreisläufen arbeitender „Zukunftsgenerator“ aus Menschen und Maschine, der immer neue Zukünfte entwirft und verwirft. Die künstliche Intelligenz tritt hier als Formwandlerin auf, die in diesem Prozess einerseits einen Kommunikationskanal zwischen den am Dialog beteiligten Menschen herstellt, dabei aber auch eine aktive Rolle einnimmt, da sie nicht nach vorgegebenen Regeln Texte in Bilder verwandelt, sondern in einem für Menschen nicht nachvollziehbaren Prozess ein wahrscheinliches Ergebnis erzeugt und damit in gewisser Weise die Unschärfe unseres Blicks in die Zukunft reproduziert. Es kommt zu einem künstlerischen Dialog zwischen Menschen und künstlicher Intelligenz, der immer weiter fortgesetzt werden kann und an dem jede*r partizipieren kann. Durch die Einbindung einer künstlichen Intelligenz als eine Bilder erzeugende „Black Box“ im kreativen Prozess wird aber auch die Gesellschaft in den Dialog einbezogen, denn die Erzeugnisse einer künstlichen Intelligenz sind immer ein Spiegel der Gesellschaft.

Die hier skizzierte Methode zur Wissenschaftskommunikation wurde im Projekt anhand ausgewählter Fragestellungen und Themen des Anthropozäns durchgeführt, konkreter ging es um den Verlust der Artenvielfalt und Biodiversität sowie die globale Erwärmung. In den Abschnitten zu den einzelnen Projektteilen werden die Lehr-Lern-Settings und die jeweiligen Fragestellungen genauer erläutert. Am Projekt beteiligt waren Schüler*innen der Fachoberschule und Berufsoberschule (FOSBOS) Erding, Schüler*innen der Grundschule Wasserburg am Inn und Studierende der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich. Die drei Phasen des Projekts sind in Abbildung 1 festgehalten.

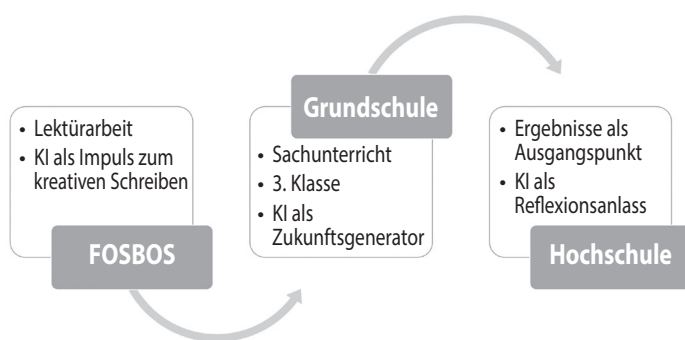


Abbildung 1: Die drei Phasen des Projekts (eigene Darstellung)

Im ersten Teil des Projekts (FOSBOS) liegt der Schwerpunkt auf der Auseinandersetzung mit einem literarischen Werk. Dabei wird die KI als kreativer Impulsgeber genutzt, um innovative Zugänge zum Schreiben und zur Interpretation von Texten zu eröffnen. Diese Herangehensweise fördert nicht nur die literarischen Kompetenzen der Lernenden, sondern

ermöglicht auch eine Auseinandersetzung mit möglichen Zukünften sowie eine Reflexion der eigenen Werte.

Im zweiten Teil des Projekts (Grundschule) erfolgt im Sachunterricht eine kindgerechte Annäherung an die Mechanismen der menschengemachten Erderwärmung und die Zusammenhänge mit dem menschlichen Konsumverhalten. Die KI wird genutzt, um eigene Ideen einer lebenswerten Zukunft zu entwickeln und durch einen Vergleich mit selbstgemalten Bildern auch über die eingesetzte Technologie nachzudenken.

Im dritten Teil des Projekts (Pädagogische Hochschule) werden von der KI erzeugte Bilder, die in den ersten beiden Projektteilen entstanden sind, von Studierenden analysiert, interpretiert und im Kontext des Anthropozäns reflektiert. Die Studierenden verfassen dann freie Texte zu den Bildern. Diese Texte dienen wiederum als Prompts für die KI, um daraus Bilder zu erzeugen. Diese „evolvierten“ Bilder, die bereits eine Schleife des Zukunftsgenerators durchlaufen haben, werden mit den Ausgangsbildern verglichen. In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Projektteile detaillierter beschrieben.

4. Projektteil an der FOSBOS Erding

4.1 Didaktische Vorüberlegungen

Der Literaturunterricht bietet eine besondere Gelegenheit, Schüler*innen für gesellschaftlich relevante Themen zu sensibilisieren und ihnen die Möglichkeit zu geben, Verantwortung für die Zukunft zu übernehmen. Wie Rauscher und Sippl (2023, 15) betonen, kommt „die Zukunft [...] nicht von selbst, sie wird von Menschen erzeugt. Deshalb ist es Aufgabe der Schule [...], die jungen Menschen zu befähigen, ihre Zukunft zu gestalten.“ Diese Aufgabe gewinnt im Kontext des Anthropozäns, das durch die tiefgreifenden menschlichen Eingriffe in die natürlichen Systeme geprägt ist, eine besondere Dringlichkeit. Hier wird Wissenschaftskommunikation zum Schlüssel: Sie legt „kognitive Brücken [...], mit deren Hilfe die aktuellen Themen der Medien wie auch der Wissenschaft sachgerecht und faktenorientiert [...] bedacht, reflektiert, vernetzt und beeinflusst werden können.“ (Rauscher & Sippl 2023, 15).

Ein zentraler didaktischer Ansatz ist die *Futures Literacy*, also die Fähigkeit, zukünftige Szenarien imaginativ und reflektiert zu denken. Anselm und Antony (2023, 229) heben hervor: „Im Konzept einer *Futures Literacy* meint Vorstellungsbildung allerdings mehr als die metaphorisch verstandene lesebegleitende Produktion innerer Bilder: [es geht auch darum] das Gelesene in einem zukünftigen Szenario weiterzudenken.“ Nicht nur dystopische Literatur bietet hierfür ein ideales Fundament, da sie moralische und ethische Fragen aufwirft, welche die Schüler*innen herausfordern, eigene Standpunkte zu entwickeln (vgl. Anselm & Antony 2023, 237). Solche Texte fördern eine tiefgreifende Auseinandersetzung mit Verantwortung und Werten und regen dazu an, alternative Zukünfte zu entwerfen. Kreatives Schreiben spielt in diesem Kontext eine Schlüsselrolle, denn es bietet die Möglichkeit, die imaginierten Szenarien auszudrücken. Wenn von kreativem Schreiben die Rede ist, geht es „um Originalität nicht im Sinne von Unerwartetem, sondern von subjektiver Authentizität“, wie bereits Spinner (1994, 47) erläutert. Schüler*innen sollen ihre persönlichen Vorstellungen und Gefühle ausdrücken können, wobei der kreative Prozess nicht nur

dem spontanen Ausdruck dient, sondern durch die Auseinandersetzung mit literarischen Formen, Genres und Techniken ästhetische Bildung ermöglicht, dies wird oft als „poetisches“ Schreiben beschrieben (vgl. Abraham 2020, 371). Kreatives Schreiben verbindet somit analytische Fähigkeiten mit kreativem Denken und schafft eine Brücke zwischen literarischem Lernen und individuellen Ausdrucksmöglichkeiten.

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil der didaktischen Konzeption ist die Einbindung visueller Elemente. Abraham (2014) beschreibt, wie „das Bild, vom Alltagsfoto bis zum Gemälde, [...] zum Katalysator für Fremd- und Selbstverständigung“ werden kann. Dies wird im Projekt durch den Einsatz künstlicher Intelligenz wie DALL·E umgesetzt, die Schüler*innen dabei unterstützt, ihre Vorstellungen einer alternativen Zukunft zu visualisieren. Die entstandenen Bilder regen Diskussionen an und eröffnen neue Perspektiven, indem sie eine Brücke zwischen der individuellen und der kollektiven Vorstellungskraft schlagen.

Das kreative Schreiben folgt dabei didaktischen Prinzipien wie Irritation, Expression und Imagination (vgl. Spinner 1994, 46ff). Diese Prinzipien fördern die Auseinandersetzung mit literarischen Texten auf einer emotionalen und kognitiven Ebene. Der Prozess des kreativen Schreibens wird durch kooperative Lernformen ergänzt, die den Austausch von Ideen und Perspektiven ermöglichen. Abraham (2014) hebt hervor, dass der Dialog über Bilder und Texte ein produktives Zusammenspiel von Wahrnehmung, Reflexion und Kommunikation schafft, das die Lernenden zu einer intensiven Auseinandersetzung mit den behandelten Themen anregt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Literaturunterricht im Anthropozän nicht nur der Förderung analytischer Kompetenzen dient, sondern auch einen Beitrag zur Wertebildung und zur Zukunftsgestaltung leistet. Durch die Kombination von kreativem Schreiben, narrativer Reflexion und visuellen Impulsen wird ein didaktischer Rahmen geschaffen, der die Schüler*innen dazu ermutigt, ihre Verantwortung für die Zukunft zu erkennen und diese aktiv mitzugestalten.

4.2 Ziele und Voraussetzungen

Das Teilprojekt an der FOSBOS Erding hatte die folgenden Ziele: Es sollte erstens einen Beitrag zur Wertebildung leisten und zweitens ganz konkret die Futures Literacy fördern. Kreatives Schreiben im Anschluss an Texte ist gleichzeitig das dritte Ziel des Projekts, aber auch die zentrale Methode: Einerseits ergänzt der bayerische Lehrplan das analytische, sachliche Schreiben gleichwertig durch einen kreativen Schreibstrang, es ist also per se ein Ziel des Deutschunterrichts, andererseits ermöglicht die produktive, kreative Auseinandersetzung mit der Literatur das Erreichen der ersten beiden Ziele. Zuletzt hat das Projekt viertens konkrete, inhaltliche Ziele zu erfüllen: Die Schüler*innen vertiefen durch die geplante, reflektierte Gestaltung ihres Textes ihr analytisches Wissen zu den erzähltechnischen Mitteln, welches sie ganz praktisch gedacht für ihre Abschlussprüfung benötigen.

Das Projekt wurde im Schuljahr 2022/23 in einer Klasse der Jahrgangsstufe 13 der beruflichen Oberschule Erding durchgeführt. Organisatorisch ersetzt das Projekt eine Kurzarbeit, die Schüler*innen gaben am Ende des Projekts ein Portfolio und die finale Version ihres Textes ab. Im Laufe des Schuljahres wurden zur Vorbereitung und Vorentlastung des Projekts verschiedene Sachtexte zum Themenkreis des Anthropozäns gelesen, um ein Bewusstsein für die Sachverhalte zu schaffen.

Konkret erhalten die Schüler*innen die Aufgabe, an einer bestimmten Stelle der gelesenen Lektüre einzuhaken und eine alternative Handlung – und damit eine alternative Zukunft zu entwerfen.

4.3 Das Werk: *Das Jahr des Dugong* von John Ironmonger

Das Projekt ist eingebettet in eine Lektüresequenz zum Werk *Das Jahr des Dugong* von John Ironmonger (2021). Es stellt eine literarische Auseinandersetzung mit zentralen ökologischen und ethischen Fragestellungen der Gegenwart dar. Die Novelle verknüpft narrative Elemente mit einer klaren ökologischen Botschaft, indem sie die Konsequenzen menschlichen Handelns für die Umwelt und den Planeten illustriert.

Im Werk wacht die Hauptfigur, Toby Markham, ein Investmentbanker und ambitionierter Tierfotograf, nach einem Unfall und einem langen Kryoschlaf in einer dystopischen Zukunft auf. Diese Zeit ist durch massive Umweltzerstörungen und das Aussterben zahlreicher Tierarten gekennzeichnet. Markham wird vor Gericht gestellt, wobei die Ankläger symbolische Namen tragen, die ausgestorbenen Spezies gewidmet sind. Hierdurch wird eine Verbindung zwischen individueller Verantwortung und globalen Konsequenzen menschlicher Handlungen hergestellt.

Ironmonger (2021) nutzt diese metaphorische Erzählstruktur, um die Leser*innen zur Reflexion über die Wechselwirkungen von Kapitalismus, Konsumverhalten und ökologischer Zerstörung anzuregen. Die Novelle betont, dass persönliches Verhalten und gesellschaftliche Systeme untrennbar mit der fortschreitenden Umweltkrise verbunden sind. In ihrer Gesamtheit liefert die Erzählung somit nicht nur eine ethische Anklage, sondern auch einen Appell an die Menschheit, aktiv Verantwortung für die Zukunft der Erde zu übernehmen.

Das Werk eignet sich hervorragend, um die eingangs beschriebenen Ziele zu erreichen: Die Dystopie, verknüpft mit den Konsequenzen menschlichen Handelns, wirft unmittelbar die zentrale Frage auf, die das Konzept des Anthropozäns prägt – die Frage nach der Verantwortung des Menschen für die von ihm verursachten Veränderungen. Das Buch lädt dazu ein, intensiv über die Zukunft des Planeten und die individuelle Verantwortung für diese Zukunft nachzudenken. Es greift die häufig im Kontext des Anthropozäns formulierte Forderung auf, der Mensch müsse seiner Verantwortung gerecht werden, und macht dies literarisch eindringlich erfahrbar. Da die Handlung des Buches ohnehin Reflexionen über die Zukunft anregt, bietet sich hier eine besondere Gelegenheit für kreatives Schreiben: Schüler*innen werden angeregt, in Form eigener Texte alternative Zukünfte zu entwerfen und dadurch den Ausgangspunkt des Projekts – das imaginative Nachdenken über mögliche Zukünfte – auf einer kreativen Ebene umzusetzen.

4.4 Umsetzung: Impulse zum Schreibprozess

Kreativität bedeutet, etwas Neues zu denken – gleichzeitig findet sie nicht ohne Bezugsrahmen statt. Diesen bilden im Projekt das Werk *Das Jahr des Dugong*, Sachtexte zum Klimawandel und Anthropozän¹ und der Diskurs in der Klasse (und natürlich der Gesellschaft) zu diesen Themen. Um diesen Bezugsrahmen nutzbar zu machen, wird der Schreibprozess im Projekt mithilfe einer Variante eines Storyboards (vgl. Abbildung 2) durch verschiedene Impulse angeregt. Die Schüler*innen befüllen ihr Storyboard mit Inhalten, Ideen, Bildern und erzähltechnischen Entscheidungen, um es dann als Grundlage und Inspiration nutzen zu können, um ihre alternative Handlung zu schreiben.

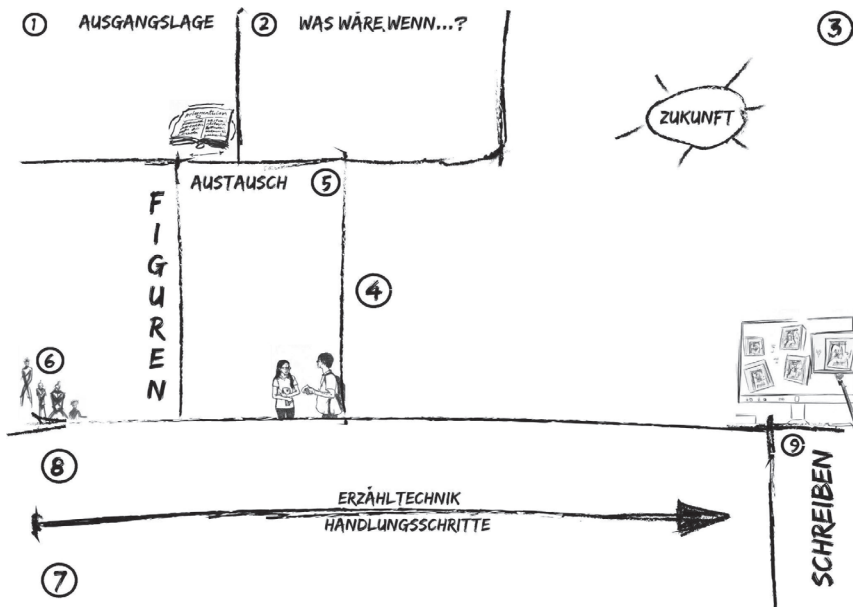


Abbildung 2: Vorlage für das Storyboard (eigene Darstellung)

Dabei werden die folgenden Impulse genutzt:

- 1) *Ausgangslage*: Im Bereich Ausgangslage wird in Stichworten die Situation beschrieben, in der sich der Protagonist des Werkes, Toby Markham, zum gewählten Zeitpunkt befindet. Es ist ein Moment der Entscheidung, der im Werk den Möglichkeitsraum einer positiven Zukunft eröffnet, in der etwas gegen die Erderwärmung unternommen wird. Der Protagonist nutzt die Chance im Originaltext nicht und entscheidet sich für den Profit und gegen die Übernahme von Verantwortung für den Planeten. Die Vergegenwärtigung dieser Entscheidungssituation verdeutlicht den Rahmen, der dem kreativen Schreibprozess gegeben ist. Einschränkungen, Ausgangsbedingungen und Möglichkeiten werden explizit gemacht.

¹ Zur Einführung in die Idee des Anthropozäns beispielsweise ein Interview mit Jan Zalasiewicz (vgl. Rosol & Zalasiewicz 2015), zum Klimawandel Auszüge aus dem IPCC-Bericht.

2) Was wäre, wenn?

„Deshalb denke ich, dass Sie recht haben – WIR müssen etwas tun. Ein bisschen an Greenpeace spenden, reicht nicht. Wir müssen unsere Gesellschaft, Wirtschaft und Lebensweise ändern. Ich bewillige deinen Vorschlag.“
(Impuls zur Entwicklung einer alternativen Handlung)

Während der erste Schritt den Rahmen verdeutlicht, in dem die alternative Zukunft erzählt werden soll, eröffnet der zweite Schritt einen weiten Spielraum: Indem die Schüler*innen der Frage nachgehen, was wäre, wenn sich der Protagonist für eine andere Handlung und für die Übernahme von Verantwortung entschieden hätte, werden die Auswirkungen auf die weitere Handlung offenbar. Unabhängig vom individuellen Einfluss des Protagonisten auf die Klimakrise im Werk werden auf einmal auch utopische Szenarien denkbar, die fiktionale Zukunft könnte ganz anders aussehen. Definitiv ändert sich die Frage nach der individuellen Verantwortung des Protagonisten für die Zukunft des Planeten.

- 3) *Zukunft*: Diese Zukunft – die durch die veränderte Perspektive vorstellbar wird – entspringt nun der Fantasie der Schüler*innen. Sie beschreiben zunächst mit Nomen und Adjektiven in einem Cluster, wie sie sich diese Zukunft vorstellen. Dabei stehen verschiedene weitere, differenzierende Anregungen und Denkanstöße zur Verfügung, die diesen Prozess bei Bedarf erleichtern. Variationen wie das Finden von Worten mit bestimmten Anfangsbuchstaben oder das systematische Beantworten von Fragen zur Umgebung, die imaginiert wird, können dabei helfen, einen Anfang zu finden.
- 4) *Bilder erzeugen*: In diesem Schritt kommt zum ersten Mal Künstliche Intelligenz zum Tragen. Die gesammelten Worte aus Schritt drei werden in einem Prompt verarbeitet und in die künstliche Intelligenz DALL·E eingegeben. Diese erzeugt aus diesen Vorgaben dann Bilder. Diese Bilder haben doppelte Funktion: Einerseits visualisieren und fixieren sie die Vorstellungen einer alternativen Zukunft, wirken also wie eine Art Fotografie fiktiver Welten. Andererseits wirken sie auch wie ein Zerrspiegel, denn, begründet in der auf Wahrscheinlichkeiten basierenden Funktionsweise der zugrunde liegenden Technologie erzeugt die künstliche Intelligenz nie eine exakte Abbildung dessen, was eingegeben wurde, sondern ergänzt, vervollständigt und variiert die Verbildlichung teils stark. So entstehen neue Vorstellungen neben der ursprünglichen Vision einer alternativen fiktionalen Zukunft. Es entsteht eine Sammlung verschiedener Illustrationen und Bilder, welche das Storyboard ergänzen.



Abbildung 3: Beispiele für die mittels der künstlichen Intelligenz DALL·E erzeugten Bilder

Einen Einblick in die Vielfalt der entstandenen Bilder kann die Darstellung in Abbildung 3 geben. Die Bandbreite reicht von dystopischen Szenarien einer zerstörten Welt über futuristisch-technologisierte Gesellschaften bis hin zu idyllischen, grünen und belebten Landschaften. Die künstliche Intelligenz gestaltet in wenigen Sekunden ganze Welten aus und schafft auch schnell viele Versionen einer Idee nebeneinander, sodass die Vorstellungskraft der Schüler*innen unterstützt wird. In der praktischen Durchführung zeigt sich, dass auch gerade das Ausschließen nicht geeigneter Bilder, die erzeugt wurden, sehr hilfreich dabei ist, die eigene Vorstellung zu konkretisieren.

- 5) *Austausch*: Schreiben ist auch als kooperativer Prozess zu denken, der Austausch mit anderen schafft Verständnis, neue Ideen und Inspiration. Als Grundlage des Austausches – der im Projekt durch die Methode des Lerntempoduets organisiert war – diente das bisherige Storyboard und die entstandenen Bilder. In einem Lerntempoduet arbeiten diejenigen Schüler*innen zusammen, welche die bisherigen Aufgaben in einem ähnlichen Tempo abgeschlossen haben. Hierdurch wird den heterogenen Lerngeschwindigkeiten Rechnung getragen und niemand muss auf den anderen warten. Die Methode ermöglicht es also, kooperative Elemente in einen individualisierten Lernprozess einzubinden. Die Impulse wurden stichpunktartig festgehalten.
- 6) *Figuren und Handlungsschritte*: Im nächsten Schritt wurde festgelegt, welche Figuren für die alternative Handlung relevant sein könnten. Dies erfolgte in der Praxis im Wechselspiel mit der Entwicklung der alternativen Handlungsschritte, die vorliegenden Abhängigkeiten verschränken den Prozess.
- 7) *Erzähltechnik*: In diesem Schritt informieren sich die Schüler*innen selbstständig mithilfe kurzer Informationstexte zu den erzähltechnischen Mitteln Zeitgestaltung, Erzählhaltung und der Gestaltung des Raumes. Diese wenden sie aktiv an, um ihren Text zu gestalten und eine bestimmte Wirkung zu erzielen.²
- 8) *Schreiben*: Im letzten Schritt wird die entstandene Planung in einen eigenen Text umgesetzt. Den Schüler*innen stand hierfür sowohl Zeit in der Schule als auch zu Hause zur Verfügung, Feedback und Kooperation waren jederzeit möglich.
- 9) *Ergebnisse*:

Zum ersten Mal blickte er aus dem Fenster hinter ihr. Der Himmel war strahlend blau. Türkis sogar. Die Sonne stand weit oben. Sie schien hell. Mittagszeit, dachte er sich. Vom Dach des Gebäudes hingen Eiszapfen. Durch einen offenen Spalt drang kühle Luft. Libby konnte deutlich die noch immer vorhandene Verwirrung in Tobys Blick erkennen. »Romilys Plan war erfolgreich. Wir konnten den Klimawandel aufhalten. Der Planet hat sich nicht weiter aufgeheizt und wir konnten eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen vor der Ausrottung bewahren. Das ist dir zu verdanken. Ohne deine Zustimmung hätte das nie funktioniert!«
Ausschnitt aus dem Text der Schülerin A.

2 Bei Wiederholung des Projekts wäre hier eine geeignete Stelle, um systematisch ein Feedbackgespräch durchzuführen. Dies nimmt den Schreibprozess stärker in den Blick.

Das obige Beispiel ist unverändert und mit freundlicher Genehmigung aus der Arbeit einer Schülerin übernommen. Es ist recht repräsentativ für die Ergebnisse des Projekts. Die Schüler*innen erschufen in ihren Texten eine Vielzahl von Zukünften – viele utopisch und weit positiver als das literarische Ausgangswerk, manche weiterhin dystopisch. Die Gestaltung der Erzählung – also der produktive Umgang mit dem analytischen Teil der Aufgabe – wurde in den meisten Fällen zielgerichtet eingesetzt, gelegentlich auch sehr geschickt. Gerade diese Art des literarischen Lernens hat sich als äußerst hilfreich für das Verständnis von Textmerkmalen erwiesen und stellte im weiteren Verlauf des Schuljahres einen relevanten Baustein zur Fähigkeit der Interpretation literarischer Texte dar. Die Reflexion der individuellen und gesellschaftlichen Verantwortung in einer anthropozänen Welt für den Planeten und alle Lebewesen wurde angestoßen und immer wieder rege diskutiert, wurde doch das Spannungsfeld zwischen Ohnmachtsgefühl bei zeitgleicher Verantwortungszuschreibung bereits durch die literarische Vorlage, aber auch durch die selbst gestalteten Texte immer wieder neu aufgespannt und unterschiedlich akzentuiert. Die entstandenen Texte wurden in der Klasse und im Rahmen einer digitalen Ausstellung präsentiert, ausgewählte Werke und Bilder wurden an die Grundschule sowie die Pädagogische Hochschule weitergegeben, um weitere Perspektiven auf zukünftige Welten zu erhalten.

5. Projektteil an der Grundschule Wasserburg am Inn

Im Rahmen des Projekts an der Grundschule Wasserburg am Inn lag der Fokus auf der künstlerischen und kreativen Auseinandersetzung mit Zukunftsvorstellungen. Die Schüler*innen wurden durch die Denkroutine „Ich sehe ... Ich denke ... Ich frage mich ...“ (adaptiert von Project Zero, Harvard Graduate School of Education) dazu angeregt, eigene Beobachtungen und Überlegungen zu visualisierten Zukunftsszenarien zu formulieren. Ergänzend kam das Schreibbrondell als Methode zum Einsatz, um die sprachlichen Ausdrucksfähigkeiten weiterzuentwickeln und einen differenzierten Zugang zu den Themen zu fördern. In einem Schreibbrondell werden die zentralen Aussagen zu einem Thema genutzt, um einen lyrischen Text vorzustrukturieren. Sie werden also wiederkehrend an bestimmten Stellen eingespielt und dann mit weiteren Verszeilen erweitert (vgl. Abbildung 5).

Zur Vorbereitung auf diese Arbeit wurde im Sachunterricht eine thematische Einheit zur menschengemachten Erderwärmung integriert. In einem kindgerechten Modell wurde visualisiert, wie Treibhausgase zur Erderwärmung beitragen (vgl. Abbildung 4). Die Schüler*innen konnten verstehen, wie sich die Oberflächentemperatur der Erde durch die – durch menschlichen Konsum verursachten – Gase erhöht. Dies verdeutlichte anschaulich die physikalischen Grundlagen des Klimawandels und schuf eine kognitive Basis für die anschließenden kreativen Prozesse.



Abbildung 4: Eigene Aufnahme, Modell ausgeliehen mit freundlicher Unterstützung von Ökoprojekt Mobil-Spiel e.V.

Die kreative Auseinandersetzung ermöglichte den Kindern, individuelle Perspektiven auf drängende globale Herausforderungen wie den Klimawandel zu entwickeln. Unterstützt durch KI-generierte Bilder (DALL-E) entstand ein dialogisches Wechselspiel zwischen Bild und Text, das die imaginative Kraft der Schüler*innen aktivierte und gleichzeitig emotionale und rationale Zugänge zu den Themen eröffnete. Die Ergebnisse belegen, wie künstlerische Zugänge im Unterricht dazu beitragen können, komplexe Themen wie Klimawandel und Nachhaltigkeit für Kinder zugänglich und erfahrbar zu machen. Abbildung 5 zeigt beispielhaft ein von der KI visualisiertes Zukunftsszenario zusammen mit einem dazu verfassten Schreibbrondell, dem von der KI aus diesem Text generierten Bild und einer unabhängig von der KI anhand desselben Textes angefertigten Kinderzeichnung. Der Vergleich des KI-Bildes mit der Kinderzeichnung bringt noch eine zusätzliche Ebene in das Projekt, da hier das Ergebnis eines künstlichen neuronalen Netzes dem eines biologischen neuronalen Netzes gegenübergestellt wird (bei identischer Aufgabenstellung).

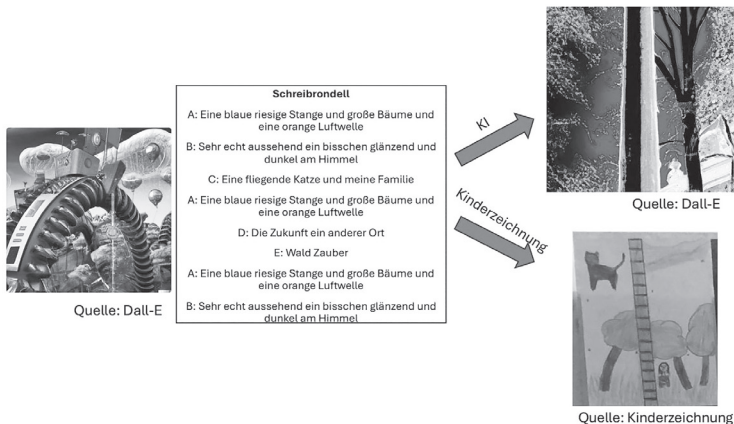


Abbildung 5: Vergleich eines KI-Bildes und einer Kinderzeichnung (rechts), die anhand desselben Textes entstanden sind (eigene Aufnahme, mit freundlicher Genehmigung der Urheber*innen). Links ist das von der KI generierte Zukunftsszenario zu sehen, das als Material für das Schreibbrondell diente.

6. Projektteil an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich

Studierende an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich wurden im Sommersemester 2023 im Rahmen der Lehrveranstaltung „Kinder erleben Umweltphänomene“ im Anschluss an einen Themenblock zu Aspekten des Anthropozäns, den Berichten des IPCC und den darin enthaltenen Zukunftsszenarien (in Abhängigkeit des Erfolgs der Menschheit bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen) Bilder vorgelegt, die in den ersten beiden Projektteilen von der KI DALL·E aus Schüler*innen-Texten erzeugt wurden. Eine Auswahl aus diesen Bildern zeigt Abbildung 6.



Abbildung 6: Zukunftsszenarien, die von der KI DALL·E aus Schüler*innentexten erzeugt wurden

Die Studierenden wurden gebeten, die Bilder im Kontext der zuvor erfolgten inhaltlichen Auseinandersetzung mit dem Anthropozän und möglichen Zukünften zu betrachten und freie Texte zu den Bildern zu verfassen (drei Bilder pro Person, Teilnahme freiwillig, keine Vorgaben zur Länge der Texte). Das Spektrum der so entstandenen Texte reichte von rein sachlichen Beschreibungen über Bildinterpretationen bis zu künstlerischen Auseinandersetzungen in verschiedenen Gedichtformen. Diese Texte wurden als Prompts für die KI DALL·E verwendet, die daraus Bilder erzeugte, die den ursprünglichen Bildern gegenübergestellt wurden. Viele Bilder waren den Ursprungsbildern unerwartet ähnlich und diesen eindeutig zuordenbar, es traten nur einzelne Bildinhalte mehr oder weniger stark in den Vordergrund (siehe die Abbildungen 7 und 8). Obwohl die KI mit jedem Prompt ein neues und einzigartiges Bild kreiert, wird hier sichtbar, wie sehr das Training der KI deren Bilderwelten bestimmt und wie die von der KI erzeugten Bilder den Blick der Gesellschaft auf die Welt und ihre Zukünfte spiegeln. Gleichzeitig ist beim Vergleich der Bilder eine Weiterentwicklung der KI erkennbar; die im dritten Projektteil erzeugten Bilder sind deutlich glatter und wirken harmonischer als jene aus den ersten beiden Projektteilen. Auch das ist ein interessanter Aspekt eines Dialogs zwischen Menschen und künstlicher Intelligenz: Erstreckt sich dieser Austausch über einen längeren Zeitraum, werden sowohl wesensimmanente

(sich aus dem fortlaufenden Optimierungsprozess ergebende) als auch programmierungsbedingte (das Modell betreffende) Veränderungen der künstlichen Intelligenz sichtbar, es ist nicht mehr dieselbe wie zu Beginn des Dialogs.

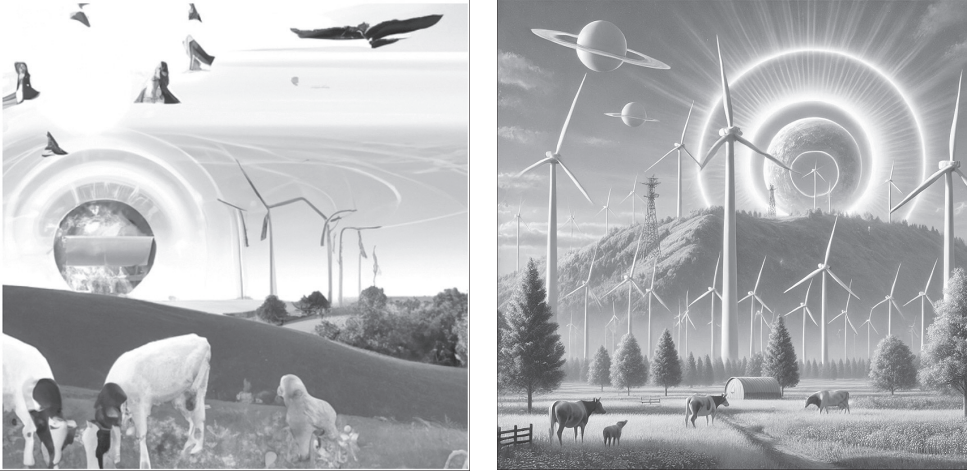


Abbildung 7: Gegenüberstellung eines KI-Bildes (rechts), entstanden aus einem Text, der zum KI-Bild links verfasst wurde (beide Bilder wurden von DALL-E generiert)

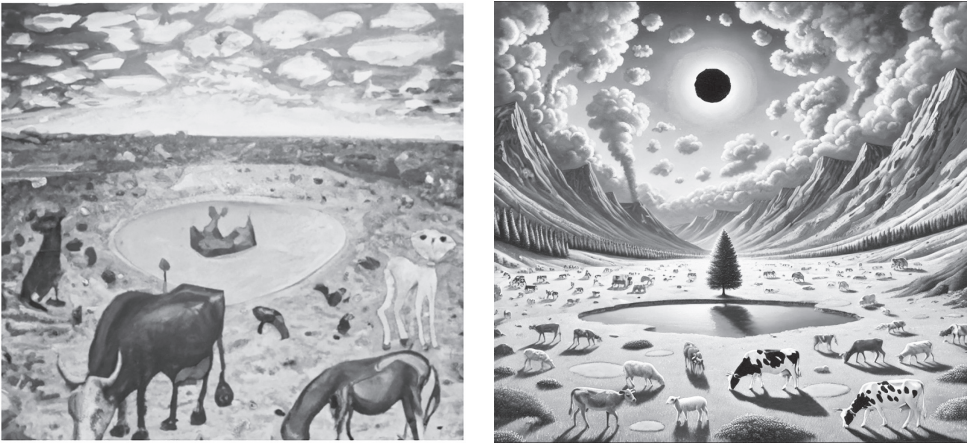


Abbildung 8: Gegenüberstellung eines KI-Bildes (rechts), entstanden aus einem Text, der zum KI-Bild links verfasst wurde (beide Bilder wurden von DALL-E generiert)

7. Fazit

Das Projekt „Zukünfte erzählen im künstlerischen Dialog zwischen Mensch und künstlicher Intelligenz“ stellt einen vielschichtigen Versuch dar, künstlerisch-ästhetische Bildung mit der Auseinandersetzung mit gegenwärtigen und zukünftigen wissenschaftlichen Herausforderungen zu verbinden. Es integriert Elemente des kreativen Schreibens, der Bildinter-

pretation sowie der Nutzung künstlicher Intelligenz in ein didaktisch reflektiertes Gesamtkonzept, das sowohl im schulischen als auch im hochschulischen Kontext zur Anwendung kommt. Dabei wird insbesondere auf die Idee gesetzt, dass künstlerische Ausdrucksformen – unterstützt durch KI-basierte Bildgeneratoren – als niedrigschwellige und zugleich tiefgründige Mittel der Wissenschaftskommunikation fungieren können.

Zugleich offenbart das Projekt einige Spannungsfelder: Die Visualisierungen durch die KI sind nicht vollständig kontrollierbar und spiegeln stets auch den Trainingsstand der Maschine – mitsamt etwaigen Verzerrungen – wider. Die Beteiligung der KI bleibt dadurch einerseits produktiver Impulsgeber, andererseits aber auch ein nicht vollständig durchschaubarer Akteur im Kommunikationsprozess. Der Einsatz der KI wird didaktisch bewusst nicht als reine Unterstützung, sondern als eigenständige Stimme innerhalb eines dialogischen Rahmens konzipiert. Diese Perspektive ist innovativ, stellt jedoch zugleich Anforderungen an die didaktische Begleitung, die medienkritische Reflexion und das methodische Design.

Besonders hervorzuheben ist der interinstitutionelle und intergenerationelle Charakter des Projekts: Vom Grundschulbereich über die berufliche Oberschule bis hin zur Hochschule wird ein breites Spektrum an Altersgruppen und Bildungskontexten einbezogen. Das Projekt macht deutlich, dass kreative Bildungsansätze – insbesondere in Kombination mit technologiegestützter Kommunikation – das Potenzial besitzen, komplexe Themen wie den Klimawandel auf verschiedenen Ebenen zugänglich zu machen und individuelle Perspektiven auf gesellschaftliche Verantwortung zu fördern. Dabei bleibt offen, inwiefern die kreativen Erträge auch über das Projekt hinaus eine nachhaltige Wirkung entfalten – sei es im Hinblick auf die fachliche Bildung, auf das ethische Bewusstsein oder auf langfristige Haltungen zur Rolle von Technologie in Bildungsprozessen.

Insgesamt bietet das Projekt einen praxisorientierten Beitrag zur Frage, wie Bildung im Anthropozän gestaltet werden kann. Es regt zur Diskussion darüber an, welche Formen des Lernens geeignet sind, um junge Menschen zur aktiven Mitgestaltung von Zukunft zu befähigen – ohne dabei einfache Antworten zu liefern oder technologische Lösungen unkritisch zu idealisieren. Die Verbindung von Literatur, KI und Zukunftsdenken erweist sich hierbei als ein spannungsreicher, aber lohnender Weg, der weitere Erprobung und Forschung verdient.

Literatur

Primärliteratur

Ironmonger, John (2021). *Das Jahr des Dugong. Eine Geschichte für unsere Zeit. Aus dem Englischen* von Tobias Schnettler. S. Fischer.

Sekundärliteratur

Abraham, Ulf (2014). Sprechen und Schreiben über Bilder: Das produktive Zusammentreffen zweier Medien aus sprachdidaktischer Sicht. *Osnabrücker Beiträge zur Sprachtheorie: OBST* 84, S. 99–114.

- Abraham, Ulf (2020). „Kreatives“ und „poetisches“ Schreiben. In Helmuth Feilke & Thorsten Pohl (Hrsg.), *Schriftlicher Sprachgebrauch. Texte verfassen* (S. 364–381). Schneider Verlag. (Deutschunterricht in Theorie und Praxis Bd. 4)
- Anselm, Sabine & Antony, Lea (2023). Bücher öffnen den Blick in zukünftige Welten. Ein deutschdidaktischer Beitrag zu Futures Literacy im Literaturunterricht. In Carmen Sippl, Gerhard Brandhofer, Erwin Rauscher (Hrsg.), *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren* (S. 225–246). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- Defeyter, Margaret Anne, Russo, Ricardo & McPartlin, Pamela Louise (2009). The picture superiority effect in recognition memory: a developmental study using the response signal procedure. *Cognitive Development* 24 (3), 265–273.
- Hockley, William E. (2008). The picture superiority effect in associative recognition. *Memory & Cognition* 36 (7), 1351–1359.
- Horstmann, Nina (2021). Kunst und Wissenschaft. In Tobias Schmohl & Thorsten Philipp (Hrsg.), *Handbuch Transdisziplinäre Didaktik* (175–184). Transcript Verlag.
- Flemming, Danny, Cress, Ulrike, Kimmig, Sophia, Brandt, Miriam & Kimmerle, Joachim (2018). Emotionalization in Science Communication: The Impact of Narratives and Visual Representations on Knowledge Gain and Risk Perception. *Frontiers in Communication* 3.
- Foster, David (2019). *Generative Deep Learning: Teaching Machines to Paint, Write, Compose, and Play*. O'Reilly Media.
- Li, Nan, Villanueva, Isabel I., Jilk, Thomas, Van Matre, Brianna Rae & Brossard, Dominique (2023). Artistic representations of data can help bridge the US political divide over climate change. *Communications Earth & Environment* 4 (1).
- McBride, Dawn M. & Doshier, Barbara Anne (2002). A comparison of conscious and automatic memory processes for picture and word stimuli: a process dissociation analysis. *Consciousness and Cognition* 11 (3), 423–460.
- Rauscher, Erwin & Sippl, Carmen (2023). Offene Fragen zur Zukunftsbildung und zur Bildung der Zukunft. In Carmen Sippl, Gerhard Brandhofer, Erwin Rauscher (Hrsg.), *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren* (S. 13–20). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- Rosol, Christoph & Zalasiewicz, Jan (2015). *Wird der Mensch einem Erdzeitalter seinen Namen geben? Gespräch mit dem Geologen Jan Zalasiewicz*. Bundeszentrale für politische Bildung (<https://www.bpb.de/themen/umwelt/anthropozan/216916/wird-der-mensch-einem-erdzeitalter-seinen-namen-geben>, abgerufen am 11.04.2025)
- Spinner, Kaspar H. (1994). Anstöße zum kreativen Schreiben. In Reinhold Christiani (Hrsg.), *Auch die leistungsstarken Kinder fördern* (S. 46–60). Cornelsen Scriptor.
- Wilmott, Paul (2020). *Grundkurs Machine Learning*. Rheinwerk Computing.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eigene Darstellung

Abbildung 2: Eigene Darstellung

Abbildung 3: Diese Bilder wurden von DALL·E erzeugt.

Abbildung 4: Eigene Darstellung

Abbildung 5: Eigene Darstellung, mit freundlicher Genehmigung der Urheber*innen, die KI-Bilder wurden von DALL·E erzeugt.

Abbildung 6: Diese Bilder wurden von DALL·E erzeugt.

Abbildung 7: Diese Bilder wurden von DALL·E erzeugt.

Abbildung 8: Diese Bilder wurden von DALL·E erzeugt.

Bildung durch die virtuelle Brille sehen

Potenziale von Virtual Reality in schulischen Kontexten

1. Die Bedeutung digitaler Technologien für den Bildungskontext

Digitale Technologien sind ein fester Bestandteil des modernen Lebens des 21. Jahrhunderts geworden. Ihre Durchdringung aller Lebensbereiche, seien sie privater, öffentlicher, sozialer oder wirtschaftlicher Natur, ist weitgehend unbestritten (Fraillon 2024). Mit digitalen Technologien umzugehen, stellt eine Kernkompetenz des lebenslangen Lernens dar, die allen EU-Bürger*innen vermittelt werden soll, denn man verspricht sich viel von ihnen. Ihr Einsatz soll nicht nur zur Förderung von Gleichbehandlung und Chancengerechtigkeit beitragen, sondern auch zahlreiche Verbesserungen in Bereichen der Arbeit und des gesellschaftlichen Zusammenlebens bringen (Europäische Kommission 2018). Auch in Bildungskontexten haben digitale Technologien Einzug gehalten. Einerseits sind sie selbst zum Objekt der Bildung geworden, indem Schüler*innen einen sicheren und effektiven Umgang mit ihnen erlernen sollen, um so selbst zu digital kompetenten Menschen heranzuwachsen. Andererseits wird der Anspruch an Lehrer*innen gestellt, digitale Technologien als Mittel einzusetzen, um Lerninhalte für Schüler*innen ansprechender zu transportieren, Kommunikation zwischen Schüler*innen, Eltern und Lehrkräften zu fördern und Lernziele effektiver zu erreichen, als es mit traditionellen Unterrichtsmethoden möglich wäre (Schober et al. 2024). Eine nicht triviale Aufgabe, da Lehrkräfte selbst nicht nur den Umgang mit digitalen Technologien erlernen, sondern auch digitale Kompetenzen aufbauen müssen, um sie sinnvoll mit ihren Unterrichtszielen und -methoden in Einklang zu bringen (Redecker 2017). Die Bedeutung von digitalen Technologien für den Bildungsbereich spiegelt sich auch in den nationalen und internationalen politischen Ausrichtungen wider. So verabschiedete Österreich 2018 den Masterplan für die Digitalisierung des Bildungswesens im Nationalrat (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2018). Dieser sieht vor, dass Digitalisierungsaspekte in die Lehre eingebaut und Digitalisierung mittels innovativer Methoden und Technologien im Sinne eines modernen Unterrichts in allen Unterrichtsfächern verankert wird. Auch die Vereinten Nationen sehen in der Globalen Nachhaltigkeitsagenda 2030 digitale Technologien als das geeignete Mittel, um qualitativ hochwertige, chancengerechte und inklusive Bildung für alle Menschen sicherzustellen (United Nations 2015). Neben der Schaffung geeigneter technischer Infrastrukturen für Bildungskontexte geht es auch darum, die bisherigen Bildungsziele und -konzepte auf ihre inhaltliche Sinnhaftigkeit vor dem Hintergrund der Fähigkeiten, die im 21. Jahrhundert benötigt werden, neu zu bewerten und zu diskutieren (Schober et al. 2024).

Im Zuge dieser digitalen Revolution, befeuert durch die Ereignisse der COVID-19-Pandemie, haben eine Vielzahl von digitalen Technologien, wie MOOC, hybride Lehre und iPad-Klassen, Einzug in das Bildungssystem gehalten. Eine Technologie, die trotz ihres umfangreichen Potenzials bisher wenig Beachtung für das Schulwesen erfahren hat, ist

Virtual Reality (VR). Doch warum sollte Virtual Reality ein geeignetes Werkzeug sein, um Lernziele zu erreichen? Ist es notwendig, jede neue Technologie in den Bildungskontext zu integrieren oder ist es ausreichend, bei den bewährten Methoden zu bleiben? Die Nachhaltigkeitsagenda der UNO verfolgt mit ihren Sustainable Development Goals (SDGs) das Ziel, Bildung in jeder Form chancengerecht, qualitativ hochwertig und effizient zu gestalten. Ob eine Technologie zur Erreichung dieser Ziele geeignet ist, lässt sich durch drei zentrale Fragen beantworten: 1) Was ist die Logik der Lernmechanismen, unter denen die Technologie eingesetzt wird? 2) Wie kann die Technologie implementiert werden? 3) Welche Effekte hat der Einsatz der Technologie (GEM Report UNESCO 2023)?

Geleitet von diesen drei Fragen erkundet dieser Beitrag die Anwendungsmöglichkeiten, Vorteile und Grenzen von Virtual Reality für die Vermittlung von Wissen in Bildungskontexten und zeigt anhand eines Fallbeispiels auf, wie diese Technologie bereits eingesetzt und implementiert wird.

2. Virtual Reality – ein vielseitiges Bildungswerkzeug

Virtual Reality-Technologien sind keine neuen Erfindungen. Die ersten Vorläufer der VR-Brille wurden bereits in den 1960er-Jahren konstruiert und getestet (Goertz et al. 1965). Die Entwicklungen des 21. Jahrhunderts machten sie allerdings erst für die breite Öffentlichkeit zugänglich (Allcoat et al. 2021). Wie bei vielen anderen neuen Technologien findet auch Virtual Reality im Bildungsbereich nur langsam Verbreitung (Selwyn 2022). Es gibt unterschiedliche Definitionen von Virtual Reality, die jedoch alle gemeinsam haben, dass Nutzer*innen in eine computergenerierte Welt eintauchen, die physische Präsenz simuliert, also den Effekt hervorruft, sich in der simulierten Welt zu befinden, anstatt der realen. Die lerntheoretische Logik von VR geht auf eine Idee des US-amerikanischen Philosophen und Psychologen John Dewey und die später entstandene konstruktivistische Lerntheorie zurück. Dewey stellte bereits 1916 die These auf, dass Schüler*innen am besten durch aktive Erfahrungen lernen („*learning by doing*“) (Dewey 2001). Die konstruktivistische Lerntheorie führt weiter aus, dass Lernende ihr Wissen anhand der von ihnen gemachten Erfahrungen in der Welt bilden (Tashtoush et al. 2023). Auch wenn Dewey sich vermutlich nicht vorstellen konnte, dass dies in einer virtuellen Umgebung passiert, wird die Möglichkeit, Lernerfahrungen und -interaktionen unmittelbar in einer speziell dafür generierten, stimuli-reichen Umwelten zu machen, oft als die größte Stärke von VR-Lernen bezeichnet (Chen et al. 2023).

Diese digitalen Umwelten können entweder mit teil-immersiver oder voll-immersiver VR-Technologie betreten und es kann in ihnen agiert werden. Bei teil-immersiven Technologien werden bestimmte sensorische Reize verstärkt, während andere nicht zum Einsatz kommen. Voll-Immersion umfasst auditive, haptische und visuelle Sinne der Nutzenden, meistens indem VR-Brillen (Head-Mounted-Displays, HMD) und eventuell andere Technologien wie Datenhandschuhe zum Einsatz kommen (Di Natale et al. 2020).

Der Grad an Freiheit, den Nutzer*innen zur Exploration und Interaktion haben, variiert und lässt sich in vier verschiedene Gruppen einteilen. Sogenannte *explorative Interaktionserfahrungen* bieten die größte Freiheit, da sie sowohl die Erkundung der virtuellen Umgebung als auch die Interaktion mit den in ihr enthaltenen Objekten erlauben. *Explorative Erfahrungen* ermöglichen zwar eine freie Navigation durch den virtuellen Raum, jedoch keine direkte

Interaktion mit den Objekten. Hier steht die Bewegung im Vordergrund, während Interaktionsmöglichkeiten kaum gegeben sind. *Interaktive Erfahrungen* hingegen konzentrieren sich auf die Interaktion mit der Umgebung, schränken jedoch die Bewegungsfreiheit ein. Die restriktivste Form stellen *passive Erfahrungen* dar, bei denen sowohl die Bewegungs- als auch die Interaktionsmöglichkeiten stark eingeschränkt sind (De Paolis et al. 2023).

Die meisten Lernenden berichten, dass ihnen alle Formen von interaktiven Lernumwelten Freude bereiten (Makransky et al. 2019), jedoch stellt sich die Frage, ob sie sich auch positiv auf Lernprozesse und -ergebnisse auswirken.

3. Effekte von VR als Bildungswerkzeug

Der Einsatz von VR-Technologie zur Wissensvermittlung fördert zentrale Prinzipien der bereits erwähnten konstruktivistischen Lerntheorie. Sie ermöglicht lernendenzentriertes Lernen, indem Lernende aktiv in den Lernprozess miteinbezogen werden (Concannon et al. 2019). Die Möglichkeit, das Lerntempo individuell zu gestalten und noch nicht verstandene Inhalte beliebig oft zu wiederholen, fördert das selbstständige Lernen (Chen & Hsu 2020). Abstrakte Konzepte, die in der realen Welt nur schwer oder überhaupt nicht beobachtbar sind, können simuliert und so erfahren und besser verstanden werden, da es Schüler*innen nun leichter fällt, eine visuelle Repräsentation dieser Konzepte zu bilden (Wolffartsberger 2019). Nicht zuletzt kann VR-Technologie zu einem integrativen Unterricht beitragen, indem sie sensorische Erfahrungen intensiviert, Schüler*innen mit sensorischen Beeinträchtigungen gezielt einbindet und physische Barrieren für Bildungserfahrungen abbaut (Chalkiadakis et al., 2024). Bei der Förderung von Bildungszielen wird üblicherweise zwischen Lernprozessen und Lernergebnissen unterschieden. Lernprozesse beinhalten all jene Mechanismen, die das Verständnis von und die Auseinandersetzung mit Lerninhalten erleichtern, und sind oft positiv mit Lernergebnissen wie guten Schulnoten korreliert. Damit VR-Technologien im Bildungskontext als effektiv gelten, müssen sie sich entweder positiv auf Lernprozesse, auf Lernziele oder beide Aspekte des Lernens auswirken.

3.1 Effekte von VR-Einsatz auf Lernprozesse

Zwei der wichtigsten Aspekte von Lernprozessen sind die Motivation und das Engagement, mit denen sich Schüler*innen mit Lerninhalten auseinandersetzen. Studien zeigen, dass Lernende mit VR mehr Spaß am Lernen und höhere Kontrolle über ihren Lernprozess haben als bei traditionellen Lehrmethoden. Eine Vielzahl von Studien kommt zu dem Erkenntnis, dass Schüler*innen, die in VR Umgebungen lernen, mehr Engagement und eine höhere intrinsische Motivation berichten, sich mit Lerninhalten auseinanderzusetzen (Allcoat et al. 2021; Makransky et al. 2019; Wardat et al. 2021). Auch das Interesse von Schüler*innen am Lernstoff (De Paolis et al. 2023) und ihre Selbstwirksamkeit (Korlat et al. 2024) können von Lernen in VR-Umgebungen profitieren.

3.2 Effekte von VR-Einsatz auf Lernergebnisse

In Bezug auf die Lernergebnisse sind Schulnoten häufig das Kriterium, das die meiste Aufmerksamkeit erhält. Eine systematische Literaturanalyse von Studien aus dem Sekundarbereich von AlAli und Wardat (2024) zeigt, dass sich Testnoten im Schnitt um 15 % bis 30 % durch den Einsatz von VR-Technologie verbessern können. In erster Linie könnte dies darauf zurückzuführen sein, dass die Erinnerungsrate von in VR-Umgebung gelernten Inhalten gegenüber herkömmlichen Lernumwelten höher ist (Buentello-Montoya et al. 2021).

4. Limitation und Herausforderungen von VR-Einsatz

Obwohl Preise von VR-Technologie in den letzten Jahren gesunken sind, ist die Anschaffung von VR-Ausrüstung und ihre Instandhaltung mit einem Kostenaufwand für Bildungsinstitutionen verbunden. Da der Aufwand für Lehrkräfte, eigene VR-Umgebungen zu erschaffen, sehr hoch ist, sind Lizenzen für VR-Software, die speziell für den Bildungskontext kreiert wurden, anzukaufen.

Um VR effektiv in den Unterricht integrieren zu können, müssen Lehrkräfte hinsichtlich der Funktionsweise und den Anwendungsmöglichkeiten geschult werden. Lehrkräfte, die eine umfassende Weiterbildung zur Einbindung von VR-Technologie in den Unterricht erhalten haben, berichten ein höheres Maß an Selbstbewusstsein bezüglich ihres Einsatzes. Ihre Schüler*innen profitieren zudem stärker von deren Einsatz im Vergleich zu Lehrkräften, die sich unsicher im Umgang mit VR-Technologie fühlen (Alneyadi et al. 2023). Bei der anfänglichen Nutzung von VR-Technologie mittels Headsets ist eine Eingewöhnungsphase zu beachten, da es bei manchen Menschen zu *Cyber Sickness* kommen kann. Dabei treten ähnliche Symptome wie bei der Seekrankheit auf, die jedoch in der Regel auch schnell wieder verschwinden. Mehrere kurze VR-Sessions können dabei helfen, die Symptome schnell unter Kontrolle zu bringen (Martirosov et al. 2022).

5. Beispiel: Anwendung von VR zur Förderung von Umweltbewusstsein

Damit VR-Technologie einen Mehrwert für die Wissensvermittlung bietet, muss sie auch in Bildungskontexten effektiv eingesetzt werden können. Im Folgenden wird beispielhaft der Einsatz von Virtual Reality zur Umweltbildung an kanadischen Schulen beschrieben.

Die Förderung von Umweltbewusstsein ist ein zentraler Aspekt von Umweltbildung und in den meisten Schulcurricula fest verankert. Jedoch haben viele Schulen aufgrund ihrer urbanen Lage nicht die Möglichkeit, Exkursionen in die Natur zu unternehmen. Im kanadischen Vancouver wurde daher ein VR-Programm für die dritte bis siebte Schulstufe entwickelt, um den Schüler*innen eine VR-Exkursion in ein dortiges Naturschutzgebiet zu ermöglichen. Dieses Programm wurde wissenschaftlich begleitet, um herauszufinden, ob sich VR eignet, um Umweltbildung zu lehren (Jerowsky 2024).

In Zusammenarbeit mit lokalen Umweltorganisationen wurde mittels 360°-Kameras eine virtuelle Tour durch den Camosun Bog, ein Naturschutzgebiet in der Nähe von Van-

couver, erstellt. Die Schüler*innen konnten mit der digitalen Darstellung der Moorumgebung interagieren und dabei wichtige Aspekte der ansässigen Ökologie kennenlernen. Das Ziel des VR-Einsatzes war es, die physische Präsenz in der Umgebung nachzuahmen und dabei Barrieren wie Entfernung oder fehlenden Zugang zu natürlichen Räumen zu überwinden. Lehrkräfte schulten die Schüler*innen in die Bedienung der VR-Plattform ein und präsentierten vorbereitete Lektionen über das Ökosystem des Moores. Während angeleiteter Übungseinheiten erkundeten die Schüler*innen in dem VR-System die Umgebung in ihrem eigenen Tempo, reagierten auf Hinweise und erledigten Aufgaben, die mit Umweltkompetenz in Verbindung standen. Diese Aktivitäten wurden durch Nachbesprechungen und Reflexionsübungen ergänzt, um die Lernziele zu festigen.

Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass Virtual Reality ein effektives Werkzeug zur Förderung angewandter Umweltkompetenz – wie die Identifikation von Fauna – ist, insbesondere für Schüler*innen mit eingeschränktem Zugang zur Natur. Die Kombination aus Anleitung und VR-Erfahrung half den Schüler*innen, wichtige Umweltkonzepte und -prozesse zu identifizieren und zu verstehen. Allerdings konnte auch gezeigt werden, dass echte Exkursionen in die Natur bessere und nachhaltigere Ergebnisse in der Umweltbildung erzielten als VR-Exkursionen (Jerowsky 2024).

Dies ist nur ein Beispiel von vielen, wie VR-Technologie in Bildungskontexten verwendet werden kann, um interaktive Erfahrungen für Schüler*innen zu ermöglichen. Weitere Beispiele sind der Kartesische Garten (Cuturi et al. 2023), der es ermöglicht, das kartesische System mittels interaktiver Übungen zu erkunden, Google Earth Applikationen, die im Geografie- und Geschichtsunterricht genutzt werden können, um geografische Orte aus unmittelbarer Nähe zu erforschen (Laine et al. 2023), oder Kooperationen wie die zwischen der Firma Ludenso AS und der Universität Stavanger in Norwegen. Das Ziel der Kooperation ist die Erforschung von Virtual Reality Technologie als pädagogisches Werkzeug für den K-12 (Kindergarten bis 12. Klasse)-Unterricht. Ludenso stellt dafür die technischen Mittel und die Universität Stavanger die wissenschaftliche Begleitforschung, die in Partnerschulen und -Kindergärten durchgeführt wird (Ludenso 2025).

6. Fazit

Ziel dieses Beitrags war es, die Potenziale, Herausforderungen, Limitationen und Anwendungen von VR-Technologie in Bildungskontexten anhand der Logik ihrer Lernmechanismen, den Effekten ihrer Anwendung und ihrer Implementierungsmöglichkeiten (GEM Report UNESCO 2023) zu diskutieren. Die Bedeutung von VR-Technologie zur Wissensvermittlung basiert auf den Grundprinzipien der konstruktivistischen Lerntheorie, die davon ausgeht, dass Schüler*innen am besten durch eigengemachte Erfahrungen und Interaktionen mit ihrer Umwelt lernen, anstatt Wissen passiv aufzunehmen (Tashtoush et al. 2023). Indem Virtual Reality Lernenden die Möglichkeit bietet, immersiv und interaktiv Lernerfahrungen in computergenerierten Welten zu machen, die auf die Bedürfnisse der Schüler*innen und die Anforderungen der Lerninhalte zugeschnitten sind, werden schülerzentrierte und lernregulative Ansätze verfolgt (Chen & Hsu 2020; Concannon et al. 2019).

Eine Vielzahl an wissenschaftlicher Forschung untermauert die positiven Effekte von VR-Einsatz auf Lernprozesse, wie Engagement, Motivation (Allcoat et al. 2021) und Interesse (Korlat et al. 2024) an Lerninhalten seitens der Schüler*innen, sowie auch auf Lernergeb-

nisse, wie Testnoten und Wissenserhalt (AlAli & Wardat 2024). Trotz eines gewissen ökonomischen Aufwands und der Notwendigkeit, Lehrkräfte und Schüler*innen im Umgang mit VR zu schulen, wird Virtual Reality bereits in verschiedenen Bildungskontexten eingesetzt. Insbesondere im Hinblick auf eine zukunftsgerichtete Unterrichtsgestaltung bietet Virtual Reality vielfältige Chancen zur Erweiterung didaktischer Möglichkeiten.

Jedoch sollte immer bedacht werden, dass VR-Technologien, genauso wie jede andere Lerntechnologie auch, nicht eigenständig zu Lernzielen beitragen können (Dalgarno & Lee 2010). Vielmehr sind sie Werkzeuge, die neue Bildungserfahrungen ermöglichen können, solange sie von Lehrkräften pädagogisch sinnvoll mit Unterrichtszielen in Verbindung gebracht werden. Der Einsatz von Virtual Reality sollte daher nicht als ein Ersatz für die Unterrichtsplanung von Lehrkräften gesehen werden, sondern als eine ergänzende Technologie einen Mehrwert für den Unterricht schaffen (Tashtoush et al. 2022).

Literatur

- AlAli, Rommel & Wardat, Yousef (2024). The Role of Virtual Reality (VR) as a Learning Tool in the Classroom. *International Journal of Religion*, 5(10), 2138–2151. <https://doi.org/10.61707/e2xc5452>
- Allcoat, Devon; Hatchard, Tim; Azmat, Freeha; Stansfield, Kim; Watson, Derrick & von Mühlenen, Adrian (2021). Education in the Digital Age: Learning Experience in Virtual and Mixed Realities. *Journal of Educational Computing Research*, 59(5), 795–816. <https://doi.org/10.1177/0735633120985120>
- Alneyadi, Saif; Abulibdeh, Enas & Wardat, Yousef (2023). The Impact of Digital Environment vs. Traditional Method on Literacy Skills; Reading and Writing of Emirati Fourth Graders. *Sustainability*, 15(4), 3418. <https://doi.org/10.3390/su15043418>
- Buentello-Montoya, David; Lomeli-Plascencia, María Guadalupe & Medina-Herrera, Linda Margarita (2021). The role of reality enhancing technologies in teaching and learning of mathematics. *Computers & Electrical Engineering*, 94, 107287. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107287>
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2018). *Masterplan für die Digitalisierung im Bildungswesen*. <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp/dibi/mp.html>
- Chalkiadakis, Angelos, Seremetaki, Antonia, Kanellou, Athanasia, Kallishi, Maria, Morfopoulou, Anastasia, Moraitaki, Marina, & Mastrokourkou, Sofia (2024). Impact of Artificial Intelligence and Virtual Reality on Educational Inclusion: A Systematic Review of Technologies Supporting Students with Disabilities. *Education Sciences*, 14(11), 1223. <https://doi.org/10.3390/educsci14111223>
- Chen, Jingyuan; Fu, Zongjian; Liu, Hongfeng & Wang, Jinku (2023). Effectiveness of Virtual Reality on Learning Engagement: A Meta-Analysis. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 19(1), 1–14. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.334849>
- Chen, Yu-Li & Hsu, Chun-Chia (2020). Self-regulated mobile game-based English learning in a virtual reality environment. *Computers & Education*, 154, 103910. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103910>

- Concannon, Brendan; Esmail, Shaniff & Roduta Roberts, Mary (2019). Head-Mounted Display Virtual Reality in Post-secondary Education and Skill Training. *Frontiers in Education*, 4, 80. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00080>
- Cuturi, Luigi; Cooney, Sarah; Cappagli, Giulia; Newell, Fiona & Gori, Monica (2023). Primary Schoolers' Response to a Multisensory Serious Game on Cartesian Plane Coordinates in Immersive Virtual Reality. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 26(8), 648–656. <https://doi.org/10.1089/cyber.2022.0209>
- Dalgarno, Barney, & Lee, Mark, J, W (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10–32. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>
- De Paolis, Lucio, Tommaso; Arpaia, Pasquale & Sacco, Marco (2023). *Extended Reality: International Conference, XR Salento 2023, Lecce, Italy, September 6-9, 2023, Proceedings, Part I* (Bd. 14218). Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-43401-3>
- Dewey, John (2001). *Democracy and Education*. The Free Press.
- Di Natale, Anna, Flavia; Repetto, Claudia, Riva, Giuseppe & Villani, Daniela (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2006–2033. <https://doi.org/10.1111/bjet.13030>
- Europäische Kommission. (2018). *Empfehlung des Rates vom 22. Mai 2018 zu Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen Text von Bedeutung für den EWR*.
- Fraillon, Julian (2024). *An international perspective in digital literacy: Results from ICILS 2023*. https://www.iea.nl/sites/default/files/2024-11/ICILS_2023_International_Report_0.pdf
- GEM Report UNESCO. (2023). *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education: A tool on whose terms?* (1. Aufl.). GEM Report UNESCO. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>
- Goertz, Ray; Mingesz, S; Potts, C & Lindberg, J (1965). An experimental headcontrolled television to provide viewing for a manipulator operator. *Proceedings of the 13th remote systems technology conference*, 57–60.
- Jerowsky, Michael (2024). *Comparing the Use of Virtual, Augmented, and Outdoor Field Trips in the Environmental Education of Children* [University of British Colombia]. <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/23/16315>
- Korlat, Selma; Kollmayer, Marlene; Haider, Christian; Hlavacs, Helmut; Martinek, Daniel; Pazour, Patrick & Spiel, Christiane (2024). PhyLab – a virtual reality laboratory for experiments in physics: *A pilot study on intervention effectiveness and gender differences*. *Frontiers in Psychology*, 15.
- Laine, Joakim; Korhonen, Tiina & Hakkarainen, Kai (2023). Primary school students' experiences of immersive virtual reality use in the classroom. *Cogent Education*, 10(1), 2196896. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2196896>
- Ludenso. (2025, April 10). *Research on the Pedagogical Potential of Augmented Reality*. <https://www.ludenso.com/blog/research-on-pedagogy-and-ar-technology-with-the-university-of-stavanger>
- Makransky, Guido; Terkildsen, Thomas, S & Mayer, Richard, E (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>

- Martirosov, Sergo, Bureš, Marek, & Zítka, Tomáš (2022). Cyber sickness in low-immersive, semi-immersive, and fully immersive virtual reality. *Virtual Reality*, 26(1), 15–32.
<https://doi.org/10.1007/s10055-021-00507-4>
- Redecker, Christine (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. (JRC107466). Joint Research Centre.
<https://data.europa.eu/doi/10.2760/159770>
- Schober, Barbara; Korunka, Christian; Pelikan, Elisabeth; Schöllbauer, Julia; Eder, Barbara; Haider, Christian; Hubweger, Michaela; Koesten, Laura; Metzler, Elisa; Mir, Ana; Stoll, Johanna; Uhlig, Lars; Vakavlieva, Zora; Poller, Bettina & Wally, Bernhard (2024). *Zukunft der Bildung im Kontext von Digitalisierung und Chancengerechtigkeit*.
- Selwyn, Neil (2022). *Education and technology: Key issues and debates* (Third edition). Bloomsbury Academic.
- Tashtoush, Mohammad, A; Wardat, Yousef; Aloufi, Faisal & Taani, Osama (2022). The effect of a training program based on TIMSS to developing the levels of habits of mind and mathematical reasoning skills among pre-service mathematics teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(11), em2182.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/12557>
- Tashtoush, Mohammad, A; Wardat, Yousef & Elsayed, Abdelkader, M (2023). Mathematics Distance Learning and Learning Loss During COVID-19 Pandemic: Teachers' Perspectives. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 23(5).
<https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i5.5933>
- United Nations (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*.
<https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- Wardat, Yousef; Jarrah, Adeeb M & Stoica, George (2021). Understanding the Meaning of the Equal Sign: A Case Study of Middle School Students in the United Arab Emirates. *European Journal of Educational Research*, volume–10–2021(volume–10–issue–3–july–2021), 1505–1514. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.3.1505>
- Wolfartsberger, Josef. (2019). Analyzing the potential of Virtual Reality for engineering design review. *Automation in Construction*, 104, 27–37.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.018>

Welche Zukünfte verbergen sich hinter dem Vorhang?

Wissenschaft spielerisch erleben und Zukünfte visionieren durch performative Impulse

1. Wissenschaft erleben: Dramapädagogik in der Wissenschaftsvermittlung

Trotz der derzeitig aktuellen Umfrageergebnisse des Wissenschaftsbarometers 2023¹, in denen sich im Vergleich zum Jahr 2022 die Zahlen in Bezug auf das Vertrauen in die Wissenschaft etwas verbessert haben, zeigt sich, dass dennoch rund ein Drittel der befragten Österreicher*innen der Wissenschaft skeptisch gegenübersteht. Diese skeptische Haltung gegenüber der Wissenschaft mündet aus mehreren Entwicklungen der letzten Jahre, wie auch Wieselberg und Vater (2024) im Editorial von *Magazin erwachsenenbildung.at* schreiben: „Hinter einem Desinteresse an Wissenschaft oder der Ablehnung ihrer Erkenntnisse stehen häufig gesellschaftliche, politische und ökonomische Probleme der Gegenwart, die einer Bearbeitung bedürfen.“ (Wieselberg & Vater 2024, 3) Auch die Vermittler*innenrolle der Wissenschaftler*innen hat sich in den letzten Jahren verändert, besonders deutlich wurde dies in der Corona-Pandemie, während der Akteur*innen aus der Wissenschaft zu Einfluss im politischen Feld kamen – zeitgleich ließ sich eine Steigerung des Misstrauens in die Wissenschaft messen (vgl. Hofmann 2024, 49).

Eine nähere Betrachtung der Ergebnisse des Wissenschaftsbarometers 2023 zeigt signifikante Unterschiede im Vertrauen gegenüber verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen: Mathematik und Physik genießen ein hohes Maß an Vertrauen, hingegen fallen die Werte in den Bereichen Ökologie und Klimaforschung deutlich geringer aus. Diese Entwicklungen in der Wahrnehmung und im Vertrauen in die Wissenschaft spiegeln sich auch im schulischen Kontext wider, wo die Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Inhalten zunehmend von Skepsis und Entfremdung geprägt ist. Obwohl die Auseinandersetzung mit Wissenschaft für alle Individuen von großer Relevanz und Bedeutung ist, distanzieren sich viele Schüler*innen von wissenschaftlichen Inhalten, weil ihnen im schulischen Kontext oftmals ein einseitiges Bild von Wissenschaft vermittelt wird (vgl. McKinley-Hicks 2020, 96). Ein möglicher Grund dafür könnte eine Diskrepanz in den Vorstellungen darüber sein, was es bedeutet, im (natur-)wissenschaftlichen Fachunterricht als ‚gute*r Schüler*in‘ zu gelten – für viele Lernende ist dies gleichbedeutend mit der Fähigkeit, stets die richtigen Antworten auf Lehrer*innenfragen zu geben und Formeln auswendig zu beherrschen (vgl. ebd.). Kreative Unterrichtsmethoden, inspiriert von den bildenden und darstellenden Künsten, finden vermutlich nur selten Eingang in den MINT-Unterricht und werden von

1 ÖAW Wissenschaftsbarometer: <http://oeaw.ac.at/wissenschaftsbarometer>

den meisten Schüler*innen wohl kaum mit diesen Fächern assoziiert. Vielleicht würden sich jedoch einige Lernende den Aufbau von Zellen leichter merken, wenn sie ihre Bestandteile tanzen würden? Selbstverständlich erreichen künstlerische Praktiken nicht die Gesamtheit aller Schüler*innen, aber indem man kreative Methoden einsetzt und innovative Wege in der Wissenschaftskommunikation begeht, könnte man mehr junge Menschen ansprechen und sie dazu inspirieren, sich mit Wissenschaft auseinanderzusetzen. Dramapädagogische Methoden ermöglichen es Lernenden, wissenschaftliche Fakten nicht nur aufzunehmen, sondern sie durch aktives Erleben und Mitgestalten tiefergehend zu verstehen.

Dramapädagogik als Lernmethode in der Wissenschaftsvermittlung und Förderung von *Futures Literacy* bietet ein doppeltes Potenzial: Sie schafft ganzheitliche, geschützte leibliche Erfahrungen und fördert durch den Modus des ‚Als-ob‘ eine explorative Erprobung verschiedener Zukünfte – besonders bedeutsam für einen Unterricht, der die sinnliche Wahrnehmung und die Rolle des Menschen in ökologischen Systemzusammenhängen neu reflektiert (vgl. Capatu & Lempp 2023). In eine andere Rolle zu schlüpfen, ermöglicht es uns, andere Perspektiven einzunehmen und Zusammenhänge aus anderen Blickwinkeln hautnah mitzuerleben.

Körperarbeit erleichtert einen Perspektivenwechsel, da sie es durch Bewegung und den geschützten Raum, den die Dramapädagogik bietet, ermöglicht, sich in verschiedene Settings hineinzusetzen und unterschiedliche Szenarien auszuprobieren. Insbesondere in der Wissenschaftskommunikation eignen sich performative Methoden aus diesen Gründen hervorragend, da sie einen emotionalen Zugang zu wissenschaftlichen Themen schaffen und interaktives Erleben sowie Verstehen fördern können.

Um die Potenziale performativer Methoden in der Wissenschaftskommunikation differenziert darzustellen, werden im Folgenden zentrale Aspekte körperbezogenen Lernens und Erlebens näher betrachtet.

1.1 Bewegtes Lernen und Wissenschaftskommunikation

Performative Methoden fördern nicht nur die kreative Betätigung, sondern tragen auch maßgeblich zur Stärkung sozialer und emotionaler Kompetenzen bei. Diese Kompetenzen wirken sich wiederum positiv auf die Lernmotivation aus. Insbesondere körperliche Erfahrungen spielen im Kontext des Lernens eine zentrale Rolle, da sie verschiedene sensorische Reize aktivieren und dadurch eine vernetzte Speicherung des Erlernten ermöglichen (vgl. Sambanis 2013, 131). Obwohl Sambanis diese Prozesse primär im Fremdsprachenunterricht untersucht, sind ihre Erkenntnisse auf andere Bildungsbereiche durchaus übertragbar. Bewegtes Lernen hat nachweislich positive Auswirkungen auf das Gehirn: Es ermöglicht beispielsweise die Anlage motorischer Gedankenspuren, die sowohl das Lernen beschleunigen als auch die Langzeitbehaltung des Gelernten fördern (vgl. Sambanis 2013, 131).

Gerade in der Wissenschaftskommunikation können diese Mechanismen von großer Bedeutung sein. Durch performative Methoden lassen sich komplexe Inhalte nicht nur anschaulicher vermitteln, sondern auch nachhaltiger verankern. Die Verknüpfung kognitiver, emotionaler und motorischer Prozesse ermöglicht es, wissenschaftliche Konzepte greifbar und möglichst vielen Lernenden leichter verständlich zu machen. Auf diese Weise trägt bewegtes Lernen dazu bei, den Zugang zu Wissen zu erleichtern und dessen langfristige Beibehaltung zu verbessern.

1.2 Vom Kopf ins Herz: Gelerntes emotional verankern

Soziale und emotionale Kompetenzen sind zentrale Grundlagen für den beruflichen und persönlichen Erfolg. Als ganzheitliche Fähigkeiten beeinflussen sie alle Aspekte menschlichen Handelns: Sie sind essenziell für den (Schul-)Alltag, zwischenmenschliche Beziehungen und den beruflichen Kontext. Entscheidend ist, ob eine Person ihre Emotionen wahrnehmen und regulieren, sich auf eine Aufgabe konzentrieren, soziale Interaktionen erfolgreich gestalten und aus neuen Erfahrungen lernen kann (vgl. OECD 2024, 23).

Dramapädagogische Methoden bieten einen geeigneten Rahmen, um diese Kompetenzen in einer positiven und angstfreien Lernatmosphäre zu fördern, und sie beziehen die Gefühlswelt und Emotionen der Lernenden mit ein (vgl. Turecek & Turecek 2017, 153). Der Schutz in Als-ob-Situationen und die Dynamik der Gruppe schaffen ein Umfeld, in dem sich Lernende sicher fühlen können, sich auszuprobieren und aktiv an kreativen Prozessen teilzunehmen (vgl. Sambanis 2013, 130). Durch den geschützten Raum entstehen Freiräume, in denen Emotionen bewusst in den Lernprozess eingebunden werden können. Die Dramapädagogik erlaubt es, Lernen durch emotionale Erfahrungen zu vertiefen. Durch das Inszenieren und Sich-Hineinfühlen in andere Situationen, die vom Alltag abweichen, werden authentische Reaktionen gefördert, in denen man ‚Aha‘-Erlebnisse haben kann. Die Dramapädagogik eröffnet eine ästhetische Perspektive auf die Wissenschaft und damit neue Sichtweisen auf die Wirklichkeit (vgl. Gebhart et al. 2019, 10ff). In einem geschützten und kreativen Umfeld können Lernerfahrungen entstehen, die aufgrund ihrer emotionalen Intensität besonders tief im Gedächtnis bleiben.

In der Wissenschaftsvermittlung eröffnet dies neue Möglichkeiten: Wenn wissenschaftliche Inhalte nicht nur intellektuell, sondern auch emotional erlebt werden, erhöhen sich sowohl die Zugänglichkeit der Themen als auch die Nachhaltigkeit des Lernens.

1.3 Dramapädagogik und *Futures Literacy*

Um den derzeitigen Herausforderungen ressourcenorientiert begegnen zu können, benötigt es Bildungskonzepte, die bereits in der Schule notwendige Zukunftskompetenzen vermitteln – hierfür steht *Futures Literacy*, von der UNESCO als entscheidende Schlüsselkompetenz für zukünftige Bildung anerkannt, für ein Bildungskonzept, das Menschen zur Bewältigung einer unsicheren Zukunft befähigen will (vgl. UNESCO 2019).

Futures Literacy beinhaltet die Fähigkeit, alternative Zukünfte zu antizipieren und zu imaginieren; sie erfordert die Akzeptanz von Komplexität und ein erweitertes Verständnis unserer eigenen Handlungsfähigkeit, um vorausschauend konkrete Vorstellungen zu entwickeln, positive Zukunftsbilder zu entwerfen und kreative Lösungen zu fördern (vgl. Sippl, Brandhofer & Rauscher 2023, 9ff).

Dramapädagogische Methoden bieten einen idealen Rahmen, um *Futures Literacy* zu fördern. Die Querschnittskompetenz der FL kann im Bildungsbereich mit Kreativität und Partizipation das langfristige Denken und Handeln als Fähigkeit einsetzen, sodass sich Lernende und Lehrende einer volatilen Welt mit mehr Mut stellen können. (Ciesielski & Ollenburg 2023, 83)

Sie ermöglichen eine sowohl intellektuelle als auch emotionale Auseinandersetzung mit Zukunftsnarrativen. Der partizipative Charakter dieser Ansätze ermutigt Lernende, kreativer, offener und innovativer mit möglichen Zukünften umzugehen. Durch die emotionale Einbindung, die performative Methoden fördern, wird Wissen nicht nur intellektuell aufgenommen, sondern auch auf einer tieferen emotionalen Ebene verankert. Dies erleichtert eine nachhaltige Integration des Erlernten in die Denkweise und Werte der Lernenden und legt somit eine Grundlage für aktives, zukunftsorientiertes Handeln. In diesem Beitrag werden Beispiele gezeigt, wie Dramapädagogik dazu dienen kann, Wissenschaftskommunikation und *Futures Literacy* zu fördern.

2. Wissenschaft mit anderen Augen sehen: die Bedeutung des Perspektivenwechsels

Das Eintauchen in eine andere Rolle eröffnet die Möglichkeit, neue Perspektiven zu entdecken und Zusammenhänge aus einem fremden Blickwinkel hautnah zu erleben. Ein Perspektivenwechsel fördert nicht nur das Verständnis komplexer Sachverhalte, sondern stärkt auch die Fähigkeit zur Empathie (vgl. Theßen 2023). Diese Fähigkeit ist keineswegs trivial, sondern spielt eine entscheidende Rolle in der Wissenschaftskommunikation – und zwar auf beiden Seiten: Lernende entwickeln durch die intensive Auseinandersetzung mit einer Materie eine tiefere Verbindung zum Gelernten. Lehrende, die sich alternativer und kreativer Methoden bedienen, können wissenschaftliche Inhalte auf Augenhöhe und partizipativ vermitteln, anstatt diese hierarchisch ‚von oben herab‘ zu präsentieren.

Das Übernehmen von Rollen und die Anwendung improvisatorischer Spieltechniken ermöglichen es, unterschiedliche Perspektiven besser nachzuvollziehen und durch diese Differenzerfahrungen das eigene Verständnis zu reflektieren (vgl. Hoffelner 2020, 54). Besonders in der Wissenschaftskommunikation kann dies ein wertvolles Werkzeug sein, um komplexe Zusammenhänge greifbar zu machen. Ein Beispiel dafür ist die Beschäftigung mit Ökosystemen wie dem Wald: Anstatt Lernenden abstrakte Beschreibungen des Zusammenspiels der Akteure zu liefern, könnten sie sich aktiv in die Rolle der verschiedenen Waldbewohner hineinversetzen. Durch das spielerische Darstellen dieser Lebewesen – sei es ein Vogel, ein Baum oder ein Käfer – lassen sich die Wechselwirkungen im Ökosystem nicht nur intellektuell, sondern auch emotional und körperlich besser nachvollziehen.²

Die Fähigkeit, Inhalte nicht nur zu verstehen, sondern sie auch zu erspüren, zu fühlen und subjektiv-leiblich zu erfahren, eröffnet eine neue Dimension der Wissensvermittlung (vgl. Gebhart et al. 2019, 10f). Ein solcher Perspektivenwechsel schärft nicht nur die Wahrnehmung, sondern macht Wissenschaft zu einem lebendigen und persönlichen Erlebnis, das nachhaltig im Gedächtnis bleibt.

2 Siehe den Beitrag von Sippl, Capatu, Lughammer & Jöstl in diesem Band.

3. Beispiele aus der Praxis und für die Praxis

In den folgenden zwei Unterkapiteln werden Beispiele vorgestellt, welche die Verbindung von Dramapädagogik mit *Futures Literacy* sowie mit Wissenschaftskommunikation veranschaulichen. Diese Beispiele stammen aus Projekten, an denen die Pädagogische Hochschule Niederösterreich beteiligt ist, die sich an Lehrende richten und aufzeigen, wie dramapädagogische Methoden genutzt werden können, um sowohl *Futures Literacy* zu fördern als auch Wissenschaftskommunikation zu vermitteln.

3.1 Methodenmosaik des UNESCO Chair in Learning and Teaching Futures Literacy in the Anthropocene

Der UNESCO-Lehrstuhl „Futures Literacy – Zukünfte lernen und lehren im Anthropozän“ an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich³, dessen Chairholder Carmen Sippl und Co-Chairholder Karin Tengler sind und der der einzige UNESCO-Lehrstuhl an einer Pädagogischen Hochschule ist, bietet vielfältige Methoden in seinem „Methodenmosaik“ an, um das Lernen und Lehren von Zukünften zu unterstützen. Hierbei finden sich auch einige Methoden aus der Dramapädagogik wieder, wie z. B. die Methode „Dolmetschen“ (Capatu 2024), bei der Lernende sich in die Rolle eines*r Besuchers*in aus der Zukunft hineinversetzen. Die Lehrkraft gibt den Lernenden die Aufgabenstellung: „Stellt euch vor, wir haben Besuch aus der Zukunft bekommen! In dieser Zukunft spricht man jedoch eine Sprache, die wir heute nicht verstehen können. Der*die Besucher*in aus der Zukunft hat deshalb eine*n Dolmetscher*in mitgebracht, um uns zu erklären, was er*sie uns mitteilen möchte.“ (Vgl. ebd.)

Diese Methode eignet sich sehr gut, um aus einer außenstehenden Perspektive auf das Anthropozän, das Erdzeitalter, das von dem Ausmaß des massiven menschlichen Wirkens geprägt ist (Leinfelder 2018), zu blicken und dabei mögliche Zukunftsszenarien kritisch und spielerisch zu reflektieren. Sie fordert die Lernenden dazu auf, sich nicht nur in die Gedankenwelt eines hypothetischen Zukunftsbesuchers einzufühlen, sondern auch aktiv darüber nachzudenken, welche Botschaften dieser im Dialog mit der Gegenwart übermitteln würde. Dadurch wird eine Verbindung zwischen der Reflexion über langfristige Entwicklungen und der kreativen Gestaltung zukünftiger Narrative geschaffen.

Mit Methoden aus dem Methodenmosaik wie dem „Dolmetschen“ bietet der UNESCO-Lehrstuhl Möglichkeiten zur Förderung von *Futures Literacy* im Unterricht. Die Methoden helfen nicht nur dabei, komplexe Zusammenhänge und Herausforderungen des Anthropozäns besser zu verstehen, sondern auch, innovative Lösungsansätze zu entwickeln, die durch empathisches und spielerisches Lernen unterstützt werden. Das Methodenmosaik ist ein kollaboratives Projekt, das dazu einlädt, gemeinsam innovative Ansätze zu entwickeln, zu erproben und zu teilen, um das Lernen und Lehren von Zukünften vielseitig und kreativ zu gestalten.

3 UNESCO-Lehrstuhl „Futures Literacy – Zukünfte lernen und lehren im Anthropozän“:
<https://www.ph-noe.ac.at/unesco-chair>

3.2 Wenn Spinnen sprechen und Tiere therapieren – Perspektivenwechsel in der Hochschulbildung

Im Rahmen des Erasmus+ Projekts „*CultureNature Literacy* (CNL): Schulische Schlüsselkompetenzen für Europas Zukunftsgestaltung im Anthropozän“⁴ entstanden in Zusammenarbeit mit Studierenden der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich CNL-Text-Bild-Narrationen, um die Mensch-Natur-Beziehung künstlerisch-kreativ zu reflektieren und darzustellen. Zwei CNL-Narrationen wurden im Seminar „Darstellen“ in Form von Videos realisiert. Sie thematisieren den Perspektivenwechsel zwischen Mensch und Spinne sowie die Darstellung anthropomorphisierter Tiere, die in einer Selbsthilfegruppe ihre Sorgen und Ängste miteinander teilen.⁵

Im Video *Tägliche Vernetzung* setzen sich Studierende mit dem Zusammenleben von Menschen aus der Sicht von Spinnen auseinander. In ihrer humorvollen und zugleich informativen Show gewähren sie einen Einblick in die Lebenswelt der Spinnen und berichten über deren tägliches Miteinander mit den Menschen, während sie die Perspektive der Spinnen einnehmen. Diese komplexe Beziehung zwischen Mensch und Spinne wird auf originelle Weise reflektiert, indem den oft als ‚eklig‘ wahrgenommenen Tieren eine Stimme gegeben wird. Durch den Perspektivenwechsel konnten die Studierenden in die Sichtweise dieser ‚unbeliebten‘ Lebewesen eintauchen und reflektieren, wie die Beziehung zwischen Menschen und Spinnen aus deren Perspektive aussieht.

In dem Video *Tierische Selbsthilfegruppe* stellen die Studierenden verschiedene Protagonist*innen der Tierwelt dar, die sich in einer Selbsthilfegruppe treffen, um über ihre Probleme zu sprechen. Die humorvolle Darstellung der Eigenheiten dieser Protagonist*innen dient nicht nur der Unterhaltung, sondern regt auch dazu an, Tiere aus einer neuen Perspektive zu betrachten.

Diese kreative Herangehensweise fördert nicht nur ein tieferes Verständnis für die Komplexität der Mensch-Natur-Beziehung, sondern zeigt auch, wie wissenschaftliche Themen durch künstlerische und narrative Methoden zugänglicher und verständlich kommuniziert werden können und ein Perspektivenwechsel vollzogen werden kann.

4. Fazit

Dramapädagogische und kreative Methoden eröffnen neue Möglichkeiten, wissenschaftliche Inhalte nicht nur zugänglicher, sondern auch nachhaltiger zu vermitteln. Sie bieten einen vielversprechenden Weg, um Perspektivenwechsel zu unterstützen und *Futures Literacy* zu fördern. Diese Methoden ermöglichen es, nicht nur kognitive, sondern auch emotionale und soziale Kompetenzen zu stärken und damit das Lernen langfristig zu verankern.

Durch kreative und partizipative Zugänge werden Lernende ermutigt, sich aktiv mit zukünftigen Szenarien auseinanderzusetzen und dabei ihre Vorstellungskraft zu erweitern. Die aufgezeigten Praxisbeispiele aus dem Erasmus+ Projekt *CultureNature Literacy* (CNL) und dem Methodenmosaik des UNESCO-Lehrstuhls verdeutlichen, wie spielerische und

4 *CultureNature Literacy*: <https://cnl.ph-noe.ac.at/>

5 Die Videos sind abrufbar auf <https://cnl.ph-noe.ac.at/cnl-narrationen>.

performative Ansätze das Lernen transformieren und neue Perspektiven auf wissenschaftliche Fragestellungen eröffnen können. Diese Ansätze tragen nicht nur zur Sensibilisierung für drängende ökologische Themen bei, sondern fördern auch ein aktives, zukunftsorientiertes Handeln.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass dramapädagogische Methoden ein wertvolles Instrument zur Wissenschaftskommunikation darstellen können. Sie fördern nicht nur ein tieferes Verständnis für wissenschaftliche Konzepte, sondern stärken auch die emotionalen und sozialen Kompetenzen der Lernenden, die notwendig sind, um in einer zunehmend komplexen Welt verantwortungsbewusst zu handeln.

Literatur

- Capatu, Ioana (2024). Dolmetschen In: *Methodenmosaik des UNESCO Chair in Learning and Teaching Futures Literacy in the Anthropocene*.
<https://www.ph-noe.ac.at/unesco-chair>
- Capatu, Ioana & Lempp, Felix (2024). (In) Zukunft unterrichten? Klimakrise, Schule – und Theater. In *KWI-BLOG* [<https://blog.kulturwissenschaften.de/in-zukunft-unterrachten/>], 25.03.2024 DOI: <https://doi.org/10.37189/kwi-blog/20240325-0830>
- Ciesielski, Martin A. & Ollenburg, Stefanie (2023). Erspielte Zukünfte. Improvisation als angewandte, antizipativ-performative Praxis der Futures Literacy. In Carmen Sippl, Erwin Rauscher & Gerhard Brandhofer (Hrsg.), *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren* (S. 9–13). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- CultureNature Literacy (2022). *CultureNature Literacy (CNL): Schulische Schlüsselkompetenzen für Europas Zukunftsgestaltung im Anthropozän | CultureNature Literacy (CNL): Curricular key competences for shaping Europe's future in the Anthropocene*.
<https://cnl.ph-noe.ac.at>
- Gebhard, Ulrich; Lübke, Britta; Ohlhoff, Dörthe; Pfeiffer, Malte & Sting, Wolfgang (2019). Performatives Arbeiten im Fachunterricht. Theoretisch-konzeptionelle Überlegungen am Beispiel des Biologie- und Theaterunterrichts. In dies. (Hrsg.), *Natur – Wissenschaft – Theater: Performatives Arbeiten im Fachunterricht* (S. 9–30). Beltz Juventa.
- Hoffelner, Alexander (2020). Zum Performative Turn in der Arbeit mit Bildmedien. Überlegungen und konkrete Impulse für die theaterpädagogische Arbeit im Unterricht. *GW-Unterricht* (160), 50–61. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht160s50>
- Hofmann, Lukas (2024). Wissenschaftsskepsis als doppelte Ausschlussverfahren während der Corona-Pandemie. Eine bildungssoziologisch-politikwissenschaftliche Perspektive mit Pierre Bourdieu. In *Magazin erwachsenenbildung.at. Das Fachmedium für Forschung, Praxis und Diskurs*, 18 (52), 45–55
- Leinfelder, Reinhold (2018). Das Anthropozän. Ein integratives Wissenschafts- und Bildungskonzept. Gemeinsam lernen. *Zeitschrift für Schule, Pädagogik und Gesellschaft* 3/2018 (Themenheft Global Goals), 8–14.
- McKinley-Hicks, Megan (2020). Communicating science through theatre: middle school students' noticings and articulations of 'doing' and 'being' in science after a theatre performance. *International Journal of Science Education*, Part B, 10:2, 96–111, DOI: 10.1080/21548455.2020.1719289

- OECD (2024). Social and emotional skills. Well-being, connectedness and success. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/04/social-and-emotional-skills-for-better-lives_7af2f463/35ca7b7c-en.pdf [12.12.2024]
- Sambanis, Michaela (2013). *Fremdsprachenunterricht und Neurowissenschaften*. Narr Verlag.
- Shepherd-Barr, Kirsten (2006). *Science on stage: From Doctor Faustus to Copenhagen*. Princeton University Press.
- Sippl, Carmen; Brandhofer, Gerhard & Rauscher, Erwin (2023). Zu diesem Band. In Carmen Sippl, Erwin Rauscher & Gerhard Brandhofer (Hrsg.), *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren* (S. 9–13). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13)
DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- Sippl, Carmen; Capatu, Ioana; Lughammer, Babette & Jöstl, Gregor (2025). Der Wald der Zukunft. Interdisziplinäre Wissenschaftsbildung in der Primarstufe: eine Pilotstudie. In Carmen Sippl, Ioana Capatu & Rita Elisabeth Krebs (Hrsg.), *„Es wird einmal ...“: Wissen schaffen – Zukünfte erzählen* (S. ...–...). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 17). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2025.a1.170>
- Theßen, Lars (2023). Die Entwicklung auf die Empathie-Stufe: Perspektivenwechsel führt zu Empathie und Mitgefühl. *Psychotherapie*, 28(2), 115–134. DOI: <https://doi.org/10.30820/2364-1517-2023-2-115>
- UNESCO (2021). Futures Literacy. <https://en.unesco.org/futuresliteracy> [10.12.2024]
- Wieselberg, Lukas & Vater, Stefan (2024). Editorial. Wissenschaftskommunikation. Die wechselseitige Durchdringung von Gesellschaft, Wissenschaft und Demokratie. *Magazin erwachsenenbildung.at. Das Fachmedium für Forschung, Praxis und Diskurs*, 18(52), 3–7.
- Wissenschaftsbarometer Österreich (2023). Bericht: Wissenschaftsbarometer Österreich. Gallup International im Auftrag der ÖAW, <https://www.oeaw.ac.at/wissenschaftsbarometer/ergebnisse> [22.12.2024]

Artistic Research als Vermittlerin zwischen Kunst und Wissenschaft

Zur ästhetischen Klangforschung im Schulunterricht

1. Einleitung

Künstlerische Forschung etablierte sich seit den 1990er Jahren, unterstützt durch bildungspolitische Entwicklungen wie den Bologna-Prozess, als eigenständige Disziplin im Bereich von Kunst und Wissenschaft und ist heute größtenteils institutionell anerkannt. Trotz dieser Etablierung bleibt ihr Status innerhalb der akademischen Wissenschaften umstritten. Oft wird sie als marginale Disziplin betrachtet und erfährt geringe Anerkennung im traditionellen akademischen Diskurs. Dabei birgt *Artistic Research* das Potenzial, durch künstlerische Prozesse Wissen zu generieren, das sich weder rein wissenschaftlich noch rein künstlerisch fassen lässt (vgl. Busch 2015). Insbesondere in der ästhetischen Klangforschung (vgl. Steiner 2021) eröffnet sie neue Erkenntniswege und kann im schulischen Unterricht eine wichtige Rolle als Vermittlerin zwischen künstlerischer Praxis und wissenschaftlicher Reflexion einnehmen. Helga Kämpf-Jansen betont, dass ästhetische Forschung „eine subjektive, sinnlich-ästhetische Auseinandersetzung mit Welt“ ermöglicht und damit neue Bildungszugänge im Schulunterricht eröffnet (Kämpf-Jansen 2001, 45). Während Kämpf-Jansen stärker im Bereich der Bildenden Kunst verortet ist, richtet Erika Fischer-Lichte ihren Fokus auf performative Kunstformen. Aus theaterwissenschaftlicher Sicht beschreibt sie Performativität als einen ereignishaften Prozess, in dem durch die leibliche Ko-Präsenz von Ausführenden und Publikum eine „autopoietische Feedback-Schleife“ entsteht, die Wissen nicht vermittelt, sondern im Moment des Vollzugs hervorbringt (Fischer-Lichte 2004, 38). Diese Perspektive ist insbesondere für musikalische Praxisformen – wie das Musizieren – von Bedeutung, da auch hier Erkenntnis und Ausdruck in der Handlung selbst entstehen. Dies entspricht dem natürlichen Forscherdrang junger Menschen und fördert das forschende Lernen im Musikunterricht, das „durch eigenständiges Entdecken und Experimentieren nachhaltige Bildungsprozesse anregt“ (Huber 2020, 27).

Ein wesentlicher Grund für die wenig etablierte Stellung der künstlerischen Forschung liegt in einer prinzipiellen Zurückhaltung der Universitäten gegenüber neuen Erkenntnisformen. In diesem Zusammenhang wird kritisch angemerkt:

Ich nehme ein Sammelsurium an Methoden wahr, als hätten dieselben nicht auch ihre Geschichte, ihre Zusammenhänge, Implikationen, Zwänge [...]. Wissenschaftliche Methoden liegen nicht auf dem unkritischen Grabbeltisch der Möglichkeiten herum (Kampe, 2021).

Darüber hinaus warnt Anke Haarmann (2015) vor einer möglichen „hochschulpolitischen Disziplinierung“, die zu einem „methodischen Korsett“ führen könnte, das die künstlerische Freiheit einschränkt. Diese werden oft an traditionellen wissenschaftlichen Paradigmen gemessen. Diese Haltung steht im Kontrast zu der Orientierung der künstlerischen Forschung an etablierten wissenschaftlichen Standards. Gleichzeitig trägt die künstlerische Forschung selbst zu ihrer problematischen Situation bei, indem sie ihr Selbstverständnis zu stark an der akademischen Forschung ausrichtet, wodurch ihre eigene methodische Flexibilität und kreative Freiheit eingeschränkt werden. Die Übernahme theoretischer Modelle, methodischer Optionen sowie Evaluations- und Distributionsformen erschwert die Entwicklung einer eigenständigen Identität. „Wissenschaftliche Paradigmen sind nicht nur Erkenntnisrahmen, sondern auch soziale Strukturen, die festlegen, was als legitimes Wissen gilt“ (Kuhn 1962, 109). Die künstlerische Forschung bewegt sich daher oft innerhalb der von der traditionellen Wissenschaft gesetzten Grenzen. Um sich als gleichwertiges Forschungsfeld zu etablieren, wäre eine Emanzipation von der universitären Forschung erforderlich – allerdings stellt sich dies als problematisch dar. Die Entwicklung eigener Methoden, Formen der Erkenntnisproduktion und der Wissenschaftskommunikation, die den spezifischen Arbeitsweisen künstlerischer Forschung gerecht werden, ist entscheidend. Ein Beispiel hierfür ist die zunehmende Nutzung performativer Ansätze, bei denen die Forschung durch künstlerische Praxis selbst zum Erkenntnisprozess wird – etwa in der Tanzforschung, wo der Körper als Wissensquelle dient. Auch die Art und Weise, wie Ergebnisse in Form von Ausstellungen, Installationen oder performativen Präsentationen vermittelt werden, stellt eine alternative Form der Wissenschaftskommunikation dar, die mit traditionellen akademischen Formaten wie Publikationen oder Vorträgen kontrastiert. Diese alternativen Kommunikationsformen bieten neue Möglichkeiten, Wissen zu vermitteln und ein breiteres Publikum anzusprechen.

Künstlerische Forschung ist ein dynamischer Prozess, der ständig neue Formen und Ausdrucksweisen sucht und dabei die Grenzen des Wissens und der Kunst überschreitet (Borgdorff 2012, 7).

Eine solche Neuorientierung kann die künstlerische Forschung als eigenständige Disziplin stärken und ihr langfristig eine gleichberechtigte Position im Wissenschaftssystem sichern.

2. Ästhetische Erfahrung und explizites Wissen – unterschiedliche Formen der Erkenntnis

2.1 Ästhetisches Wissen und wissenschaftliches Wissen

Während die gängige Vorstellung Wissen als einen Bestand an Fakten, Theorien und Regeln begreift, der durch Gewissheit und Klarheit charakterisiert ist, existiert demgegenüber auch ästhetisches Wissen, das auf einer spezifischen Form der Erfahrung gründet. Dieses Wissen lässt sich nicht ausschließlich durch die Methoden der traditionellen Wissenschaften erfassen, sondern entsteht oft durch subjektive Wahrnehmung, kreative Prozesse und sinnliche Erfahrung. In der Kunst- und Ästhetikforschung wird ästhetisches Wissen häufig als eine

Form der ‚nicht-wissenschaftlichen‘ Erkenntnis beschrieben, die durch Intuition, Emotion und Imagination geprägt ist (vgl. Gombrich 2000). Ernst Gombrich beschreibt, dass ästhetisches Wissen nicht nur in abstrakten Konzepten, sondern auch in der konkreten Erfahrung von Kunstwerken existiert, welche die Wahrnehmung der Betrachter*innen beeinflussen und erweitern.

In der künstlerischen Forschung wird das ästhetische Wissen als ein dynamischer Prozess verstanden, der ständig in Wechselwirkung mit der praktischen und performativen Erfahrung steht und als legitime Form der Erkenntnisproduktion anerkannt wird. Diese Perspektive stellt eine Erweiterung der traditionellen Wissensdefinition dar und fordert eine Neubewertung der Methoden, die in der akademischen Forschung Anwendung finden.

Anders als klassisches wissenschaftliches Wissen, das sich primär auf empirische oder logische Begründungen stützt, zeichnet sich ästhetisches Wissen durch seine Fundierung in sinnlich strukturierten Lernprozessen aus, welche begrifflich unbestimmte Eigenschaften hervorheben (vgl. Remmers 2015, 391). Ästhetisches Wissen verweist somit auf eine Erkenntnisform, die sich nicht ausschließlich durch eindeutige Definitionen oder Evidenzen erfassen lässt, sondern vielmehr in einem komplexen Zusammenspiel von Sinnlichkeit und Begrifflichkeit entsteht. Dieses Zusammenspiel entzieht sich einer linearen Urteilslogik und eröffnet einen Erkenntnisraum, in dem Wahrnehmung, Reflexion und Interpretation ineinandergreifen. Insbesondere in der künstlerischen Forschung, die sich häufig offener, prozesshafter und erfahrungsbasierter Methoden bedient, nimmt ästhetisches Wissen eine zentrale Rolle ein, da es über rein rationales Verstehen hinausgeht und alternative Erkenntniswege eröffnet, die für die künstlerische Praxis von Relevanz sind. So konzipieren Nöthen und Bauer künstlerisches Forschen als eine Praxis, die Erkenntnisse aus der Verbindung von künstlerischem und wissenschaftlichem Handeln generiert, indem sie ein breites Spektrum sinnlich-ästhetischer und deutend-semiotischer Zugänge erschließt (Nöthen & Bauer 2023, 221–228). Diese Verbindung von sinnlicher Erfahrung und reflexiver Praxis trägt dazu bei, das Spektrum des Wissens zu diversifizieren und neue Wege der Erkenntnisgewinnung zu eröffnen.

2.2 Zur Vielfalt der Ästhetik: vom Schönen zur sinnlichen Erfahrung

Die Ästhetik hat sich von einer primär auf das Schöne fokussierten Disziplin zu einer umfassenden Theorie der sinnlichen Erfahrung und des künstlerischen Ausdrucks entwickelt. Alexander Gottlieb Baumgarten (1750), der im 18. Jahrhundert den Begriff der Ästhetik prägte, legte mit seiner *Aesthetica* den Grundstein für die Ästhetik als eigenständige Disziplin. In dieser frühen Phase der Ästhetik konzentrierte sich die Forschung vor allem auf die Erforschung und Systematisierung der Prinzipien und Gesetze des Schönen.

Ein entscheidender Wendepunkt in der Geschichte der Ästhetik ist mit dem Werk von Immanuel Kant verbunden. Immanuel Kant (1790) verschob mit seiner *Kritik der Urteilskraft* den Fokus der Ästhetik von der objektiven Beschaffenheit des Schönen hin zur subjektiven Erfahrung der Betrachter*innen. Damit eröffnete er neue Perspektiven auf die Kunsterfahrung und die Rolle des Geschmacks und der Einbildungskraft. In der Folgezeit erweiterte sich der Gegenstandsbereich der Ästhetik kontinuierlich. Neben der Kunst traten auch andere Bereiche sinnlicher Erfahrung in den Blick, wie Natur, Design oder Alltag.

Zudem rückte die Auseinandersetzung mit der Bedeutung und Funktion von Kunst und ästhetischer Erfahrung in den Mittelpunkt der Debatten.

Die moderne Ästhetik ist durch eine Pluralität von Ansätzen und Fragestellungen gekennzeichnet, die von der phänomenologischen Analyse sinnlicher Wahrnehmung über die kultur- und sozialwissenschaftliche Untersuchung ästhetischer Praktiken bis hin zur kritischen Reflexion über die Rolle der Ästhetik in der Gesellschaft reichen (vgl. Reimers 2015). Zentrale Begriffe der Ästhetik sind *Aisthesis* (griechisch für sinnliche Wahrnehmung), das Schöne, das oft mit Harmonie und Vollkommenheit assoziiert wird, sowie das Erhabene, das Ehrfurcht und Staunen hervorruft. Der Begriff des Geschmacks bezeichnet die Fähigkeit, ästhetische Urteile zu fällen und das Schöne vom Hässlichen zu unterscheiden. Kunst als menschliche Schöpfung ermöglicht ästhetische Erfahrungen und besitzt oft symbolische Bedeutung. Die sinnliche Erfahrung bildet die Grundlage aller ästhetischen Urteile und Erfahrungen.

Die Ästhetik ist somit ein komplexes und vielschichtiges Feld, das sich mit den Grundlagen unserer sinnlichen Wahrnehmung und unserer Beziehung zur Kunst und zur Welt auseinandersetzt und sowohl für Philosoph*innen und Kunstwissenschaftler*innen als auch für alle, die sich für die Bedeutung von Schönheit, Kunst und ästhetischer Erfahrung interessieren, von Relevanz ist. Diese Entwicklungslinien verdeutlichen die Evolution der Ästhetik von einer primär auf Schönheit konzentrierten Disziplin hin zu einer umfassenden Betrachtung von Wahrnehmung und künstlerischer Erkenntnis.

3. Die systematische Suche nach Erkenntnis

Forschung ist, wie bereits festgestellt, eine systematische und zielgerichtete Suche nach neuen Erkenntnissen, die sich durch methodisches Vorgehen, Dokumentation und Veröffentlichung auszeichnet – im Gegensatz zum zufälligen Entdecken oder intuitiven Erkennen. In der künstlerischen Forschung hat sich eine differenzierte Terminologie etabliert, die auf Christopher Frayling (1993) zurückgeht und später von Borgdorff (2012) weiterentwickelt wurde. Frayling beschreibt den Forschungsprozess im künstlerischen Bereich als „a form of thinking in and through art and design“ (Frayling 1993, 5) und unterscheidet dabei drei grundlegende Forschungsansätze:

1. Forschung über die Kunst: wissenschaftliche Analysen und Theorien zur Kunst, wie kunsthistorische, philosophische oder kulturwissenschaftliche Ansätze
2. Forschung für die Kunst: anwendungsbezogene Forschung, die neue Materialien, Technologien oder Methoden für die künstlerische Praxis entwickelt
3. Forschung in der Kunst: Erkenntnisgewinn durch künstlerisches Arbeiten selbst, wobei das Medium der Forschung gleichzeitig das Medium der Reflexion ist. (Ebd.)

Borgdorff betont, dass insbesondere die Forschung in der Kunst „nicht nur über Kunst spricht oder sie unterstützt, sondern in ihr selbst eine epistemische Dimension entfaltet“ (2012, 46). Diese Kategorien verdeutlichen die Vielfalt künstlerischer Forschung und ihre Verortung zwischen wissenschaftlichen und künstlerischen Methoden. Im Folgenden sollen die verschiedenen Forschungszugänge exemplarisch anhand meiner eigenen künstlerischen Forschung dargestellt werden.

3.1 Forschung über die Kunst

Im Bereich der Forschung über Kunst verbleibt das Forschungsobjekt in der distanzierten Beobachtung der Forscher*innen. Diese Kategorie umfasst Disziplinen wie Musikwissenschaft, Kunstgeschichte, Theaterwissenschaft, Medienwissenschaft, Literaturwissenschaft u.v.m. Charakteristisch für diese Forschungsansätze sind Reflexion und Interpretation – unabhängig davon, ob sie historisch-hermeneutisch, philosophisch-ästhetisch, kritisch-analytisch, rekonstruktiv oder dekonstruktiv, deskriptiv oder exploratorisch vorgehen.

Donald Schön (1982) bezeichnet einen weiteren Ansatz als „Reflexion über Aktion“, bei dem künstlerischen oder gestalterischen Prozesse im Nachhinein analysiert und interpretiert werden. Borgdorff spricht in diesem Zusammenhang von einer „interpretativen Perspektive“, die sich auf das Verstehen und Einordnen künstlerischer Phänomene konzentriert (2012, 55).

Ein Beispiel für Forschung über Kunst ist das Projekt zur Klavierbegleitung beim selbstbegleiteten Singen. Hierbei stand die Klavierbegleitung einer Lehrperson oder Chorleitung beim gemeinsamen Musizieren und Einstudieren mit Gruppen im Fokus. Im ersten Teil wurden Klavierbegleitpatterns ausgewählter Interpret*innen der Pop- und Jazzmusik, basierend auf Audioaufnahmen, analysiert und beschrieben. Im zweiten Teil wurden Lehrende mittels Fragebögen und Interviews zu ihren Begleitpraktiken am Klavier befragt. Aus diesem analysierten Material wurden im dritten Teil praktikable Begleitmodelle für das gemeinsame Musizieren mit Gruppen abgeleitet. Ziel war es, Lehrende und Chorleiter*innen in ihrer musikalischen Arbeit mit Gruppen zu unterstützen. In dieser Arbeit stellten die Begleitpatterns abgeschlossene musikalische Ereignisse dar, die einer musikwissenschaftlichen Analyse unterzogen wurden. Diese Analysen wurden durch sozialwissenschaftliche Methoden ergänzt, um Modelle der Begleittechniken zu entwickeln (vgl. Steiner 2011).

3.2 Forschung für die Kunst

Im Bereich der angewandten Forschung in der Kunst steht nicht das Kunstwerk als primärer Untersuchungsgegenstand im Zentrum der Betrachtung, sondern vielmehr die Entwicklung neuer künstlerischer Ausdrucksformen, Materialien oder Techniken. Exemplarisch hierfür sind u. a. Untersuchungen zu spezifischen Legierungen für Metallskulpturen oder Experimente mit neuartigen Maltechniken. Die künstlerische Praxis wird hierbei durch forschende Herangehensweisen erweitert und optimiert.

Ein aufschlussreiches Beispiel für diesen Forschungsansatz ist das Projekt Lichtmalen, in dessen Rahmen Jugendliche im Alter von 15 bis 17 Jahren durch gezielte Experimente neue fotografische Ausdrucksformen erprobten.¹ Zielsetzung war die Gestaltung von Bildern mithilfe langer Verschlusszeiten, in denen die Bewegung von Lichtquellen wie Taschenlampen, Kerzen oder Handys als Linien sichtbar wurde. Jede Gruppe setzte dabei einen Song visuell um, wobei die Ermittlung geeigneter technischer Voraussetzungen für die optimale Darstellung im Vordergrund stand. Die Schüler*innen experimentierten mit verschiedenen

1 Dieses Projekt wurde vom Autor im Jahr 2014 mit Schüler*innen der 7. Schulstufe am BG/BRG Wels Dr. Schauerstraße durchgeführt. Eine Online-Dokumentation war zeitweise verfügbar, ist jedoch mittlerweile nicht mehr abrufbar.

Belichtungszeiten, Lichtfarben, Hintergründen und Räumen, bis sie die optimalen Bedingungen für ihre künstlerische Umsetzung gefunden hatten. In diesem Prozess standen die methodische Erforschung und Anpassung technischer Parameter im Vordergrund, um ein spezifisches ästhetisches Ziel zu erreichen.

3.3 Forschung in der Kunst

Diese Form der Forschung basiert auf der Annahme, dass keine eindeutige Trennung zwischen Theorie und Praxis in der Kunst existiert. Forscher*innen distanzieren sich nicht vom Kunstwerk oder der künstlerischen Praxis, sondern werden vielmehr selbst zu einem integralen Bestandteil des Forschungsprozesses. Die künstlerische Praxis fungiert in diesem Fall nicht nur als Mittel, sondern auch als Ziel der Forschung, wobei die Forschungsergebnisse unmittelbar aus der praktischen künstlerischen Arbeit hervorgehen.

Im Masterprojekt des Autors *The Art of Story Singing* wurde die Kunst des Geschichtenerzählens durch das Singen von Liedern untersucht. Im Zentrum stehen Performer*innen, die ihre Lieder selbstbegleitend auf einem Instrument vortragen. Hierbei werden sowohl die Tradition der Storyteller*innen berücksichtigt als auch die besonderen Ausdrucksmöglichkeiten, die während einer Performance entstehen. Insbesondere die Gestik der Performer*innen spielt eine Rolle, da diese in das instrumentale Spiel eingebunden ist und dadurch eine gewisse Einschränkung erfährt. Ziel des Projekts war die Entwicklung einer Performanceform, in der die Erzählkunst durch das Singen lebendig und ausdrucksstark umgesetzt wird.

Im Rahmen meiner eigenen künstlerischen Forschung zum Thema wurde Storysinging als eigenständige solistische Form der Erzählkunst festgelegt. Untersucht wurde, wie Lieder im Prozess der Einstudierung und der anschließenden Bühnenperformance gestaltet werden können, um das Publikum emotional anzusprechen. Die Praxis des Storysinging wurde in einer künstlerischen Werkstatt erprobt und verschiedene kreative Ansätze wurden dargestellt. Als Methode entwickelte ich *Song Maps* – grafische Darstellungen der Lieder, die als *Landkarten* des Liedes fungieren. Diese Karten wurden farblich auf Papier skizziert und dienten als Orientierung. Jede Performance basierte auf einer neuen, spontanen Auswahl des Weges durch diese (Land-)Karte, wodurch jede performative Gestaltung einzigartig und lebendig bleibt. Der Arbeitsprozess wurde durch Vignetten (kurze Reflexionen) dokumentiert, die es den Sänger*innen ermöglichten, neue Ideen in ihre eigene künstlerische Praxis zu integrieren. Die Vignetten wurden sowohl schriftlich als auch als Audioaufnahmen im Anschluss an die durchgeführten Performances festgehalten. Sie fassten die Stimmung und den Augenblick der Idee zusammen. In der künstlerischen Forschung dienen Vignetten als prägnante, szenische Darstellungen, die subjektive Erfahrungen und Wahrnehmungen verdichten. Sie ermöglichen es, flüchtige Momente und atmosphärische Eindrücke einzufangen und zu reflektieren. So beschreibt Hans Karl Peterlini (2019) die Vignette als eine Form, welche „die Gestimmtheit eines Ereignisses übersetzt – achtsam für Zwischentöne, für Unge-sagtes und Überhörtes“. Abschließend wurden die *Song Maps* als Installation präsentiert, indem alle Materialien in einer collageartigen Anordnung zusammengestellt wurden. Diese Installation selbst wird zu einem Kunstwerk, in dem die zuvor gewonnenen Erkenntnisse in ästhetischer Form zusammengeführt und präsentiert werden.

4. Künstlerische Forschung und Musikdidaktik

Die künstlerische Forschung, welche sich durch eine enge Verschränkung von Theorie und Praxis auszeichnet, unterscheidet sich in ihrer Methodik signifikant von traditionellen wissenschaftlichen Ansätzen. Sie vermeidet Kategorisierungen und entwickelt stattdessen neue, projektbezogene methodische Zugänge, die sich aus den spezifischen Anforderungen des jeweiligen Kunstprojekts ergeben. Diese Flexibilität ermöglicht eine dynamische Anpassung der Forschung an die jeweiligen Besonderheiten der künstlerischen Praxis und setzt neue Impulse für musikdidaktische Überlegungen.

Weitere begriffliche Bausteine der künstlerischen Forschung sind Objekt, Prozess und Kontext. Das Objekt bezeichnet das fertige Kunstwerk als Resultat eines kreativen Schaffensprozesses. Der Prozess umfasst die künstlerischen Entscheidungen, Experimente und Reflexionen, die zur Werkentstehung beitragen. Der Kontext schließlich bezieht sich auf die gesellschaftlichen, kulturellen und institutionellen Bedingungen, unter denen Kunst entsteht, vermittelt und rezipiert wird. Haarmann (2011, 14) betont, dass es in der Konzeptkunst „um die Sichtbarmachung des Prozessualen und Kontextuellen des Künstlerischen“ geht. Diese Perspektive verdeutlicht, dass Kunst stets in ein komplexes soziales und kulturelles Netzwerk eingebettet ist und niemals isoliert betrachtet werden kann.

Für die Musikdidaktik ergeben sich daraus wichtige Implikationen. Die Förderung kreativer Prozesse sollte über die Analyse existierender Werke hinausgehen und die Schüler*innen zu eigenen gestalterischen Tätigkeiten anregen. Dabei ist nicht nur das Endprodukt von Bedeutung, sondern vor allem die Reflexion über den künstlerischen Schaffensprozess selbst. Dokumentationsformen wie u. a. Tagebücher, Vignetten oder audiovisuelle Aufzeichnungen können dazu dienen, diesen Prozess sichtbar zu machen und in den Lernkontext zu integrieren. Darüber hinaus sollte der gesellschaftliche und künstlerische Kontext stets berücksichtigt werden, da Kunst nicht im Vakuum entsteht. Schließlich kann die forschende Haltung der Lehrperson eine Schlüsselrolle einnehmen, indem sie den Unterricht nicht nur als Wissensvermittlung, sondern als einen explorativen und künstlerischen Prozess gestaltet.

Die Frage wie und in welcher Form künstlerische Forschung im Unterricht umgesetzt werden kann, führt unweigerlich zur Betrachtung des Werkstattunterrichts. Diese Unterrichtsform, die sich besonders für künstlerische Fächer eignet, bietet eine ideale Grundlage für die Verbindung von künstlerischer Praxis und Forschung.

Künstlerische Fächer wie beispielsweise Musik zeichnen sich durch ihre Handlungs- und Prozessorientierung sowie Offenheit gegenüber anderen Disziplinen und Themen aus. Unter den vielen musikdidaktischen Konzepten scheinen daher besonders die Prinzipien der Lernwerkstätten für die Gestaltung von Klangkunst im Unterricht geeignet zu sein.

Ein künstlerischer Werkstattunterricht eröffnet Schüler*innen die Möglichkeit, mit Hilfe vielfältiger, zur Verfügung gestellter Materialien eigene Ideen zu konkretisieren und umzusetzen (vgl. Handschick et al. 2018, 140). Die Bezeichnung *Werkstatt* kann in diesem Zusammenhang jedoch etwas irritierend sein, da sie auf eine Arbeitsstätte mit Gerätschaften und Maschinen zur Erzeugung und Reparatur von Objekten verweist, die außerhalb der Schule zu finden ist. Als Methode wird die Arbeitsweise jedoch auf die Unterrichtsgestaltung übertragen. Einige charakteristische Merkmale ästhetischer Unterrichtsfächer weisen eine deutliche Nähe zu Lernwerkstattkonzepten auf:

1. Kunst- und Musikunterricht sind ihrem Gegenstand gemäß handlungs- und praxisorientiert.
2. Kunst- und Musikunterricht finden in der Regel in speziellen Fachräumen statt, die mit entsprechenden Materialien ausgestattet sind.
3. Kunst- und musikpädagogische Arbeit ereignet sich zu einem nicht unerheblichen Teil im Bereich frei wählbarer Arbeitsgemeinschaften und basiert damit auf einer selbstbestimmten Entscheidung der Teilnehmer*innen.
4. Sie bedient sich zudem offener Aufgabenstellungen, die Entscheidungsspielräume z. B. bezüglich der Materialwahl, der technischen Verfahren oder der Darstellungsmöglichkeiten eröffnen.
5. Vor allem im Bereich der Projektarbeit hat ästhetische Bildung immer auch interdisziplinären Charakter, z. B. bei Theater- oder Musicalaufführungen, an denen neben den ästhetischen Fächern Kunst und Musik auch Bezugsfächer wie Deutsch und Sport gleichermaßen beteiligt sind. (Handschick et al. 2014, 140f)

5. Die Rolle der Lernwerkstätten in der Musikdidaktik

Lernwerkstätten sind mehr als nur Orte des Lernens; sie sind dynamische Umgebungen, in denen Lernprozesse als selbstregulierte, individuelle und kumulative Reisen verstanden werden. Diese Perspektive, wie sie im Positionspapier des Verbandes europäischer Lernwerkstätten (2009, 6) dargelegt wird, betont die Eigenverantwortung der Lernenden für ihren Lernweg. Selbstregulierung bedeutet hierbei, dass Lernende ihre Lernziele, -strategien und ihr Lerntempo selbst bestimmen und ihren Fortschritt eigenständig überwachen. Der individuelle Charakter des Lernens wird durch die Anerkennung der Vielfalt an Lernstilen, Interessen und Vorerfahrungen jedes Einzelnen unterstrichen. Lernwerkstätten bieten somit einen Rahmen, in dem Lernen als ein aktiver, gestaltender und fortlaufender Prozess erfahren wird, der sich in sozialen und situativen Kontexten entfaltet.

Je nach Schwerpunktsetzung haben sich in der Musikdidaktik in den letzten 30 Jahren zwei grundsätzliche Positionen etabliert: Während in der Musikdidaktik die Vertreter*innen einer umfassenden musikalisch-ästhetischen Bildung (Brandstätter 2014) offen für werkstattartige Konzepte sind, setzen ebenfalls einflussreiche Konzeptionen, wie z. B. aufbauender Musikunterricht (Fuchs 2015; Jank 2010), weiterhin auf überwiegend stark instruktionsorientierte Vermittlungstechniken, die zu unmittelbar überprüfbaren Lernfortschritten führen, und integrieren freiere Arbeitsformen eher zögerlich (Handschick et al. 2018, 139).

Besonders der ergebnisoffene Aspekt einer Lernwerkstatt entspricht den Prinzipien einer musikalisch-ästhetischen Bildung und eröffnet Schüler*innen große Gestaltungsräume. In diesem Kontext bestehen die Aufgaben der Lehrenden darin, die notwendigen Materialien zur Verfügung zu stellen und inhaltliche Impulse zu geben. Der Arbeitsprozess wird mit offenen Diskussionen zwischen den Akteuren begleitet und unterstützt. Damit einher geht auch die Möglichkeit, dass das Ergebnis des Gestaltungsprozesses nicht immer im Einklang mit den Vorstellungen der Lehrperson steht. Dies erfordert für die Lehrperson ein hohes Maß an Offenheit und bedeutet auch, dass sogenannte *Irrwege* und gescheiterte *Experimente* willkommen sind. All diese Bedingungen haben zur Folge, dass für die Planung und Durchführung von Lernwerkstätten mehr Zeit benötigt wird. Darum sind sie häufig Teil

von projektorientierten Phasen, in denen die zeitlichen und inhaltlichen Einschränkungen des alltäglichen Stundenplans aufgelöst sind.

Die Lernwerkstatt lässt sich auch mit kleinschrittigen Zielvorgaben verknüpfen. In festgelegten kurzen Phasen können Kompetenzen geübt und beobachtet werden. So lässt sich der individuelle Lernfortschritt dokumentieren. Der Vorteil dieser kleingliedrigen Variante einer Lernwerkstatt ist, dass diese gut in den Regelunterricht integriert werden können. Der Nachteil besteht darin, dass künstlerische Handlungsräume stark eingeschränkt werden und kaum zu überraschenden Ergebnissen führen. Beide Formen erweitern die Methodenvielfalt und können je nach situativer Einordnung angepasst eingesetzt werden.

6. Fazit

Die künstlerische Forschung ist ein dynamisches Feld an der Schnittstelle von Kunst und Wissenschaft, das eigene Methoden und Erkenntnisformen entwickelt. Ihr Potenzial für den Musikunterricht liegt in der Verbindung von ästhetischer Erfahrung und explizitem Wissen, wodurch neue Lernzugänge ermöglicht werden. Die Herausforderungen bestehen darin, die künstlerische Forschung in der akademischen Landschaft und im traditionellen Musikunterricht zu etablieren sowie ihre spezifischen Beiträge zur Wissensgenerierung anzuerkennen und zu fördern.

Literatur

- Baumgarten, A. G. (2021). *Aesthetica*. Herausgegeben von M. Reichenbach. De Gruyter.
- Borgdorff, H. (2012). *The Conflict of the Faculties: Perspectives on Artistic Research and Academia*. Leiden University Press.
- Brandstätter, U. (2014). *Bildende Kunst und Musik im Dialog. Ästhetische, zeichentheoretische und wahrnehmungspsychologische Überlegungen zu einem kunstspartenübergreifenden Konzept ästhetischer Bildung*. 3., unveränderte Auflage. Wißner.
- Busch, K. (2015). Essay. In Jens Badura et al. (Hrsg.), *Künstlerische Forschung. Ein Handbuch* (S. 78–85). Diaphanes.
- Fischer-Lichte, E. (2004). *Ästhetik des Performativen*. Suhrkamp.
- Frayling, C. (1993). *Research in Art and Design*. Royal College of Art.
- Fuchs, M. (2015). *Musikdidaktik Grundschule: Theoretische Grundlagen und Praxisvorschläge*. Helbling.
- Gombrich, E. H. (2023). *Die Geschichte der Kunst*. 18. Auflage. Phaidon.
- Haarmann, A. (2011). *Künstlerische Praxis als methodische Forschung? Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Ästhetik*, Band 8, S. 1.
<http://www.dgae.de/wp-content/uploads/2011/09/Haarmann.pdf>
- Haarmann, A. (2015). Hochschulpolitische Disziplinierung und das methodische Korsett. *Der Standard*. <https://www.derstandard.at/story/2000014359966/mit-kunst-den-wissenschaftlichen-rahmen-sprengen> (27.04.25)
- Handsick, M. Et. Al. (2018). Ästhetische Bildung im Spiegel von Lernwerkstattkonzepten. Überlegungen zu interdisziplinären und übertragbaren Formaten der Kulturvermittlung für heterogene Lerngruppen. In M. Pesche & M. Kelkel (Hrsg.), *Fachlichkeit in Lern-*

- werkstätten. *Kind und Sache in Lernwerkstätten* (S. 138–151). Klinkhardt. <https://doi.org/10.25656/01:21425>
- Huber, L. (2020). Forschendes Lernen als Bildungsprinzip. In Peter Tremp & Silvia Hildbrand (Hrsg.), *Forschendes Lernen: Theorie, Empirie, Praxis* (S. 19–38). Springer VS.
- Jank, W. (2010). *Musik aufbauend lernen*. In T. Greuel, U. Kranefeld et. al. (Hrsg.), *Jedem Kind (s)ein Instrument. Die Musikschule in der Grundschule* (S. 133–146). Shaker.
- Kampe, G. Zweifel an künstlerischer Forschung. In *MusikTexte* (2021). <https://texte.musik-texte.de/mt-169/297/zweifel-an-kunstlerischer-forschung> (28.04.25)
- Kämpf-Jansen, H. (2012). *Ästhetische Forschung: Wege durch Alltag, Kunst und Wissenschaft – Zu einem innovativen Konzept ästhetischer Bildung* (3. Aufl.). Tectum Wissenschaftsverlag.
- Kant, I. (2020). *Kritik der Urteilskraft*. Hrsg. von E. Förster. Hanser.
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
- Nöthen, E. & Bauer, L. (2023). Künstlerisch forschen. In E. Nöthen & V. Schreiber (Hrsg.), *Transformative Geographische Bildung* (S. 221–228). Springer.
- Peterlini, H. P. (2019). *Über die Kunst des Vignettenschreibens. Forschendes Studieren zwischen empirischen und ästhetisch-ethischen Ansprüchen*. In *Magazin erwachsenenbildung.at*, Ausgabe 36/2019. Online verfügbar unter: <https://www.erwachsenenbildung.at/magazin/19-36/meb19-36.pdf> (27.04.25)
- Remmers, P. (2015). Was ist ‚ästhetisches Wissen‘? Überlegungen zur Konzeption einer Wissensform. In C. Asmuth, Christoph & P. Remmers (Hrsg.), *Ästhetisches Wissen* (S. 391–418). De Gruyter.
- Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books.
- Steiner, J. (2011). *Klavierpraxis im Musikunterricht: Analysen zum Musizieren mit Schulklassen*. Wißner.
- Steiner, J. (2021). Klangkunst im Musikunterricht. In ders., *Klang.Kunst.Bild – Interdisziplinäres Gestalten in der Schule*. Waxmann. (Innsbrucker Perspektiven Bd. 4)

III.

Lesewelten für junge Forscher*innen

Von Sommerhäusern, Häusern an Grachten und Farmen

Wie Häuser Geschichte erzählen

1. Einleitung

Geschichtserzählende Kinder- und Jugendliteratur ist ein wichtiger Teil der deutschsprachigen Erinnerungskultur und bekommt sowohl aufgrund der wenigen noch lebenden Zeitzeug*innen, die die Shoah und die Zeit des Nationalsozialismus überlebt haben, als auch nach dem gegenüber Israelis/Jüdinnen und Juden für den Literaturunterricht eine wichtige Rolle zugewiesen. In der *Paderborner Erklärung des Fachverbundes Deutsch im Deutschen Germanistenverband e.V.* wurde die Einbindung der Holocaustliteratur in die Curricula gefordert:

Der KMK-Beschluss „Erinnern für die Zukunft. Empfehlungen zur Erinnerungskultur als Gegenstand historisch-politischer Bildung in der Schule“ (Beschluss vom 11. 12. 2014) berücksichtigt zahlreiche relevante Ziele, Grundsätze und Formen des Erinnerns, blendet allerdings aus, dass Erinnern und Erinnerungskultur nicht nur Teil historisch-politischer, sondern dezidiert auch Teil sprachlich-literarischer sowie medialer Bildung sind. Daher muss die Verpflichtung auf eine Beschäftigung mit Holocaustliteratur in den Kerncurricula und Lehrplänen für das Fach Deutsch in allen Schulformen schnellstmöglich Berücksichtigung finden. (Paderborner Erklärung 2024, 35)

Aus diesen Gründen bekommen Bilderbücher, die historische Themen aufgreifen, eine doppelte Funktion zugewiesen. Bilderbücher nehmen zunächst eine entscheidende Rolle in der Sozialisation von Kindern ein. Sie werden in familiären Kontexten vorgelesen und dienen der frühen literarischen Sozialisation. Darüber hinaus entwickeln sie sich im Grundschulalter zu einem bedeutsamen (Lern-)Gegenstand, der das sprachliche Bewusstsein, das literarische sowie das visuelle Lernen fördert. Aufgrund seiner Mehrfachcodierung – Text, Bild, Materialität – begünstigt das Bilderbuch Rezeptionskompetenzen, die „als *Multiliteracies* zusammengefasst werden können“ (Sippl 2023, 30). Neben dem literarischen Lernen können (Sach-)Bilderbücher jedoch auch naturwissenschaftliche Kenntnisse, ökologisches und historisches Wissen unterstützen.

Die hier vorgestellten Bilderbücher *Sommerhaus am See* (2020), *Das alte Haus an der Gracht* (2023) und *Das alte Haus auf der Farm* (2024) von Thomas Harding und Britta Teckentrup wählen eine innovative Form, um über Geschichte zu erzählen: Sie weichen von bekannten ikonografischen Darstellungen zur Shoah und der Sklaverei in den USA ab, verzichten auf die in der Kinderliteratur charakteristische Verankerungen einzelner Schicksale, um über das Grauensvolle zu erzählen, und wenden sich dem Ort zu, an dem sich die

Ereignisse abgespielt haben. Dabei wird die Geschichte des Hauses über mehrere Generationen erzählt. Das Haus wird so zu einem Erinnerungsort, der historisches Wissen vermitteln möchte.

Der Begriff des Ortes rückt so in den Fokus des Erinnerns. Räume und Orte gehören seit der Jahrtausendwende zu den zentralen Kategorien im Kontext der kulturwissenschaftlichen Analysen (vgl. auch Roeder 2020, 353). Assmann verweist zudem darauf, dass man zwischen Orten und Räumen differenzieren muss:

Orte sind demgegenüber dadurch bestimmt, dass an ihnen bereits gehandelt bzw. etwas erlebt und erlitten wurde. Hier hat Geschichte immer schon stattgefunden und ihre Zeichen in Form von Spuren, Relikten, Resten, Kerben, Narben und Wunden zurückgelassen. Orte haben Namen und Geschichte bzw. Geschichten, sie bergen Vergangenheit; Räume hingegen öffnen Dimensionen des Planens und weisen in die Zukunft. (Assmann 2009, 16)

Folgt man Assmanns Gedanken, so erzählen die hier vorgestellten Bilderbücher von Orten, an denen bereits gehandelt und Geschichte gemacht wurde, denn „Orte [sind] eher vergangenheitsgerichtet und haben eine Geschichte, die an ihnen haftet und weiterhin ablesbar ist“ (ebd.). Räume sind dagegen etwas, „das es zu konstruieren, gestalten [...] gilt“ (ebd., 15). Die in den Bilderbüchern vorgestellten Orte sind Erinnerungs- und Gedenkort und vermitteln historisches Wissen. Sie zeigen, wie auch Häusern Geschichte einverleibt werden kann.

Im Mittelpunkt dieses Beitrages stehen daher zwei Aspekte: (1) Welches Wissen wird vermittelt und (2) wie wird dieses Wissen transportiert? Die Analyse der Bilderbücher untersucht, wie in Text und Bild historische Ereignisse dargestellt werden. Dabei stehen Überlegungen im Fokus, ob sich die Bilderbücher eignen, mit Kindern über die Shoah zu sprechen.

2. Geschichte vermitteln mit Sachbilderbüchern

Geschichte ist für Kinder oft abstrakt. Gerade die hier vorgestellten Bilderbücher lösen diese Aussage auf, denn mittels der Geschichte des Hauses erfahren die Kinder an einem konkreten Objekt Geschichte und auch, wie sich die Welt um das Haus in den Jahrzehnten gewandelt hat. „Historisches Lernen ist das Erlernen der Fähigkeit, sich zu erinnern und die Zukunft nicht einfach geschehen zu lassen. In diesem Grundgedanken ist das frühe historische Lernen eingebettet“ (Bergmann 2005, 9), so Bergmann zu historischem Lernen in der Grundschule. Während der Sachunterricht mit Kindern geschichtliches Wissen erarbeitet, wird dies im Deutschunterricht vernachlässigt und insbesondere aktuelle Bilderbücher bieten nicht nur die Chancen Fächer miteinander zu verbinden, sondern explizit auch historische Fragen im Deutschunterricht aufzunehmen. Historisches Lernen beginnt jedoch nicht mit dem Eintritt der Kinder in die Grundschule, sondern Kinder sind außerhalb und vor der Schulzeit mit Geschichtswissen konfrontiert. Sie erfahren bewusst oder unbewusst Geschichte in verschiedenen Erscheinungsformen, denn Geschichte ist auch ein wichtiger Bestandteil der Medienwelt. Kinder wachsen somit in einer Geschichtskultur auf, die mitunter diffus erscheint und viele Leerstellen offenlässt. Die hier vorgestellten Bilderbücher können historisches Wissen füllen und in Kontexte einbetten.

2.1 Shoah Education

Zwei der vorgestellten Bilderbücher wenden sich den Jahren 1933 bis 1945 zu und erzählen auch über die Verfolgung von Jüdinnen und Juden. Ob und wie in der Grundschule Shoah und der Nationalsozialismus thematisiert werden sollen, wird innerhalb der Forschung seit den späten 1990er-Jahren in der BRD diskutiert. Empirische Studien untersuchten das Vorwissen und das Interesse der Grundschüler*innen und stellen fest, dass auch jüngere Kinder durch Familie, ältere Geschwister oder Medien Vorstellungen über die Zeit des Nationalsozialismus besitzen (vgl. Becher 2015, 14), und zugleich zeigt sich auch, dass Kinder an dem Gegenstand interessiert sind (vgl. Quintini 2024, 46). Kinder begegnen in medialen Räumen Informationen und Wissen auch aus der Geschichte. Sie hören oder sehen abseits eines pädagogisch betreuten Lernprozesses etwas über die Shoah und die Gefahr, dass sie mit Stereotypen und Fake News konfrontiert werden, ist hoch. Daher ist es wichtig, auch in der vierten Klasse die Thematik aufzugreifen. Eine Möglichkeit, sich mit der jüdischen Geschichte und Kultur sowie der Shoah in der Grundschule auseinanderzusetzen, bildet das Konzept, das von der *International School for Holocaust Studies* entwickelt wurde. Es basiert darauf, dass das Schicksal einzelner Personen in den Mittelpunkt rückt. Die Beschäftigung mit konkreten Beispielen soll den historischen Zugang erleichtern, historisches Lernen und Empathie unterstützen.¹ Neben individuellen Geschichten können auch Gegenstände oder Orte dazu dienen, sich mit der Shoah auseinanderzusetzen.

Während noch in den 1990er-Jahren diskutiert wurde, ob die Shoah auch in der Grundschule behandelt werden müsse, führt vielmehr Pech (2006) aus, dass „Holocaust und Nationalsozialismus [...] Gegenstände des Sachunterrichts sein [müssen]“, da sie aus „lebensweltlicher und bildungstheoretischer Perspektive relevant“ seien (Pech 2006, 58). Seit den 1990er-Jahren sind zahlreiche Untersuchungen und Materialien erschienen, welche die Bedeutung hervorheben und zeigen, dass man sowohl mit Kindern über die Zeit des Nationalsozialismus sprechen kann als auch, dass sie bestimmte Vorstellungen über diese Jahre besitzen (vgl. u. a. Pech 2012, Becher 2015). Während jedoch vor allem im Sachunterricht die Thematik behandelt wird (vgl. hierzu Flügel 2009, Becher 2015), wird der Bereich der Zeit des Nationalsozialismus oder der Shoah in den Curricula des „Fachs Deutsch ausnahmslos nicht verbindlich eingeschrieben“ (Kruse & Kanning 2023, 106), was, so Iris Kruse und Julian Kanning, als ein „eklatantes Versäumnis“ (Kruse & Kanning 2023, 106) bezeichnet werden muss. Auch Heike Deckert-Peaceman (2006) hinterfragt in ihren Arbeiten, ob die Thematisierung der Shoah nur im Sachunterricht erfolgen muss, und in der israelischen Forschung hält Nili Keren fest:

Die Holocaust-Forschung durchlief wichtige Veränderungen: Auch andere Fächer außer Geschichte zeigen seit kurzem ein Interesse an verschiedenen Aspekten des Holocaust. Soziologie, Literatur, Kunst und Philosophie, Psychologie und Theologie beginnen nun Fragen bezüglich des Holocaust und seinen Auswirkungen auf die vielfältigen Dimensionen der menschlichen Existenz zu stellen. Als Folge ergibt sich, daß das, was als einer der kompliziertesten Unterrichtsstoffe des Geschichtslehrplans für Gymnasien begon-

1 Die Kinderliteratur zur Shoah nur auf den Aspekt der Empathie zu reduzieren, reicht nicht aus. Vielmehr geht es auch um die Vermittlung von Wissen und ein kritisches Geschichtsbewusstsein (vgl. auch Wille 2009).

nen hat, nun zu einem interdisziplinären und fächerübergreifenden Thema wird. (Keren 1999, 89)

Tatsächlich muss, da immer mehr Zeitzeug*innen sterben, die Frage nach der Art und Weise, wie erinnert werden kann, in den Fokus der (didaktischen) Debatten rücken, und hierbei bekommt insbesondere die Kinder- und Jugendliteratur eine tragende Rolle zugewiesen. Die hier vorgestellten Bilderbücher können neue Zugänge bieten, sich mit der Shoah auseinanderzusetzen, ohne die Kinder zu überfordern. Anders als in den tradierten Bilderbüchern wie bspw. *Rosa Weiß* (1986) von Roberto Innocenti, *Judith und Lisa* (1988) von Elisabeth Reuter, *Papa Weidt. Er bot den Nazis die Stirn* (1999) von Inge Deutschkon oder *Nicky & Vera* (2022) von Petr Šís werden hier nicht individuelle Schicksale stellvertretend für die vielen Ermordeten erzählt, sondern das Haus blickt auf die Veränderungen der Zeit.

2.2 Geschichtserzählende Sachbilderbücher

Ein Bilderbuch ist ein multimodales Medium, das Bild ist das konstituierende Merkmal (vgl. Sippl 2023) und es existieren Bilderbücher mit und ohne Text. Nach Rinnerthaler (2022) fehlt in der Forschung bislang eine Definition des Sachbilderbuches ebenso wie des Sachbuches für Kinder und Jugendliche. Steitz-Kallenbach benennt zwei Aspekte, die bislang unstrittig sind:

Sachbücher sind mit Gegenständen der wirklichen Welt befasst, d. h. sie beschäftigen sich nicht mit fiktionaler, sondern mit non-fiktionaler Wirklichkeit, der Wirklichkeit also, die wir gemeinhin als die Realität bezeichnen. Darüber hinaus vermitteln sie denjenigen Wissen über diese Welt, die nicht Fachleute auf dem jeweiligen Gebiet sind. (Steitz-Kallenbach 2005, 34)

Das Sachbilderbuch besitzt eine visuelle Ebene, die sich ebenfalls mit einer non-fiktionalen Wirklichkeit befasst, und dementsprechend vermitteln auch die Bilder historisches Wissen.

Allerdings muss hinsichtlich der Fiktionalität einschränkend bemerkt werden, dass die Darstellungen auch „wirklichkeitsfern(er) umgesetzt werden“ können (Rinnerthaler 2022, 173). Eine Sachliteratur für Kinder und Jugendliche ist demnach als ein hybrides Medium zu verstehen, das „Merkmale unterschiedlicher Gattungen in sich vereint[t] und daher mit den traditionellen Gattungsbegriffen westlicher Poetik nicht mehr adäquat beschrieben werden“ kann (Ernst 2013, 313). In der Forschung plädiert man, die Sachliteratur als Medium zu verstehen (vgl. von Merveldt 2020, 189), und auch Marlene Zöhrer hebt die Vielfalt des Sachbilderbuches hervor (Zöhrer 2023). Im Fokus der bisherigen Überlegungen steht insbesondere eine Sachliteratur, die sich ökologischen Themen – Fauna, Flora – zuwendet und mit unterschiedlichen bildkünstlerischen Techniken arbeitet. Historische Sachbilderbücher zeichnen sich ebenfalls durch eine Vielfalt der Gestaltung aus: von traditionellen Sach- und Wissenszeichnungen bis hin zu Mischtechniken und Fotografien.

3. Wie Häuser Geschichte erzählen

Der Autor Thomas Harding und die Illustratorin Britta Teckentrup nehmen in ihren drei Bilderbüchern – *Sommerhaus am See* (2020), *Das alte Haus an der Gracht* (2023) und *Das alte Haus auf der Farm* (2024) – historische Wohnorte zum Ausgangspunkt der Narration und wenden sich der Geschichte der letzten Jahrhunderte zu. Die Bilderbücher setzen sich mit unterschiedlichen historischen Ereignissen auseinander, erzählen von Verfolgung und Rassismus und gewähren aus der Perspektive auf das Haus Einblicke in die Geschichte.

Alle drei vorgestellten Bilderbücher können zu der geschichtserzählenden Literatur für jüngere Leser*innen gezählt werden (vgl. von Glasenapp 2011) und befinden sich in einem Spannungsverhältnis zwischen Realbezug und Fiktionalisierung. Der Authentizitätsstatus der Geschichten der jeweiligen Orte wird bereits auf der Innentitelseite und dem Vorwort zu der jeweiligen Geschichte explizit markiert. Sie setzen sich mit Gedenkstätten auseinander und erzählen ihre Geschichte. Auf der paratextuellen Ebene lassen sich Gemeinsamkeiten festhalten: Sie erscheinen in einem festen Einband als Querformat. Das Vorsatzpapier zeigt eine für das jeweilige Bilderbuch charakteristische Landschaft wie eine Marschlandschaft, Laubbäume oder einen See. Während sich in *Das alte Haus auf der Farm* sowie *Das Sommerhaus am See* keine Hinweise auf die Abbildung finden, wird auf dem Vorsatzpapier in *Das alte Haus an der Gracht* eine Erklärung zum Cover eingefügt. Im Text heißt es:

Coverabbildung: Anne Frank und ihr Vater Otto im Jahr 1941 im Haus an der Gracht, bevor die Familie sich verstecken musste. (Harding & Teckentrup 2023, o. S.)

Die Bände weisen sowohl bild- als auch textintern serielle Strukturen auf und lassen sich als eine Reihe lesen. Textintern wird aus der Perspektive des jeweiligen Hauses die Besonderheit erzählt, auf der paratextuellen Ebene findet sich eine Parallelisierung in der Titelgebung und auch die Gestaltung des Covers wiederholt sich (Abb. 1–3). Im Anhang befindet sich ein Glossar, in dem der historische Kontext erläutert wird. Auf der sprachlichen Ebene existiert nur der informative Erzähltext, der die Leser*innen durch die Jahrhunderte führt und die Entwicklungen kommentiert bzw. bewertet. Dialoge, Infokästen und weitere Stimmen werden in der Geschichte nicht aufgenommen. Onomatopoetische Äußerungen werden in Großbuchstaben wiedergegeben.



Abbildungen 1–3: Titelgebung und Covergestaltung weisen auf die serielle Struktur der drei Bände hin. (Cover: Jacoby & Stuart Verlag)

3.1 *Sommerhaus am See*

„Es war einmal – ein kleines Holzhaus am See.“ (Harding & Teckentrup 2020, 7) Mit dieser märchenhaften und bekannten Floskel beginnt Harding seine Geschichte und entfaltet ein idyllisches Setting an einem See, das Teckentrup in warmen Tönen aquarelliert. Hintergrund des Bilderbuches bildet das Sommerhaus der jüdischen Familie Alexander aus Berlin, die nach 1933 nach London geflohen ist. Thomas Harding wuchs mit dem Wissen auf, dass seine Großeltern Deutschland verlassen haben, und 1993 flog er mit seiner Großmutter Elsie ins wiedervereinte Deutschland. So lernte er das ehemalige Sommerhaus der Familie kennen, das bis 2003 bewohnt war. Im Anschluss verfiel es und 2013 wurde ein Verein gegründet, um das Alexander-Haus zu restaurieren und zu einem Ort für Ausstellungen sowie Workshops der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Harding hält die Geschichte des Hauses in seinem Buch *Sommerhaus am See. Fünf Familien und 100 Jahre deutscher Geschichte* (2015) fest, 2020 erscheint sein gleichnamiges Bilderbuch mit dem Untertitel *Das Bilderbuch*, das die Geschichte des Hauses einem jüngeren Publikum präsentiert. Dass eine persönliche Beziehung des Autors zum Haus existiert, wird auf der paratextuellen Ebene im Vorwort entschlüsselt, in der Geschichte selbst spielt diese keine Rolle. Die deutsch- und englischsprachige Ausgabe wählen jeweils einen anderen jahreszeitlichen Hintergrund. Beide zeigen eine graustaffierte sechsköpfige Familie, die als Schatten dargestellt ist und mit Gepäck ihr Haus verlässt. Geschlechter sind teilweise an der Kleidung erkennbar, Alter an der Größe, Gesichter fehlen jedoch. Die deutschsprachige Ausgabe wählt ein sommerliches Setting in warmen Tönen, die englischsprachige bettet den Auszug der Familie in eine winterliche Landschaft. Die Titelgebung ändert sich, denn mit *The Story of a Home and a Hundred Years of History* wird die Geschichte des Buches konkretisiert. Die Perspektive beider Abbildungen liegt jedoch auf dem Haus, das in bunten Farben erstrahlt. Die nicht näher bestimmten Figuren deuten an, dass nicht die individuelle Geschichte einer Familie erzählt wird, sondern die eines Hauses.

Harding erzählt, welche Familien das Haus bewohnt haben. Im Text erfährt man, dass Menschen aus- und andere wieder einziehen, gesellschaftspolitische Kontexte werden nicht erläutert und erschließen sich mittels der Illustrationen. Während man zu Beginn der Handlung einer sechsköpfigen Familie, die vor einem Holzhaus steht, begegnet, stellt der Text die Familie vor. Sie genießen die Natur, schwimmen im See und gärtnern. Nach Jahren tauchen Soldaten auf, die Familie muss das Haus verlassen und die Gründe werden erst im Zusammenspiel zwischen Text und Bild deutlich. Während die verbale Ebene nur die Handlungen beschreibt, zeigen die in dunklen Farben gehaltenen Illustrationen die Soldaten und man erkennt die Hakenkreuzbinde. Mit diesen Hinweisen lässt sich die zeitliche Dimension einordnen. Auf der nächsten Doppelseite kehren die warmen und freundlichen Farben zurück, denn erneut ist eine Familie mit Kindern eingezogen. Auch hier werden keine Namen genannt, man sieht die Familie musizieren und die Kinder im Garten spielen. Der Krieg kommt näher, die kindlichen Figuren verschwinden und Soldaten werden gezeigt. Die verwendeten Farben spiegeln Stimmungen wider, erzählen von Bombennächten, Frieden, dem Bau der Mauer und der Wiedervereinigung. Die Figuren werden zu Statist*innen, das Haus mit seinen Erlebnissen und auch Gefühlen steht im Vordergrund. Es ist seine Sichtweise auf die Ereignisse, die dem Haus nicht bekannt sind. Nur die Hakenkreuzfahne sowie der Bau der Mauer bedienen sich bekannter ikonografischer Darstellungen. Das Haus wurde bereits auf der ersten Doppelseite als Rückzugsort und als Idylle entfaltet. Diese Bedeutung behält

das Haus bei, verändert sich nur äußerlich und wird schließlich zu einer Begegnungsstätte. Das Ende mutet utopisch an, denn nicht nur die Großeltern kehren auf einer Fotografie heim, auch das „Sommerhaus am See ist wieder glücklich“ (Harding & Teckentrup 2020, 21). Das Bilderbuch arbeitet mit Leerstellen, die erst im Glossar gefüllt werden. Hier werden die Bewohner*innen des Hauses benannt. Die jüngeren Leser*innen erhalten mittels der Geschichte des Hauses so ein Begriffsnetz historischer Fakten, ohne dass konkrete Jahresangaben genannt werden.

3.2 *Das alte Haus an der Gracht*

Auf der paratextuellen Ebene findet sich unterhalb des Titels *Das alte Haus an der Gracht* in der rechten Ecke der Hinweis auf das *Anne Frank Haus*. Das Vorsatzpapier erläutert das Cover und der Bezug zu Anne Frank wird konkretisiert. Auf der zweiten Doppelseite sieht man einerseits das Haus an der Gracht, andererseits einen Lageplan mit dem Hinweis, wo sich zukünftig das Anne Frank Haus in der Prinsengracht 263 finden wird. Mit diesen Hinweisen wird der Fokus auf Anne Frank und ihr Leben im Versteck gelegt. Auf der nächsten Doppelseite sieht man historische Personen und Szenen abgebildet sowie einen knappen Text zum Haus, das vor etwa 400 Jahren erbaut wurde. Das heißt bereits auf der paratextuellen Ebene werden historische Fakten benannt und auf die Zeit der deutschen Besetzung in den Niederlanden verwiesen.

Daher mag die erste Doppelseite der Geschichte überraschen, denn man befindet sich nicht im Amsterdam des 20. Jahrhunderts, sondern mitten in einer idyllischen Seenlandschaft. In zarten Aquarellfarben kann man Fischreiher, Kühe und weitere Vögel beobachten. Das Bild ist auf das konkrete Jahr 1580 datiert, wie eine Jahreszahl am oberen rechten Rand verrät. Der Text nimmt die stimmungsvolle Landschaftsdarstellung auf, beschreibt den Ort als einen stillen und ruhigen.

20 Jahre später ändert sich das Bild, die Szenerie ist dunkler und Menschen zerstören die Idylle. Sie bauen eine Gracht, 1635 entsteht dann das Haus, dem das Bilderbuch gewidmet ist. Aus dem Schrifttext erfährt man zudem, dass sowohl ein Vorder- als auch ein Hinterhaus gebaut wurden. 1653 zieht eine Frau mit ihren 12 Kindern in das Haus, erlebt u. a. einen Pestaussbruch sowie einen strengen Winter. Das Haus leidet in den nächsten Jahrzehnten, die Böden verrotten und erst 1742 wird es von einem Kaufmann gekauft und renoviert und das Haus erlebt schöne Momente. Im Text selbst wird das Haus immer mehr zum Mittelpunkt, mittels Sprache erfolgt eine Personifizierung. So heißt es bspw. nach dem Tod des Kaufmanns, der das Haus gepflegt und mit einem Lachen ausgestattet hat, dass sich „Dunkelheit [...] wie ein dicker Vorhang über das Haus“ (Harding 2023, 18) legt. Die darauffolgende Doppelseite ist in dunklen Farben gezeichnet und zeigt ein komplett anderes Setting, nämlich einen Pferdestall. In den nächsten siebzig Jahren ist dem Haus kalt, das Haus fühlt sich einsam. Mitte des 19. Jahrhunderts ziehen verschiedene Handwerker*innen ein, eine Kastanie schlägt Wurzeln. Es ist die Kastanie, die vor Annes Fenster stehen wird. Erst 1910 zieht wieder eine Familie im Haus ein, die Bilder werden wieder bunter. Acht Doppelseiten konzentrieren sich auf die Geschichte der Familie Frank, die Besetzung der Niederlande wird ebenso geschildert wie das Leben im Versteck. Die Farben sind dunkel, beziehen jedoch bekannte Darstellungen ein: Anne Frank steht mit ihrem Vater vor dem Haus, Anne Frank sitzt an ihrem Schreibtisch und schreibt und das Tagebuch wird gerettet. Weder Text

noch Bild erläutern die historischen Kontexte. Die Gründe, warum sich die Familien verstecken muss, werden nicht erklärt.

Die Bilder zeigen sowohl Außen- als auch Innenaufnahmen, man sieht, wie sich Räume verändern und wie Menschen in ihnen arbeiten und Feste feiern. Die Gestaltung der bildlichen Elemente variiert auf den Doppelseiten, einzelne Elemente wie bspw. die Kastanie werden hervorgehoben und im Vordergrund platziert. Hinzu kommen auch Bildsequenzen, die eine Geschichte wie bspw. das Betreten des Hinterhauses erzählen. Auch die Anordnung der Schrift variiert und der Text kann sowohl im Bild als auch unterhalb des Bildes angeordnet werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass auf den Bildern einzelne Ereignisse oder Umstände der verschiedenen Epochen aufgenommen werden. Das Bilderbuch nimmt auch den Aspekt auf, wie man Kindern von der Shoah erzählen kann, ohne diese zu überfordern. Eingebettet in die Geschichte des Hauses bietet der Band Gesprächsanlässe und eine Vertiefung der Thematik an, ohne jedoch ein für die Shoah-Literatur charakteristisches Begriffsnetz von Ereignissen zu entfalten.

Die Leser*innen begegnen unterschiedlichen Bewohner*innen, sehen, wie diese das Haus prägen und gestalten. Aber auch Wetterereignisse, Kriege und Krankheiten hinterlassen Spuren, die es zu entdecken gilt.

3.3 *Das alte Haus auf der Farm*

Betrachtet man das Cover, so fallen nicht nur das große Haus und der Garten auf, sondern auch der Untertitel *Die Geschichte des Hauses von Harriet Tubman* auf, was die Geschichte verortet und die Lesenden mit der Bürgerrechtsbewegung in den USA sowie der *Underground Railroad* konfrontiert. Ähnlich wie Das alte Haus an der Gracht ist auch dieses Haus in Kooperation mit *The Harriet Tubman Home Inc.* entstanden. Harriet Tubman (ca. 1820–1913) ist eine der bekanntesten Fluchthelfer*innen der Hilfsorganisation *Underground Railroad*. Sie wurde als Versklavte geboren und konnte 1849 in den Norden fliehen. Von da an half sie bis zum Ende der Sezessionskriege Geflüchteten aus den Südstaaten in den Norden der USA oder nach Kanada. Sie gehört heute zu den wichtigsten Persönlichkeiten des Abolitionismus.

Der Aufbau des Bilderbuches orientiert sich an den Vorgängern und zeigt ebenfalls auf der zweiten Doppelseite das Haus sowie einen Lageplan zur Orientierung. Im Anschluss folgen auf der nächsten Doppelseite Informationen über den Ort als Zufluchtsort für versklavte Menschen. Historische Szenen deuten den Hintergrund, entfalten unterschiedliche technischen Entwicklungen – Pferdekarrn bis Auto – sowie unterschiedliche Menschengruppen. Auf der dritten Doppelseite setzt 1790 die Geschichte der Farm ein, wobei man mit einer Naturlandschaft konfrontiert wird. Es werden Angehörige der Cayuga Nation und verschiedene Tiere dargestellt. Es ist eine unbebaute Landschaft, die schließlich von weißen Siedlern und Soldaten bebaut wird. 1850 steht ein Haus dort, eine namenlose junge Frau mit „entschlossenem Blick [...] [hatte] sich aus der Sklaverei befreit“ (Harding 2024, 14) und findet auf der Farm ein Zuhause. Sie bleibt namenlos, man erfährt nicht, dass es Harriet Tubman ist. Vielmehr werden ihre Leistungen geschildert. Die Illustratorin wählt warme und helle Töne, die den Ort, trotz der Gefahren einer *Underground Railroad*, als einen friedlichen Ort wirken lassen. Im Text dagegen werden Adjektive wie „traurig“ und „beschwer-

lich“ (Harding 2024, 16) verwendet, die einen Gegensatz zu dem friedlichen Setting entfalten. Immer wieder sieht man Menschengruppen, die als Schatten angedeutet werden. Man sieht ihre Gesichter nicht, die Geschlechter lassen sich an der Kleidung erkennen. Diese sollen die vergessenen und namenlosen Menschen zeigen, die Tubman und ihre Helfer*innen retten konnten. Harriet Tubman gehört zu den ersten Frauen, die in der US-Armee eine Militäroperation leitete. Im Bilderbuch sieht man sie mit einer Waffe, wie sie nach dem Ende des Krieges 1865 zu ihrem Haus zurückkehrt. Die Doppelseiten erzählen ihr Wirken bis 1913 und heben die Bedeutung hervor, die sie in der US-amerikanischen Geschichte hat. Nach ihrem Tod ziehen neue Familien ein. Die Erinnerung an Harriet Tubman schwindet und erst in den 1970er-Jahren kommen Menschen zum Haus, um nach ihr zu fragen. Doch die Bewohner*innen des Hauses wollen sich nicht erinnern, auf visueller Ebene sieht man ein *weißes* Ehepaar, das mit zwei *schwarzen* Männern spricht. Die Haltung des Paares ist ablehnend und im Text wird ihre Lüge mit der Wiederholung des Wortes *Nein* in Großbuchstaben typographisch hervorgehoben. Nach dem Tod des Ehepaars verkommt das Haus, man sieht kaputte Fensterscheiben und auch hier beschreiben Adjektive die Gefühle des Hauses. Erst in den 1990er-Jahren setzt eine Veränderung ein und das Haus wird renoviert.

Insgesamt wird das Haus nur aus der Außenperspektive gezeigt, man sieht keine Innenräume und der Fokus liegt auf Harriet Tubman und ihrer Lebensgeschichte.

4. Welches Wissen wird vermittelt?

Die Bilderbücher besitzen neben Authentizitätsmarkierungen auch Strategien der Fiktionalisierung, denn eine narrative Inszenierung kann reale Ereignisse nie nur abbilden, sondern gestaltet diese auch neu. Bereits die ersten Doppelseiten nutzen atmosphärische Einfärbungen, um Stimmungen zu erzeugen und glückliche Momente zu zeigen. Die heterodiegetische Erzählinstanz beschreibt die jeweiligen Ereignisse, ohne jedoch die historischen Hintergründe zu kontextualisieren. Subjektive bzw. wertende Aussagen finden sich nur mit Blick auf die Gefühle des Hauses. Damit changiert die Erzählinstanz zwischen einer objektiven Außenschau und einer subjektiven Ebene. Dennoch vereinfachen die Bilderbücher die historischen Ereignisse und können aufgrund der beschränkten Seitenzahl die Komplexität des Geschichtsmaterials nicht erfassen. Alle drei Bilderbücher rekonstruieren eine historische Wirklichkeit, worauf sowohl bild- als auch textinterne Referenzen wie die Nennung von Jahreszahlen und ikonografische Darstellungen verweisen. Die Ausgrenzung und Verfolgung von Jüdinnen und Juden wird angedeutet und nicht näher benannt. Auch der Bürgerkrieg in den USA (1861–1865) wird nicht näher erläutert, sondern als Krieg bezeichnet. Die Leser*innen erhalten Informationen über Vergangenes, aber es fehlen noch Bezüge oder Zusammenhänge, die man herstellen muss. Geschichte kann als „bedeutungsvoller Zusammenhang zwischen vergangenem und gegenwärtigem Handeln“ (Buchsteiner et al. 2023, 13 ff) bezeichnet werden, die von Menschen erzählt wird. Aber Teckentrups Collagen können nicht alle Informationen über Vergangenes erzählen, sondern sie trifft eine Auswahl von Dingen bzw. Ereignissen, die sie zeigen möchte. Sie stilisiert die empirische Wirklichkeit, zeigt ausgewählte, teilweise auch tradierte Bilder, was zum Wiedererkennen führt.

Die Leser*innen lernen besondere Wohnorte kennen, setzen sich nicht mit individuellen Geschichten auseinander, sondern lernen die Biografie eines Hauses über mehrere

Jahrzehnte bzw. Jahrhunderte kennen. Die visuelle Gestaltung bezieht historische Fakten, Kleidung und Ereignisse ein, ergänzt und weitet den Deutungsspielraum aus und lädt die Leser*innen ein, über Geschichte in der näheren Umgebung nachzudenken.

Die drei Bilderbücher erzählen die Geschichte des jeweiligen Hauses chronologisch, ohne Hinweise auf die Gegenwart zu geben. Das Haus steht im Mittelpunkt, es verändert sich optisch ebenso wie die Landschaft, in der es angesiedelt ist. Die Bilder unterstützen die historischen Fakten und mittels der Farbauswahl werden Stimmungen erzeugt, die wiederum die historischen Ereignisse bewerten und auch die Gefühle des Hauses widerspiegeln. Damit nehmen Autor und Künstlerin die Idee des Neuen Materialismus auf, denn das Haus wird als Zeuge der Menschheitsgeschichte wahrgenommen, trägt die Spuren von Krieg oder Zerstörung, zugleich geben sie ihm etwas Menschliches, da immer wieder auch Emotionen an das Haus herangetragen werden. Der Neue Materialismus entwickelt sich in den 1990er-Jahren als heterogene, theoretische Strömung, die sich mit dem Verhältnis zwischen Menschen sowie Technologie, Natur und Umwelt befasst. Es geht u. a. darum, die Zentralstellung des Menschen zu überwinden.

Die Figuren bleiben namenlos und bis auf die Familie Frank bekommen sie kaum individuelle Merkmale zugewiesen. Erst im Glossar erfährt man ihre Geschichte, ihre Namen und auch, was aus den Menschen geworden ist. In den Bilderbüchern geht es um Empathie und Vermittlung von Wissen, jedoch wird auf ‚klassische‘ Identifikationsfiguren verzichtet.

Literatur

Primärliteratur

- Harding, Thomas & Teckentrup, Britta (2020). *Sommerhaus am See. Ein Bilderbuch*. Jacoby & Stuart Verlag.
- Harding, Thomas & Teckentrup, Britta (2023). *Das alte Haus an der Gracht*. Jacoby & Stuart Verlag.
- Harding, Thomas & Teckentrup, Britta (2024). *Das alte Haus auf der Farm. Die Geschichte des Hauses von Harriet Tubman*. Jacoby & Stuart Verlag.

Sekundärliteratur

- Ajnwojner, Rifka (2021). Interview mit Rose Lagercrantz. (<https://www.juedischesmuseum.de/blog/interview-rose-lagercrantz/>, abgerufen am 28.12.2024)
- Assmann, Aleida (2009). Geschichte findet Stadt. In Moritz Czáký & Christoph Leitgeb (Hrsg.), *Kommunikation – Gedächtnis – Raum. Kulturwissenschaften nach dem ‚Spatial Turn‘* (S. 13–27). Transcript Verlag.
- Becher, Andrea (2015). Erinnerungskultur gestalten. Zugänge zur Thematisierung von Holocaust und Nationalsozialismus. *Grundschule Sachunterricht* 3, 13–17 (https://www.annefrank.de/fileadmin/Redaktion/Themenfelder/Geschichte_vermitteln/Dokumente/150910_Becher_in_Zeitschrift_Gs_Sachunterricht_2015_3.pdf, abgerufen am 29.12.2024)

- Bergmann, Klaus (2005). „Papa, erklär‘ mir doch mal, wozu dient eigentlich Geschichte?“ Frühes Historisches Lernen in Grundschule und Sekundarstufe I. In Klaus Bergmann & Rita Rohrbach (Hrsg.), *Kinder entdecken Geschichte. Theorie und Praxis historischen Lernens in der Grundschule im frühen Geschichtsunterricht* (S. 8–31). Wochenschau Verlag.
- Buchsteiner, Martin & Scheller, Jan & Nitsche, Martin (2023). *Geschichtsstundenplanung. Theorie und Praxis*. Wochenschau Verlag.
- Deckert-Peaceman, Heike (2006). Holocaust – ein Sachunterrichtsthema? In Detlef Pech, Katharina Rauterberg & Marcus Stocklas (Hrsg.), *Möglichkeiten und Relevanz der Auseinandersetzung mit dem Holocaust im Sachunterricht der Grundschule* (S. 35–50). (https://opendata.uni-halle.de/bitstream/1981185920/94501/1/sachunterricht_volume_0_6027.pdf, abgerufen am 29.12.2024)
- Enzenbach, Isabel & Pech, Detlef (2012). Zeitgeschichte thematisieren in der Grundschule. Zum Stand einer Diskussion und ihrer Leerstellen am Beispiel der Thematisierung von Holocaust, Nationalsozialismus und jüdischer Geschichte. *Medaon – Magazin für jüdisches Leben in Forschung und Bildung*, 11, 1–13.
- Ernst, Jutta (2013). Hybride Genres. In Ansgar Nünning (Hrg.), *Metzler Lexikon Literatur und Kulturtheorie* (S. 313). Stuttgart.
- Flügel, Alexandra (2009). *Kinder können das auch schon mal wissen. Nationalsozialismus und Holocaust im Spiegel kindlicher Reflexions- und Kommunikationsprozesse*. Verlag Barbara Budrich.
- Glasenapp, Gabriele von (2011). Geschichtliche und zeitgeschichtliche Kinder- und Jugendliteratur. In Günter Lange (Hrsg.), *Kinder- und Jugendliteratur der Gegenwart. Ein Handbuch* (S. 269–289). Schneider Verlag Hohengehren.
- Keren, Nili (1999). Der Holocaust im israelischen Unterricht am Ende der neunziger Jahre. In Albrecht Lohrbächer et al. (Hrsg.), *Schoah – Schweigen ist unmöglich. Erinnern, Lernen, Gedenken* (S. 86–91). Kohlhammer.
- KMK: Erinnern für die Zukunft. Empfehlungen zur Erinnerungskultur als Gegenstand historisch-politischer Bildung in der Schule. Beschluss vom 11.12.2014. (https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2014/2014_12_11-Erinnern_fuer-die-Zukunft.pdf, abgerufen am 29.12.2024)
- Kruse, Iris & Kanning, Julian (2023). Nie wieder! In Iris Kruse & Julian Kanning (Hrsg.), *„So viel Größenwahn muss sein!“ Kinderliteratur – Schule – Gesellschaft* (S. 103–129). Kopaed.
- Merveldt, Nikola von (2020). Sachbuch. In Tobias Kurwinkel & Philipp Schmerheim (Hrsg.), *Handbuch der Kinder- und Jugendliteratur* (S. 189–200). Metzler.
- Noa McKayton (2011). Holocaustunterricht mit Kindern – Überlegungen zu einer frühen Erstbegegnung mit dem Thema Holocaust im Grundschul- und Unterstufenunterricht. *Medaon – Magazin für jüdisches Leben in Forschung und Bildung*, 9, 1–9.
- Paderborner Erklärung (2024). Deutschlehrkräfte fordern obligatorische Einbindung der Holocaustliteratur in die Curricula. In Sascha Feuchert, Torsten Mergen & Christian Plien (Hrsg.), *Der Deutschunterricht als Gedächtnisagentur. Didaktische Annäherungen an eine spezifische schulische Erinnerungskultur* (S. 35–36). Metropol.
- Pech, Detlef (2006). unfassbar (,) ungeklärt. Reflexionen über sachunterrichtliche Bedeutungen einer Auseinandersetzung mit dem Holocaust in der Grundschule. In Detlef Pech, Katharina Rauterberg & Marcus Stocklas (Hrsg.), *Möglichkeiten und Relevanz der Auseinandersetzung mit dem Holocaust im Sachunterricht der Grundschule* (S. 51–59).

- (https://opendata.uni-halle.de/bitstream/1981185920/94501/1/sachunterricht_volume_0_6027.pdf, abgerufen am 29.12.2024)
- Quintini, Caterina (2024). *Holocaust Education in der Grundschule. Historisch-politisches Lernen im sozialwissenschaftlichen Sachunterricht*. Budrich Academic Press.
- Rinnerthaler, Peter (2022). Sachbilderbuch. In Ben Dammers, Anne Krichel & Michael Staiger (Hrsg.), *Das Bilderbuch. Theoretische Grundlagen und analytische Zugänge* (S. 169–183). Metzler.
- Roeder Caroline (2020). Spatial Studies. In Tobias Kurwinkel & Philipp Schmerheim (Hrsg.), *Handbuch der Kinder- und Jugendliteratur* (S. 353–361). Metzler.
- Sippl, Carmen (2023). „Sprecht, ihr Wände, Türen, Möbel!“ Didaktische Potenziale des russischen Bilderbuches für den Fremdsprachenunterricht. In Anka Bergmann, Olga Caspers & Katrin Bente Karl (Hrsg.), *Didaktik der slawischen Sprachen. Beiträge zum 3. Arbeitskreis in Berlin (19.–20.02.2020)* (S. 29–42). Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Slawistik und Hungarologie. (<https://doi.org/10.18452/26893>, abgerufen am 29.12.2024)
- Steitz-Kallenbach, Jörg (2005). Bildersachbücher und Sachgeschichten. Wissensvermittlung durch Bild und Text. In Franz Kurt & Günter Lange (Hrsg.), *Bilderbuch und Illustration in der Kinder- und Jugendliteratur* (S. 32–52). Schneider Verlag Hohengehren
- Stemmann, Anna (2019). *Räume der Adoleszenz. Deutschsprachige Jugendliteratur der Gegenwart in topographischer Perspektive*. Metzler.
- Zöhrer, Marlene (2023). Ausgangspunkt: Bild. Eine Annäherung an Bildästhetik und Wissensvermittlung im Sachbilderbuch. *Jahrbuch der GKJF*, S. 62–76. (<https://ojs.ub.uni-frankfurt.de/gkjf/index.php/jahrbuch/article/view/107/96>, abgerufen am 29.12.2024)

Forschen wie im Bilderbuch

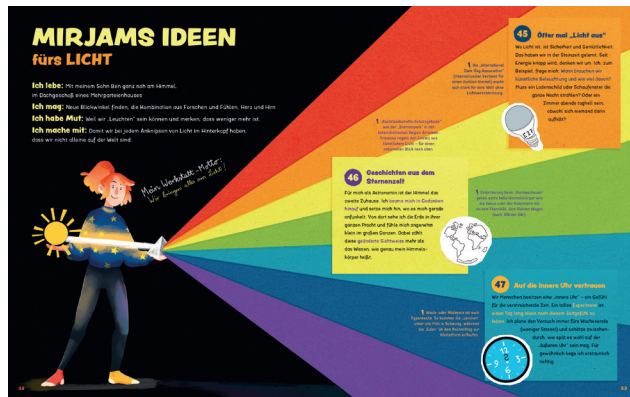
Zum ästhetischen Potenzial von Bild-Text-Narrationen für Wissenschafts- als Zukünftebildung im Anthropozän

1. Forschen (wie) im Bilderbuch: eine Zielsetzung

„Wenn ich später mal den Weltraum erforsche, soll das möglichst ohne Spuren abgehen. Das übe ich jetzt schon auf der Erde.“ Ben, ein Schüler aus der Klasse 3b der Paul-Crutzen-Schule, macht mit in der „wunderbaren Werkstatt der Zukünfte“: „Damit unser Boden erdig-lebendig bleibt“. (Laibl & Jegelka 2023, 15, 14) Für seine Mutter Mirjam, Astronomin von Beruf,

ist der Himmel das zweite Zuhause. Ich beame mich in Gedanken hinauf und setze mich hin, wo es mich gerade anfunkelt. Von dort sehe ich die Erde in ihrer ganzen Pracht und fühle mich angenehm klein im großen Ganzen. Dabei zählt diese geänderte Sichtweise mehr als das Wissen, wie genau mein Himmelskörper heißt. (Ebd., 33)

Auch sie macht mit in der „wunderbaren Werkstatt der Zukünfte“: „Damit wir bei jedem Anknipsen von Licht im Hinterkopf haben, dass wir nicht alleine auf der Welt sind.“ (Ebd., 32) In ihrem Bilderbuch *Unsere wunderbare Werkstatt der Zukünfte* (Edition Nilpferd, 2023; 64 Seiten, 22 x 28 cm) überlassen es die Autorin Melanie Laibl und die Illustratorin Corinna Jegelka ihren Figuren, den Schüler*innen, Eltern, Lehrer*innen und dem Schulwart, ihre „99 Ideen fürs Anthropozän“ vorzustellen, als „Einladung zum Aktivwerden [...] – miteinander, füreinander und zueinander“ (ebd., 56). Sowohl der kindliche Bodenforscher Ben als auch die erwachsene Astronomin Mirjam sind fiktive Figuren; Bilderbuchleser*innen sind sie bereits bekannt aus *WERde wieder wunderbar*, dem Bilderbuch, in dem die Klasse 3b der (ebenfalls fiktiven, aber nach einem der realen „Forschungsväter des Anthropozäns“ [ebd., 12] benannten) Paul-Crutzen-Schule Besuch von einem außerirdischen Austauschschüler bekommt. Ihm*Ihr müssen die Schüler*innen erklären, was die Menschen mit der Erde machen – und sie lernen dabei selbst viel über die Stoffkreisläufe der Natur und vor allem Wertschätzung gegenüber der Natur. 9 *Wünsche fürs Anthropozän* ist der Untertitel dieses Mutmachbuches (Laibl, Jegelka & Leinfelder 2022), das Kindern auf verschiedenen Erzählebenen das Anthropozän als ‚Erdzeitalter des Menschen‘ im Sachtext erklärt und in einem Comic erzählerisch vermittelt (vgl. Sippl 2023a, 212–214; Sippl & Laibl 2022). Sachlich geprüft wurde das Bilderbuch vom (realen) Anthropozän-Forscher Reinhold Leinfelder, der auch das Geleitwort zur Einführung geschrieben hat.



Abbildungen 1 und 2: Im Bilderbuch *Unsere wunderbare Werkstatt der Zukünfte* (Edition Nilpferd im G&G Verlag, 2023) von Melanie Laibl und Corinna Jegelka forschen fiktive Kinder und Erwachsene für die Zukunft.

Ausgehend von diesem Beispiel zeigen sich die Fragen, die im Fokus dieses Beitrags stehen: Was leisten (fiktive und reale) Wissenschaftler*innen als Bilderbuch- und Comic-Held*innen für Wissenschafts- als Zukünftebildung? Was und mit welcher Motivation erforschen Kinderfiguren als Forscher*innen in Bilderbuch und Comic? Den Ausgangspunkt für die Suche nach Antworten auf diese Fragen bildet die These, dass Bilderbücher und Comics als multimodale Medien, die im Zusammenspiel von Bild, Text und Layout Leser*innen aller Altersstufen ansprechen können, über ihr ästhetisches Potenzial komplexe Themen vermitteln und verstehbar machen. Dieses Potenzial kann für transdisziplinäre, transkulturelle, transgenerationale Wissenschafts- als Zukünftebildung genutzt werden.

Im Folgenden werden aktuelle Bilderbücher und Comics vorgestellt, in denen (reale) Wissenschaftler*innen als Bilderbuchheld*innen fungieren oder (fiktive) Kinder wissenschaftlich forschen. Das zentrale Auswahlkriterium ist der Aspekt des Forschens als wesentliches Handlungselement¹, das Erforschen insbesondere von Natur und Umwelt. Als Sachbilderbücher changieren die nach dieser Maßgabe ausgewählten Titel „zwischen den beiden Polen Faktualität und Fiktion“ und greifen „auf eine Vielzahl literarästhetischer und bildkünstlerischer Mittel ebenso zurück [...] wie auf Darstellungsmodi faktualer Literatur und Medien“ (Zöhrer 2020, 128). Sie können zur ökologischen Kinder- und Jugendliteratur gezählt werden, insofern sie für die Mensch-Natur-Verhältnisse im Anthropozän sensibilisieren und „zum Nachdenken und selbstständigen Handeln anregen“ (Mikota & Sippl 2024, 15)², im „hybriden Zusammenspiel informierender und narrativer Darstellungsstrukturen“

- 1 Textlose Bilderbücher (wie z. B. *Ausflug zum Mond* von John Hare, Moritz Verlag, 2019) und Wimmelbücher (wie z. B. *Was machen Wissenschaftler?* von Katie Daynes aus der Reihe „Aufklappen und Entdecken“ des Usborne Verlags, 2020) wurden bei der Auswahl ebenso wenig berücksichtigt wie Bilderbücher, in denen Tiere (wie z. B. die Maus im Bilderbuch *Komm mit raus, Entdeckerm Maus!* von Tereza Vostradovská, cbj 2019) oder Fantasiewesen (wie z. B. in der Reihe *Der kleine Drache Kokosnuss erforscht ...* [den Weltraum, die Steinzeit etc.] der Penguin Random House Verlagsgruppe) als Forscher*innen auftreten.
- 2 Eine gegenüber dem anthropozänen Blick auf Mensch-Natur-Verhältnisse enger gefasste Definition findet sich bei Duckstein und Ritter (2024, 70, mit Bezug auf Rinnerthaler 2022, 173): „Als ökologische Sachbilderbücher bezeichnet man Werke, die einen eindeutigen Sachbezug zu ökologischen Themen wie Umwelt- und Klimaschutz aufweisen und die in der Gestaltung von der bildästhetischen Ebene dominiert werden“.

Die ausgewählten Text-Bild-Narrationen werden im folgenden Abschnitt gelesen „aus der Beobachtungsposition des Anthropozän, also im Zeichen des Wissens um die Verstrickungen von Mensch und Erde“ (Probst 2024, 107). Diese in Text und Bild enkodierten „Verstrickungen von Mensch und Erde“ zu dekodieren, öffnet Leser*innen Wege zu transdisziplinärem Wissen. Wo (Fach-)Sprache das Verständnis erschwert, bieten Bilder und Grafiken eine Brücke zum Verstehen, denn insbesondere im Sachbilderbuch wird „durch den quantitativen und/oder qualitativen Einsatz von grafischen Gestaltungsmitteln [...] die Wissensvermittlung maßgeblich von der bildästhetischen Ebene geprägt“ (Rinnerthaler 2022, 173). Bilderbücher und Wissenschaftscomics, in Lehr-/Lernkontexten und/oder familiär situiert gelesen, laden daher zur Wissenschaftsvermittlung gerade auch in transkulturellen und transgenerationalen Kontexten ein. Um dies zu überprüfen, widmet sich die Lektüre Fragen nach

- Aus dieser anthropozänen Lektüre (Abschnitt 2) werden didaktische Impulse abgeleitet, durch die Literatur als Wissensform und ästhetisches Phänomen in Lehr-/Lernkontexten wissenschaftsbildend wirken kann (Abschnitt 3). Sie verstehen sich als Beitrag zu einer Didaktik der Zukunftsbildung, die kognitive, affektive, imaginative und konative Aspekte berücksichtigt, um *Futures Literacy* als Zukunftsgestaltungskompetenz zu fördern (Abschnitt 4).

2.1 Wer erforscht die Welt?

3 Vgl. auch die – weiterführenden – „Leitfragen zur Analyse von Sachbilderbüchern“ bei Rinnerthaler 2022,
175.
4 Vgl. [https://www.penguin.de/buecher/saskia-gwinn-wer-erforscht-die-welt-/buch/9783791375441?gadsnetwork=x&gad_source=5&gclid=EAIaIqObChMItIPFsvnCiAMVHaiDBx2D2Q-vEAAyAIAAEgL87_D_BwE](https://www.penguin.de/buecher/saskia-gwinn-wer-erforscht-die-welt-/buch/9783791375441?gadsnetwork=x&gad_source=5&gclid=EAIaIqObChMItIPFsvnCiAMVHaiDBx2D2Q-vEAAyAIAAEgL87_D_BwE [1.11.2024])
[1.11.2024]

tenen Bild- und Textsprache erkennbar an Vorschulkinder. Von der spanischen Illustratorin Ana Albero als Comic gestaltet, in Panels mit Sprechblasen und teils bildintegrierten, teils in den Lücken (Gutter) zwischen den Panels platzierten Erzähltexten, hat der Text der englischen Autorin Saskia Gwinn eine Rahmenerzählung. Sie zeigt einen kleinen dunkelgelockten, bebrillten Jungen im Pyjama und seine Mutter beim abendlichen Vorleseritual vor dem Einschlafen – und vorgelesen wird aus eben diesem Buch, *Wer erforscht die Welt?*, das sie beide miteinander in Händen halten, an der Covergestaltung erkennbar, während die Schrift nur in gewellten Linien dargestellt ist. Auf dem ganzseitigen Aufmacherpanel sitzen sie beide noch am Tisch, die Mutter hält eine dampfende Tasse in Händen, der Junge fragt: „Mama ...“, sie antwortet: „Jaaa ...“, er fragt: „Wenn Wissenschaftler*innen andauernd die Welt retten, wer arbeitet dann an Zeitreisen?“ Im Hintergrund ist ein großer Bildschirm zu sehen, auf dem, in Anführungszeichen gesetzt, steht: „Wissenschaftler*innen retten die Welt“, ein halbseitiges Bild links davon zeigt eine Wissenschaftlerin bei der Arbeit im Labor, die Ausschnitte unter der Überschrift weisen darauf hin, dass es sich wohl um einen Serientitel handelt, unter dem mehrere Folgen angeboten werden. „All die anderen Wissenschaftler*innen!“, antwortet die Mutter auf der nächsten Seite. „Überall auf der Welt gibt es Wissenschaftler*innen, die großartige Dinge tun.“⁵ Über den folgenden vier Einzelpanels steht, als Fortsetzung und weitere Erläuterung dieser Antwort, aber jeweils in das Gutter gesetzt: „Sie suchen nach Regenbögen, | belauschen Elefanten, | schweben durch den Weltraum, | graben nach Dinosauriern ... | und sie versuchen, durch die Zeit zu reisen.“

Die folgenden Kapitel zeigen jeweils auf einer Doppelseite ein Forschungsgebiet von – im Buch durchgehend geschlechtergerecht mit Asterisk geschrieben – Wissenschaftler*innen: Paläontolog*innen, Astronaut*innen, Meteorolog*innen, Bioakustiker*innen, Roboter-Ingenieur*innen, Meeresbiolog*innen, Geolog*innen, Botaniker*innen, Arthropodolog*innen; Naturschützer*innen, Zoolog*innen, Klimatolog*innen „und viele andere Wissenschaftler*innen[, die] versuchen herauszufinden, wie man die Erde beschützen kann“, Wissenschaftler*innen, die „das Leben von Menschen mit tollen Medikamenten [...] retten“, Astrophysiker*innen. Jedes Kapitel nennt in der Überschrift, was die Wissenschaftler*innen tun, z. B. „Wissenschaftler*innen studieren Samen“, mit einer Erläuterung darunter: „Wissenschaftler*innen, die Samen studieren, nennt man Botaniker*innen. Für sie sind Pflanzen die größten Schätze der Erde.“ Zunächst wird allgemein das Forschungsgebiet vorgestellt, indem vor allem die Motivation der Forscher*innen benannt wird, z. B. „Botaniker*innen helfen den Pflanzen beim Wachsen, weil sie für uns so wichtig sind“, „Botaniker*innen erforschen, was Pflanzen beim Wachsen hilft“, „Pflanzen produzieren Sauerstoff, den wir zum Atmen brauchen“. Das wird dann am Beispiel einer konkreten Person verdeutlicht, z. B. Janaki Ammal: Sie „entwickelte in Indien Zuckerrohrkulturen und schuf neue Sorten, die die Menschen anbauen konnten“. Die Wissenschaftler*innen werden an ihren Forschungsstätten gezeigt, hier im Labor, auf dem Feld, unterwegs in Naturlandschaften, mit den Gegenständen (z. B. Reagenzglas, Computer, Botanisiertrommel, Bestimmungsbuch), die sie für ihre Forschung benötigen.

Jedes Kapitel endet mit einem abschließenden, zusammenfassenden Satz, z. B. „Botaniker*innen schreiben Bücher über Pflanzen, damit wir sie besser verstehen können“, an den

5 Das Bilderbuch trägt keine Seitenzählung, die zitierten Textstellen sollten jedoch aufgrund des geringen Umfangs und der möglichst genauen Beschreibung leicht auffindbar sein.

sich ein letztes Bildpanel anschließt, das Mutter und Sohn beim gemeinsamen, dialogischen Lesen des Bilderbuches zeigt oder in einer imaginierten Situation, welche die vorgestellte Wissenschaftsdisziplin zitiert: im Museum beim Betrachten eines Dinosaurierskeletts, im Schutzanzug im Weltraum schwebend, im Meer schwimmend, vor einem Aquarium mit einem Messgerät in der Hand stehend, auf Steinen sitzend, sich um Pflanzen in einem Blumenkasten kümmernd – und immer im Dialog: „Schützen Wissenschaftler*innen auch Insekten?“ – „Aber ja doch.“

Bis sie im vorletzten Kapitel zu den Zeitreisen kommen, die den Jungen in der Eingangsszene besonders interessiert haben. „Vielleicht finden Wissenschaftler*innen eines Tages heraus, wie man in die entferntesten Winkel des Universums gelangen und von dort per Zeitreise zurückkehren kann“, lautet der Text im Gutter über dem letzten halbseitigen Panel: Der Junge liegt im Bett, die Mutter zieht die Vorhänge zu, draußen ist schon Nacht. „Wissenschaftler wie ich?“, fragt er. „Richtig! Denn ...“ Die Antwort der Mutter ist der Cliffhanger für die vorletzte Doppelseite des Buches, mit der Überschrift: „Wissenschaftler*innen sind wie du“: „Alle Wissenschaftler*innen, die spektakuläre Super-Sachen machen, haben angefangen, indem sie ... | Fragen über Dinosaurier gestellt oder | die Sterne beobachtet haben, | alles über Wale wissen wollten, | Pflanzen beim Wachsen zugesehen | und von Abenteuern geträumt haben, genau wie ... DU! | Alle großen Wissenschaftler*innen waren auch mal kleine Wissenschaftler*innen.“ Das Schlusspanel zeigt den Jungen schlafend und träumend, die Mutter sitzt am Bettrand und hält das zugeklappte Bilderbuch in der Hand. Die letzten drei Buchseiten zeigen „Berühmte Wissenschaftler*innen“, die im Buch vorgestellt wurden, als Galerie aus Porträtbild und Kurzbiografie.



Abbildungen 3 und 4: Im Bilderbuch *Wer erforscht die Welt?* von Saskia Gwinn und Ana Albero (Prestel/Penguin 2023) bietet die Buch-im-Buch-Handlung den Anlass, „24 echte Wissenschaftler*innen und ihre Berufe“ kennenzulernen.

2.2 Emmas und Louis' Abenteuer

Zwei kindliche Figuren nutzt eine Sachbilderbuchreihe des Verlags Kleine Gestalten, um Faktenvermittlung als Abenteuer- und Entdeckungsreise zu präsentieren. *Entdecke die Welt*, *Entdecke den Regenwald*, *Entdecke die Ozeane* und *Entdecke den Weltraum* lauten die bislang vorliegenden Titel im Hardcover, mit zumeist 56 Seiten im Format 24 x 28 cm, die sich an

5–7-Jährige bzw. 7–9-Jährige richten.⁶ Gestaltet von Illustrator Anton Hallmann, verzichten die Texte der Journalistin und Sachbuchautorin Anne Ameri-Siemens auf eine Rahmehandlung und legen stattdessen die Sachthemen in einem Seitenkonzept dar, dessen Gliederung in Überschrift, Teaser und Bildunterschriften einen Magazincharakter aufweist. In die grafisch entsprechend konzeptuell gestalteten Bilderbuchseiten, die von der leuchtend bunten Bildästhetik dominiert werden, sind das dunkelhäutige Mädchen Emma und der weiße, brillenträgende Junge Louis eingestreut, die in Sprechblasen Sachinformationen von sich geben. „Emmas und Louis' Abenteuer“ finden in *Entdecke die Ozeane* also nur im Untertitel statt, nicht auf dem Weg eigenen Forschens. Emma und Louis dienen vielmehr als Identifikationsfiguren, um als (laut Verlagsempfehlung hier: 7–9-jährige⁷) Leser*in mit ihnen das in den Sachbilderbüchern dargebotene Wissen zu entdecken – wozu der Imperativ im Titel auffordert. Reale Entdecker*innen und Forscher*innen aus Geschichte und Gegenwart sind vereinzelt als Teil der Sachinformation zu finden (z. B. Jacques-Yves Cousteau und Rachel Carson, vgl. Ameri-Siemens & Hallmann/Ozeane 2023, 47). Es geht in diesem 64 Seiten starken Sachbilderbuch also um Wissens-, weniger um Wissenschaftsvermittlung. Auf der dominanten Bildebene beeindruckt die Zeichnung, die „sich für erklärende interpretierende Abbildungen [...] eignet“ (Grubert 2016, 97), in ihrer Leuchtkraft; die Schwerpunktsetzung rückt dabei einzelne Phänomene in den Fokus und bietet kaum die Möglichkeit, komplexe Zusammenhänge erkennbar werden zu lassen.



Abbildungen 5 und 6: Begegnungen mit „echten“ Wissenschaftler*innen vermitteln Emma und Louis als Sachinformation in *Entdecke die Ozeane* von Anne Ameri-Siemens und Anton Hallmann (Kleine Gestalten, 2023).

6 Die Webseite gibt beide Altersgruppen an, vgl. <https://gestalten.com/products/entdecke-den-weltraum> [1.11.2024]

7 Vgl. <https://gestalten.com/products/entdecke-die-ozeane?variant=44568059576586> [22.9.2024]

2.3 „Komm mit Akademics in die Welt der Forschung!“⁸

„Akademics“, das „ÖAW-Wissenschaftsportal für Kinder“, ist ein Projekt der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW).⁹ Auf der Startseite ist zwischen den drei Kategorien „Akademics Junior“, „Akademics Expert“ und „Akademics Genius“ zu wählen, die einerseits Altersgruppen (7–10-, 8–12-, 10–14-Jährige), andererseits verschiedene inhaltliche Interessen ansprechen und damit auch einen Einblick in die thematische Breite der Grundlagenforschung der ÖAW „zu den Grundlagen unseres Lebens, unserer Gesellschaft sowie unseres kulturellen Erbes“¹⁰ geben. „Akademics Expert“ etwa bietet Zugang zu Astronomie, Biologie, Genetik und Geschichte:

Mit Akademics kannst du diese vier Forschungsgebiete so kennenlernen, wie es dir am besten gefällt. Du hast die Wahl: Blättere durch Comics, starte ein Video, versuche ein Experiment oder erlebe Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ganz persönlich im Interview. Mit nur einem Klick bist du dabei!

Der Wissenschaftscomic ist also Teil eines multimedialen Angebots, das nach Absolvierung eines Quiz mit einer Akademics-Urkunde abzuschließen ist.¹¹ Zum Forschungsgebiet Genetik gibt es den farbig gestalteten Comic *Planet der Pflanzen* von Tobias Gossow (2019) als PDF zum Download oder als Heft zum Bestellen (24 Seiten im Format 28,5 x 21,5 cm, Broschur mit Klammerheftung). In dieser Geschichte begegnen sich Theo, ein Schuljunge vom Planeten Erde, und Feo, ein Alien vom Planeten Xolo, im Traum. Gemeinsam unternehmen sie eine Reise ins Innere einer Pflanze und lernen dabei, wie Fotosynthese und Embryogenese funktionieren. In der Rahmenhandlung trifft der – als „Akademics Expert“ etwa 8–12-jährige – Theo die (fiktive) ÖAW-Forscherin Dr. Rosmarin, „Doktor der molekularen Pflanzenbiologie“, die Theo mit in ihr Labor am (realen) Gregor-Mendel-Institut nimmt und ihm zeigt, wie sie mittels Gewebeprobe und Datenbankabgleich eine ihr bislang unbekannte Pflanze bestimmen kann. Im Wissenschaftscomic *Planet der Pflanzen* wird also in einer fiktiven Geschichte mit fantastischen Elementen ein Forschungsgebiet erläutert, das aber an einer realen Forschungsstätte, dem Gregor-Mendel-Institut der ÖAW im dritten Wiener Gemeindebezirk¹², in einem Panel des Comics dargestellt und ibidem lokalisierbar ist.

Theos Motivation zum Forschen ist intrinsisch: Im Traum begegnet er dem Alien Feo, und nachdem er infolge eines Skateboard-Unfalls die (fiktive) ÖAW-Biologin und deren Forschung kennengelernt hat, wünscht er sich dringend die Rückkehr in den Traum, um

8 <https://www.oeaw.ac.at/akademics/pflanzen> [22.9.2024]

9 Siehe die Angabe im Impressum auf <https://www.oeaw.ac.at/akademics/akademics> [22.9.2024]. Weitere Informationen zu diesem Projekt gibt die Webseite nicht; sie verweist nur über das Impressum auf die Hauptseite der ÖAW, die seit 2020 einen Wettbewerb für Wissenschaftscomics ausschreibt: Die Gewinner*innen erhalten ein Preisgeld, die entstandenen Comics erscheinen im Open Access des ÖAW-Verlags (Comics4kids) auf der Comic-Webseite, wie nach einer Suche nach dem Stichwort „Wissenschaftscomics“ der Pressemeldung zu entnehmen ist (<https://www.oeaw.ac.at/detail/news/science-in-the-making-neue-oeaw-comics-erklaren-wie-wissenschaft-entsteht>, 22.9.2024).

10 <https://www.oeaw.ac.at/forschung/forschung-an-der-oeaw> [22.9.2024]

11 Das Quiz ist ein Wissenstest, um herauszufinden: „Bist du ein Forschertalent?“ – <https://www.oeaw.ac.at/akademics/mehr/teste-dein-wissen> [22.9.2024]

12 Vgl. <https://www.oeaw.ac.at/gmi/home> [22.9.2024]

zusammen mit Feo die Pflanzenwelt, aber auch Feo selbst, der sich als „so eine Art Hybrid-Wesen, halb Tier, halb Pflanze“ (Gossow 2019, 21) erweist, weiter erforschen zu können. Hier schlüpft Theo selbst in den weißen Laborkittel, nimmt Gewebeproben von seinem Freund, dem Alien, und gleicht sie mit der Datenbank ab. Am Ende stehen spannende neue Fragen – die ein Grundprinzip von Forschung verdeutlichen, das Fragenstellen und Neugierig-Bleiben. Sie weisen in die Zukunft (Abb. 7) und entsprechen damit der Charakteristik von Forschung an der ÖAW, wo man „neue Erkenntnisse“ schafft, „an den Innovationen von morgen“ arbeitet und „zudem noch offen [ist] für noch unbekannte Anwendungen.“¹³ Dieser Logik folgend endet der Comic mit dem Wort „ENDE?“, markiert als Fragesatz.

Wenn Theo und Feo auf Molekülgröße schrumpfen und in das Innere einer Pflanze vordringen, wo ihnen Wasser, Sauerstoff und Glucose begegnen, steht in *Planet der Pflanzen* das Prinzip der Abenteuerreise in Verbindung mit Elementen der Fantastik im Vordergrund. Naturwissenschaftliches Forschen findet im ganz genauen Betrachten kleinster Einheiten statt, wobei sich das große Ganze entdecken lässt. Theo trägt dabei eine Brille und den weißen Laborkittel, Feos Neugier wird durch das Auge symbolisiert, das der Alien an jeder seiner Tentakeln hat. Situiert ist ihr gemeinsames Forschen im fantastischen Setting der Reise ins Innere der Pflanze und im realen Setting des Forschungslabors der (fiktiven) Dr. Rosmarin an der (realen) ÖAW. Der Wissenschaftscomic verzichtet auf Erklärtext und erzählt ausschließlich in Denk- und Sprechblasen sowie Geräuschwörtern.

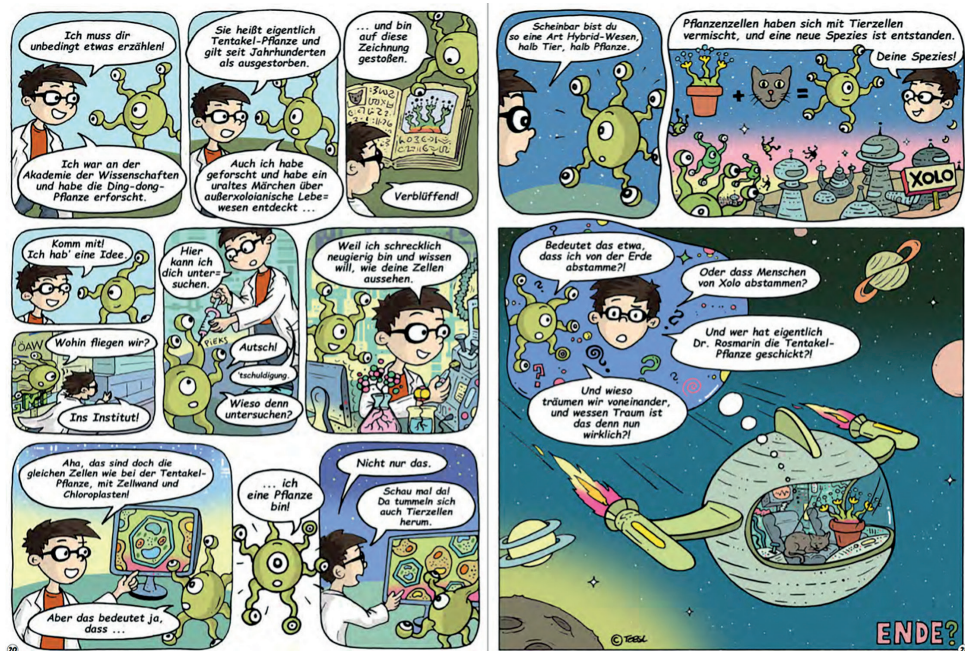


Abbildung 7: Im Wissenschaftscomic *Planet der Pflanzen* von Tobias Gossow (ÖAW, 2019) ermöglicht eine fantastische Reise ins Innere der Pflanze ein ganz besonderes Forschungserlebnis.

2.4 Hubert Reeves erklärt die Welt

Mit „Hubert Reeves erklärt uns ...“ beginnen die Titel von drei Bilderbüchern bzw. Sachcomics, die zwischen 2019 und 2020 im Verlagshaus Jacoby & Stuart erschienen sind: *Hubert Reeves erklärt uns die Artenvielfalt* (2019), *Hubert Reeves erklärt uns den Wald* (2019) und *Hubert Reeves erklärt uns den Ozean* (2020). Die Titelei geben vielerlei Auskunft über das komplexe Entstehen der Bilderbücher. *Hubert Reeves erklärt uns die Artenvielfalt* nennt folgende Autor*innenschaft: „Szenario: Hubert Reeves, Nelly Boutinot, Zeichnungen: Daniel Casanave, Colorierung: Claire Champion“. Im Original in den Éditions du Lombard erschienen, wurden die drei Bände von Edmund Jacoby aus dem Französischen übersetzt. Aber wer ist Hubert Reeves? Darüber geben weder ein Rückseitentext noch ein Vorwort oder Nachwort im Buch selbst Auskunft. In der Titelanzeige auf der Verlagswebseite ist zu lesen:

Die dringlichste Botschaft des international berühmten Wissenschaftlers Hubert Reeves ist, darauf zu achten, dass die Vielfalt der Natur erhalten bleibt. Denn da in der Natur alles miteinander zusammenhängt, ist es besonders wichtig, dass wir Menschen vorsichtig mit ihr umgehen. Und nur wenn wir die Artenvielfalt erhalten, können wir überleben.¹⁴

Erst auf der Autorensseite auf der Verlagswebseite, also epitextuell ist zu erfahren, dass Hubert Reeves (1932–2023), „einer der weltweit bekanntesten Astrophysiker“, aus dem kanadischen Montreal stammte, bei der NASA tätig und „Forschungsdirektor am Nationalen Forschungszentrum in Paris“ war.¹⁵ Das Buch wird im Infotext des Verlages als „Sachbuch für Kinder über die Vielfalt der Natur“ und als Sachcomic bezeichnet: „Hubert Reeves erklärt in diesem Sachcomic die Gefahren, denen die Natur ausgesetzt ist, aber er macht auch Mut.“¹⁶ Als 64 Seiten starkes Hardcover im Format 22 x 29,3 cm tritt es materiell als Bilderbuch auf; die Bildseitengestaltung in Panels ist die eines Comics.

Die erste Doppelseite zeigt Hubert Reeves als freundlichen alten Mann des nachts an einem Bergsee stehen und versonnen zu den Sternen aufsehen. „Ohne die Sterne gäbe es uns nicht“, heißt es nicht in einer Sprechblase, sondern im Erzähltext zum ganzseitigen Panel links. „Denn wenn sie sterben, setzen sie die Atome frei, die für den Aufbau allen Lebens nötig sind.“ Die solchermaßen eingeführte Perspektive des Astrophysikers leitet auf dem dreiviertelseitigen Panel rechts zum Buchthema über: „Und das ist das Ergebnis: Pflanzen, Tiere, eine Vielfalt von Lebensformen und Arten, überall, im Wasser, in der Luft wie auf dem Land ...“ (Reeves/Artenvielfalt 2019, 3f.) Auf der nächsten Seite spricht Reeves selbst: „Heute bin ich zu einem Schulausflug eingeladen.“ Der bärtige alte Mann im blauen Rollkragenpullover steigt mit der Schulkasse, Lehrerin und Lehrer schwungvoll in einen Kleinbus, „zur Erkundung der Lebensvielfalt von heute“ (ebd., 5). Wissenschaftsvermittlung findet in dieser Geschichte, die vom Verlag „ab 8 Jahren und für die ganze Familie“¹⁷ empfohlen wird,

14 <https://www.jacoby-stuart.de/buecher-von-jacoby-stuart/kindersachbuch/hubert-reeves-erklaert-uns-die-artenvielfalt/> [15.9.2024]

15 <https://www.jacoby-stuart.de/autoren-bei-jacoby-stuart/hubert-reeves/> [15.9.2024]

16 Infotext zur Leseprobe auf <https://www.jacoby-stuart.de/buecher-von-jacoby-stuart/kindersachbuch/hubert-reeves-erklaert-uns-die-artenvielfalt/> [15.9.2024]

17 <https://www.jacoby-stuart.de/buecher-von-jacoby-stuart/kindersachbuch/hubert-reeves-erklaert-uns-die-artenvielfalt/> [21.9.2024]

also a) durch die Person eines realen, „international berühmten Wissenschaftlers“ und b) im Setting einer fiktiven Exkursion von Schüler*innen in einer real lokalisierbaren Landschaft statt.

Der Kleinbus führt die Gruppe über ein Autobahnviadukt aus Beton (ebd., 6/7) zu einem Aussichtspunkt in den Bergen. Hier erklärt Reeves den staunenden Kindern den Zusammenhang zwischen der Brücke und der Artenvielfalt: „Der Stahl und der Beton, die hier verbaut sind, verdanken ihre Existenz der Vielfalt des Lebens in einer fernen Vergangenheit.“ (Ebd., 8) Sie hören von der Entstehung von Eisenoxid, Kalk und Erdöl, und lernen auf diese Weise, was „fossile Energien“ sind: „weil sie aus der Zersetzung von Lebewesen stammen, die aus der Artenvielfalt vor Hunderten Millionen Jahren stammen“ (ebd., 12). Bei der Einkehr in einem Gasthof erfahren sie, wie Mikroorganismen und die Wasserqualität den Geschmack von Käse und Wein bestimmen; bei der Begegnung mit einem Schäfer und seiner Herde hören sie nicht nur über den Zusammenhang von Pflanzen und Fasern, sondern auch die Kulturgeschichte der Mensch-Wolf-Beziehung. Die Geschichten, die Hubert Reeves den Kindern beim Spaziergang durch die Natur erzählt, führen sie in Gedanken rund um den Erdball und erklären auf leichtfüßige, anschauliche Weise, wie Energie, Ernährung, Gesundheit mit der Artenvielfalt zusammenhängen. Es gelingt ihm im Dialog mit den Kindern, sie für die Vielfalt allen Lebens auf dem Planeten Erde zu begeistern, und für „einen wunderbaren Beruf: den des Forschers“ (ebd., 60). Naturwissenschaftliches Wissen wird dabei in Kontexte gestellt, die ihnen am Weg begegnen, sodass komplexe Zusammenhänge an einfachen Beispielen verständlich werden, in ihren tiefenzeitlichen Dimensionen bis in die Gegenwart und Zukunft weisend.

Auf der Bildebene wechseln Panels, welche die kleine Reisegruppe unterwegs auf Straßen oder in der Natur zeigen, mit Detailbildern ab, die Hubert Reeves' Geschichten illustrieren: Die Erklärung fossiler Energien etwa zeigt ihn vor einem geöffneten Kühlschrank stehen, in einem Panel, das außerdem einen gelben Citroën 2CV durch eine verschneite Landschaft zu einem alten Haus mit rauchendem Schornstein fahrend, einen Kühlschrank und den Minibus abbildet; im Weißraum darunter sind eine Halde abgebauter Kohle, eine Erdöl-Tiefpumpe und eine Bohrinselfür Gewinnung von Erdgas zu sehen. Andere Panels zeigen Unterwasserwelten oder Detailaufnahmen von Landschaften und Städten, rund um den Globus, und Menschen aus früheren Zeiten, etwa bei Ackerbau und Muschelzucht. Einzelbilder von Tieren, wie Regenwurm, Nerz, Asiatischer Marienkäfer, Fischotter, zeigen sie in ihren Lebensräumen und Lebensweisen, aber auch Bakterien, Sedimente, Mikroorganismen werden in Einzelpanels nahgezoomt. Die Darstellung ist durchgehend farbig auf zugrundeliegenden Konturen in Schwarz.

Der begleitende Text steht in zwei Formen in den Panels: in quadratischen Textfeldern als Erklärtext, in gerundeten Sprechblasen als Erzähltext der Figuren, jeweils in gut lesbaren Druckschrift in normaler Groß- und Kleinschreibung. Der Erklärtext gibt Sachwissen als Hintergrundinformation zu den Erzählungen Hubert Reeves' wieder. Er variiert zwischen einem Satz bis maximal drei Sätzen, die selten mehr als einen Halbsatz aufweisen und, abgesehen von biologischen, chemischen, geologischen Fachbegriffen, dem sachlich-einfachen Erzählmodus der Erzählerfigur folgen. Dieser Erzählerfigur, zumeist dargestellt mit den Händen in den Hosentaschen im Gehen oder auf einem Stein sitzend, im Dialog mit den Schüler*innen und Lehrer*innen, gelingt es, den Blick auf Details zu lenken und dabei das große Ganze der Natur, in der alles mit allem zusammenhängt, in seiner Bedeutung verständlich zu machen und damit Wertschätzung der Artenvielfalt zu wecken. Er ist der

Wissende, der um die Zusammenhänge und ihre wissenschaftlich erforschten Grundlagen weiß, versteht es aber, diese auf Augenhöhe im Erzählen, Fragen und Antworten anschaulich und lebensweltnah zu vermitteln. Dabei ist ihm auch wichtig, unterschiedliche Standpunkte (etwa zu den Themen Wolf oder Urwaldrodung, Chemikalien in der Landwirtschaft oder invasive Arten) zu Wort kommen zu lassen, um dann Entwicklungen in Ursache-Wirkungszusammenhängen mehrperspektivisch nachzuzeichnen und die Gefahren durch menschliches Eingreifen deutlich zu machen. Die Reisegruppe auf Schulausflug – Hubert Reeves, Lehrerin und Lehrer, sechs divers dargestellte Kinder, die ca. acht Jahre alt sind – ist dabei in einigen wenigen Panels im Minibus, zumeist jedoch zu Fuß unterwegs in der Natur zu sehen.

Hubert Reeves ist auch Autor eines Bandes der „Comic-Bibliothek des Wissens“, einer weiteren Reihe des Verlagshauses Jacoby & Stuart, und zwar des Titels *Das Universum*, wiederum mit Illustrationen von Daniel Casanave (2018).¹⁸ Im Reihentitel ausdrücklich als Comic gekennzeichnet und ohne Altersempfehlung, erscheinen die Einzeltitel im dezidierten Sachbuchformat 15,3 x 21,6 cm und einem Umfang zwischen 70 und 100 Seiten. Die Reihe wird im Rückseitentext wie folgt beschrieben: „Die Comic-Bibliothek des Wissens stellt Experten in einem Wissensgebiet jeweils einen ausgezeichneten Zeichner zur Seite, um unsere komplizierte Welt mithilfe von Comics besser verständlich zu machen.“ Den „weltbekannten Astrophysiker“ Hubert Reeves unterstützt in diesem Sinne wiederum – wie in der Reihe „Hubert Reeves erklärt uns ...“ – Daniel Casanave, dessen „poetischer Stil [...] ausgezeichnet zu den nüchternen und tiefeschürfenden Gedanken von Hubert Reeves [passt]“ (ebd.). Das Buch beginnt mit einem dreiseitigen Vorwort des Reihenherausgebers David Vandermeulen, das den Wissenschaftler Reeves und den Künstler Casanave vorstellt – und deutlich macht, dass dieses Comic weniger Kinder als vielmehr Wissenschaftsinteressierte adressiert, wie auch die natur-, politik-, religions, wirtschafts-, medienwissenschaftliche Themenbreite der Einzeltitel in der „Comic-Bibliothek des Wissens“ zeigt.¹⁹

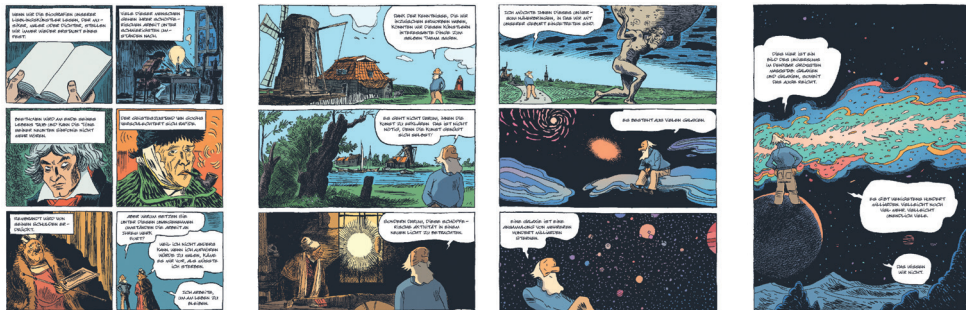


Abbildungen 8 und 9: Der Astrophysiker Hubert Reeves kontempliert beim Blick in den Sternenhimmel über die Artenvielfalt (links, Reeves & Casanave 2019, 7) und das Universum (rechts, Reeves & Casanave 2018, 11).

18 Vgl. <https://www.jacobystuart.de/buecher-von-jacoby-stuart/comic-bibliothek-des-wissens/das-universum/> [15.9.2024]

19 In der Übersicht auf der Verlagswebseite [Stand: 21.9.2024] finden sich unter den 15 Titeln der Reihe „Comic-Bibliothek des Wissens“ eine Autorin neben 14 Autoren: <https://www.jacobystuart.de/buecher-von-jacoby-stuart/comic-bibliothek-des-wissens/>

Das erste, ganzseitige Panel zeigt wiederum Hubert Reeves als bärtigen alten Mann im blauen Rollkragenpullover in der aus *Hubert Reeves erklärt uns die Artenvielfalt* bereits bekannten Pose: versonnen in den nächtlichen Sternenhimmel blickend. Auf den folgenden Seiten erfahren wir, dass Reeves die Beziehung zwischen Menschen und Sternen „in diesem Comic zu erklären versuchen“ will (Reeves/Universum 2018, 13). Seine forschende Haltung bleibt im Comic durchgehend die gleiche: Die Hände in den Hosentaschen vergraben blickt er in den Himmel, in die Landschaft, in den Kosmos oder begibt sich lesend in den Dialog mit Künstlern, Philosophen, Wissenschaftlern, geht es ihm in seiner Erklärung des Universums doch um die „Créativité cosmique et artistique“, wie der Untertitel des französischen Originals *L'Univers* (Éditions du Lombard, 2016) verrät. „Es geht nicht darum, ihnen die Kunst zu erklären, das ist nicht nötig, denn die Kunst genügt sich selbst!“, heißt es im Comic. „Sondern darum, diese schöpferische Aktivität in einem neuen Licht zu betrachten.“ (Reeves/Universum 2018, 15; in Versalien) Im Impressum findet sich ein interessanter Hinweis auf die intermediale Textgestalt des Comics: „Die Texte dieses Bandes stammen aus dem Musikprogramm *Mozart et les étoiles*, das Hubert Reeves mit der Musikgruppe Calliopée und ihrer Leiterin Karine Lethiec entwickelt hat.“



Abbildungen 10 und 11: Hubert Reeves doziert im inneren Monolog über das Universum (Reeves & Casanave 2018, 14/15 und 16/17).

Als Leser*innen sehen wir den Forscher Hubert Reeves nicht bei der Arbeit im Labor bzw. am Fernglas des Planetariums, sondern wir begegnen ihm in der Natur, unter dem Sternenhimmel in scheinbarem Monolog dozierend. Sein Gegenüber sind hier nicht, wie in *Hubert Reeves erklärt uns die Artenvielfalt*, Schüler*innen und Lehrer*innen, sondern historische Figuren aus der Wissensgeschichte. Die Sprache in den Erklär- und Erzähltexten ist dennoch klar und verständlich, richtet sich aber thematisch und typographisch an jugendliche bzw. erwachsene Leser*innen.

2.5 Anthropozän trifft Comic

Das Hauptgutachten des Wissenschaftlichen Beirats der [deutschen] Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) des Jahres 2011, *Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*, ist nicht nur in einer Textfassung, sondern auch als MOOC (Massive Open Online Course) und als Sachcomic erschienen (vgl. Leinfelder & Hamann 2019, 210). Dessen Potenzial, „um komplexe, systemische Sachverhalte und Lösungsvor-

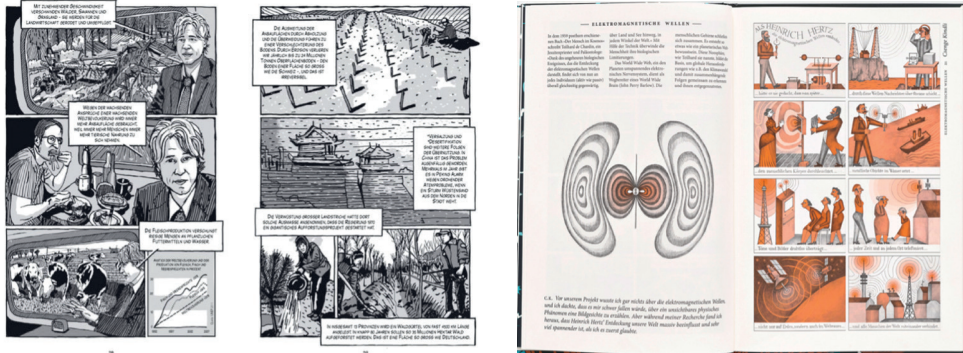
schläge einem breiten Publikum besser verständlich zu machen und dabei das Thema insgesamt zu popularisieren“ (ebd.), war Gegenstand einer Begleitforschung, die (mit dem zweiten Teil der zitierten Fragestellung) über die vielfach der ästhetischen Dimension des Comics gewidmete Comicforschung (vgl. Etter & Stein 2016) hinausgeht. Als „Klimawandelcomic“, „einem transkulturellen Phänomen“, verfolgt *Die Große Transformation* das (im ersten Teil der zitierten Fragestellung) genannte „doppelte[] Ziel[] von Aufklärung und Appell“ (Zemanek 2021, 547): Abstrakte Daten und Fakten zur Erderwärmung müssen visualisiert werden, „bei gleichzeitiger emotionaler Aktivierung“ (ebd., 548).

Abgesehen von einem Prolog, der die Erdgeschichte in komprimierter Kurzfassung darstellt, werden die Kapitel des Sachcomics *Die Große Transformation. Klima – Kriegen wir die Kurve?* (Hamann et al. 2013; 144 Seiten, 17 x 24 cm, Klappenbroschur) daher konzeptuell von je einem*einer realen Wissenschaftler*in, den WBGU-Beiräten, in der Form von „graphischen Interviews“ (Leinfelder & Hamann 2019, 211) erzählt und somit jeweils aus deren fachlichen Perspektive. Auch hier, wie im Fall der Comics des Astrophysikers Hubert Reeves, begegnen wir als Leser*innen den Forscher*innen also zumeist dozierend, teils in Seminarräumen, teils in der Natur, oder in fiktiven Dialogen, etwa mit Studierenden, Politiker*innen oder Kolleg*innen an Forschungsstätten; die Panels sind durchgehend in Schwarz-Weiß und in Grautönen gestaltet. Im zweiten Kapitel, das dem Planeten Erde im Anthropozän gewidmet ist, sehen wir beispielsweise den Geobiologen und Paläontologen Reinhold Leinfelder zunächst im ICE auf dem Weg von Berlin nach Frankfurt reisen und anhand der Daten auf seinem Laptop die Hintergründe des Anthropozäns erläutern, bevor er nach Panama fliegt. In Bocas del Toro, Panama, sehen wir ihn dann forschend in Aktion: beim Tauchgang zu Korallenriffen, dem Spezialgebiet seiner Forschung, in Sprechblasen seine Erkenntnisse über deren Gefährdung durch den Klimawandel in Kurzform darstellend. Zusammengefasst erklären die Kapitel des „Wissenschaftlichen Sachcomics“ (Leinfelder, Hamann & Kirstein 2015), ähnlich wie die (in Abschnitt 2.4 vorgestellten) Beispiele von Hubert Reeves, nicht ein fachlich begrenztes Spezialwissen, sondern „die globale Klimaproblematik und notwendige Lösungsansätze“ (Leinfelder & Hamann 2019, 209) in leicht verständlicher Textsprache und „realitätsnahen Darstellungen“, verbunden mit hohen „Ansprüche[n] an Authentizität und Dokumentation“ (ebd., 220).

Die Comic-Anthologie *Anthropozän – 30 Meilensteine auf dem Weg in ein neues Erdzeitalter* (Hamann et al. 2014), die zur Sonderausstellung „Willkommen im Anthropozän“ im Deutschen Museum München 2014 erschienen ist²⁰, setzt vielfach ebenfalls Wissenschaftler*innen bzw. Erfinder*innen in Szene (z. B. Rudolf Diesel, den Erfinder des Dieselmotors, oder Heinrich Hertz, den Entdecker der elektromagnetischen Wellen), jedoch in historischer Rückschau. Weitere Arbeiten der Agentur mintwissen, die für die vorgestellten Sachcomics verantwortlich zeichnet, setzen auf andere narrative Strategien als *Die Große Transformation*, sind aber gleichfalls in der Gegenwart situiert und spiegeln einen aktuellen Stand der Wissenschaft wider: Im Sachcomic *Die Anthropozän-Küche* (Leinfelder et al. 2016) ist die zentrale Erzählfigur etwa das Element Phosphor; im Sachcomic *Taming Time* (Hamann, Leinfelder & Shimizu 2024) wird über die Arbeit der Anthropocene Working Group zur (2024 vorerst gescheiterten) Formalisierung des Anthropozäns als Erdzeitalter aus Perspek-

20 Zum Entstehungsprozess der Comic-Anthologie vgl. <https://mintwissen.com/Anthropozan-Meilensteine> und <http://mintwissen.de/graphic-science/anthropozan-meilensteine/> [21.9.2024].

tive der Zeit, die ebenfalls als Erzählfigur auftritt, berichtet.²¹ Wesentlich für diese Form des Sachcomics ist die kollaborative Entwicklung im Rahmen von Reallaborprojekten (vgl. Leinfelder, Hamann & Kirstein 2015, 56), die auch die Leser*innen einbezieht, insofern sie zu einem Dekodierungsprozess eingeladen sind, der nicht nur wissenschaftliche Erkenntnisse zugänglich und verständlich machen, sondern auch zur Reflexion eigener Verhaltensweisen anregen will.



Abbildungen 12 und 13: Im Sachcomic *Die Große Transformation* (Hamann et al. 2013, hier 28/29) berichten Wissenschaftler*innen wie Reinhold Leinfelder im grafischen Interview (links); in der Comic-Anthologie *Anthropozän – 30 Meilensteine auf dem Weg in ein neues Erdzeitalter* (Hamann et al. 2014) werden Wissenschaftler*innen anhand ihrer Forschungen vorgestellt, hier (rechts, ohne Seitenzählung) Heinrich Hertz und die elektromagnetischen Wellen.

2.6 Sam und die Evolution

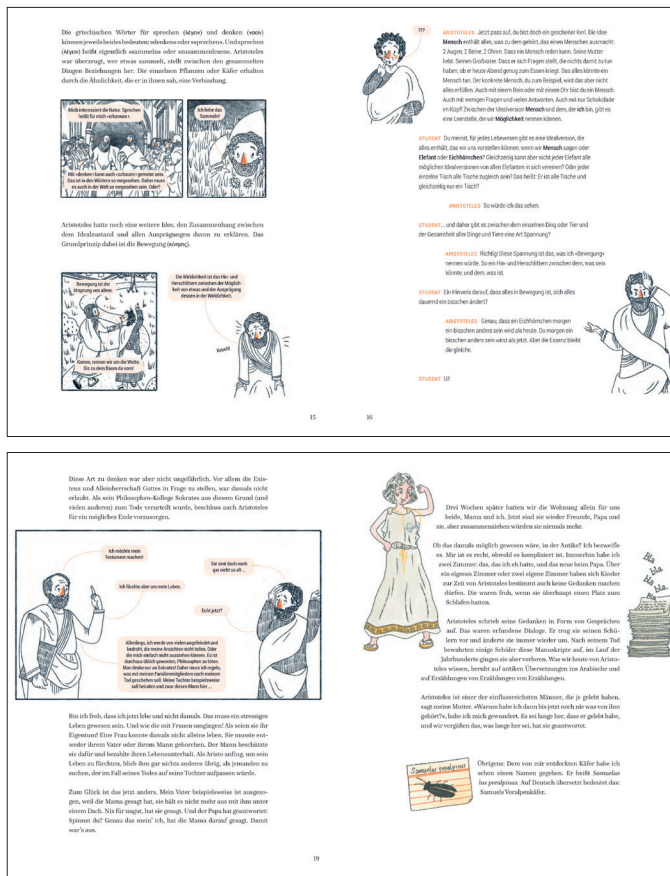
Einen forschenden Jungen stellt auch das großformatige (26 x 21 cm), 152 Seiten starke Hardcover-Bilderbuch *Sam und die Evolution* von Andrea Grill in den Mittelpunkt – bzw. seiner Mutter, einer Evolutionsbiologin, an die Seite. Vom Verlag als „Jugend-Sachbuch“ Leser*innen ab zwölf Jahren empfohlen²² und durchgehend farbig illustriert von Raffaella Schöbitz, gibt es auch hier – wie im ÖAW-Wissenschaftscomic *Planet der Pflanzen* (Gosow 2019; vgl. Abschnitt 2.3) – eine Rahmenhandlung, in welcher der Junge Sam bei einer Wanderung zufällig eine bislang unbekannte Käferart entdeckt. Er beginnt, sich für die Forschung seiner Mutter zu interessieren, liest in Büchern nach und lässt sich während einer längeren Krankheit, in der er die Schule nicht besuchen kann, die Entwicklung der Evolutionsbiologie seit Aristoteles von ihr erklären und erzählen.

Mit Datum (Tag und Monat, ohne Jahr) versehen, ist die Rahmenerzählung in der Ich-Person als Sams Tagebucheinträge gekennzeichnet. Sam, der zunächst erlebt, wie der von ihm gefundene Käfer in ein Röhrchen gesteckt und dann im Labor untersucht wird, um ihn zu bestimmen, wobei ihm ein Bein entnommen wird, taucht lesend und fragend in

²¹ Vgl. die Einblicke auf <https://mintwissen.com/Arbeiten> [21.9.2024] sowie den Beitrag von Reinhold Leinfelder und Alexandra Hamann in diesem Band.

²² Vgl. <https://www.tyroliaverlag.at/item/62551029> [1.11.2024]

das Fachgebiet seiner Mutter, die Evolutionsbiologie, ein. Sein Forschen findet also in den zentralen Kulturtechniken des Lesens und Schreibens und im Dialog aus Frage und Antwort statt. Die Tagebucheinträge sind unterbrochen von der Sachinformation, die Sam lesend und fragend aufnimmt und sozusagen in eigenen Worten, also exzerpierend, zusammenfasst. Begleitet sind sie auf der Bildebene mit auf dem Weißraum der Seite verstreuten, die Erzählung illustrierenden farbigen Einzelbildern von Raffaella Schöbitz. Die für das Fach wegweisenden Wissenschaftler*innen werden von der Illustratorin in einzelnen Comic-Strips, die meist in den Erzähltext eingeschoben sind, in eher abstrahierender Strichführung in Schwarz-Weiß und einer Schmuckfarbe und in ebenso gekennzeichneten Dialogen dargestellt. Durch diese farbliche Markierung werden historischer Rückblick und Handlung der Erzählzeit, die sich über einen mehrmonatigen Zeitraum von Sams Erkrankung bis zu seiner Genesung und Rückkehr in die Schule zieht, voneinander getrennt. Sams Motivation zu forschen findet ihren Ausgangspunkt bei einer Entdeckung (einer unbekannten Käferart) auf einer Wanderung in der Natur und ihre Fortsetzung außerhalb der Schule, zu Hause (oftmals, aufgrund der Berufstätigkeit seiner Mutter, allein) lesend und exzerpierend.



Abbildungen 14 und 15: Im erzählenden Sachbilderbuch Sam und die Evolution von Andrea Grill und Raffaella Schöbitz (2022) ist eine Rahmenerzählung aus der Ich-Perspektive mit Sachinformation über die Geschichte der Evolutionsbiologie verwoben.

Der Zielgruppe ab 12 Jahren entsprechend liegt der Schwerpunkt auf der erzählenden Darstellung, in verschiedenen Textsorten – Ich-Erzählung, Tagebucheintrag, Dialog, Sachtext, Comic-Strips, Randnotizen –, typographisch unterstrichen durch Schriftwechsel mit und ohne Schmuckfarbe, durch Fettsetzung einzelner Begriffe und griechischer Wörter sowie Kursivierung von z. B. lateinischen Gattungsbezeichnungen und Forschungsfragen. Die Lektüre erfordert also einen längeren Atem und Aufmerksamkeit für den durchgehenden Wechsel zwischen Rahmenerzählung in der Gegenwart und Rückblicken in die Wissenschaftsgeschichte, verbunden mit wechselnden Textsorten und unruhigem Layout. Die Entdeckung der unbekannten Käferart, die den Auftakt der Rahmenerzählung darstellt, führt weniger zur Erläuterung der Forschungsmethodik als vielmehr der Geschichte der Evolutionsbiologie als wissenschaftliche Disziplin. Sams Mutter, als Evolutionsbiologin die fiktive Figur einer Bilderbuchgeschichte, hat einen durchaus realen Hintergrund: Dass die Autorin, die Schriftstellerin und Übersetzerin Andrea Grill, als Evolutionsbiologin selbst in der Forschung mit dem Spezialgebiet Schmetterlinge tätig war, lässt den Wechsel zwischen Erzählweisen und (Fremd-, Fach-)Sprachen als ein lustvolles Spiel mit Erzähltechniken erscheinen.

2.7 „Alle großen Wissenschaftler*innen waren auch mal kleine Wissenschaftler*innen.“

Der Satzlusssatz des Bilderbuches *Wer erforscht die Welt?* für junge Leser*innen ab fünf Jahren (Gwinn & Albero 2023, o. P.; vgl. Abschnitt 2.1), der in der Überschrift zu diesem Abschnitt zitiert wird, weist auf den Beginn eines jeden Forscher*innenlebens hin: die Neugierde, das Fragenstellen, das Wissenwollen. Die „beeindruckenden Lebensgeschichten großer Menschen“²³ stellt in diesem Sinne die Kinderbuchreihe „Little People, Big Dreams“ (32 Seiten, Halbleinen, 20 x 24,5) des Insel Verlages vor, empfohlen für Leser*innen von vier bis zehn Jahren. Ist in *Wer erforscht die Welt?* von Wissenschaftler*innen die Rede, „die spektakuläre Super-Sachen machen“ (Gwinn & Albero 2023, o. P.), hat hier „[j]ede dieser Persönlichkeiten [...] Unvorstellbares erreicht“²⁴. Gibt es Wissenschaftler*innen also nur als Superheld*innen und Forschung in der Superlative, wie diese epitextuellen Hinweise suggerieren? „Dabei begann alles, als sie noch klein waren: mit großen Träumen.“²⁵ Alexander von Humboldt (Vegara & Agar 2022) wird als der „größte Naturforscher seiner Zeit“ vorgestellt; das Buch zeigt in abfallenden, leuchtenden Bildern erst den neugierigen kleinen Jungen und dann den wissenschaftstüchtigen jungen Mann, wie er die Welt vor der Haustür und in der fernen Fremde erforscht.

23 Aus der Beschreibung auf der Verlagswebseite zum Titel *Alexander von Humboldt* (Vegara & Agar 2022), <https://www.suhrkamp.de/buch/maria-isabel-sanchez-vegara-alexander-von-humboldt-t-9783458643333> [2.11.2024]

24 Ebd. [2.11.2024]

25 Ebd. – Der Verlag hat der Reihe „Little People, Big Dreams“ eine eigene Webseite gewidmet, auf der die Bände in den Kategorien „Aktuelle Bände“, „Bestseller“, „Moderne Held:innen“, „Ikonen der Geschichte“, „Inspirierende Frauen“ und „Wissenschaftler:innen“, aber auch als Gesamtverzeichnis vorgestellt werden, ebenso wie „Mitmach-Bücher“, die „Geschenkbbox“ und ein Trailer als begleitende Marketingmaßnahmen. Vgl. <https://www.suhrkamp.de/little-people-big-dreams/little-people-big-dreams-die-kinderbuchreihe-s-1392> [2.11.2024]



Abbildungen 16 und 17: Auch ein berühmter Forscher wie Alexander von Humboldt war einmal ein neugieriges Kind (Vegara & Agar 2022).

Der ins Bild integrierte Begleittext zu den abfallenden Bilddoppelseiten umfasst selten mehr als zwei bis drei Zeilen. Dennoch gibt es zu diesem bereits niederschweligen Leseerlebnis noch das „Mini-Format“ (24 Seiten, Pappe, 12, x 15 cm) für Kinder von zwei bis vier Jahren, illustriert von Ana Alberro – der Illustratorin auch von *Wer erforscht die Welt?* (vgl. Abschnitt 2.1) –, „in einfachen Sätzen erzählt und perfekt zum Vorlesen für Kleinkinder“²⁶. Alexander von Humboldt gibt es in der Mini-Reihe, die im Titel nur noch jeweils den Vornamen der „berühmten Persönlichkeiten“ anführt, noch nicht.²⁷

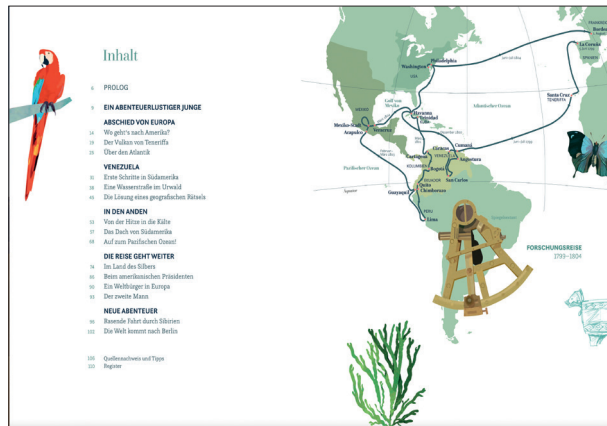
Aus Anlass des 250. Geburtstages des Naturforschers im Jahr 2019, der rund um den Globus mit Ausstellungen, Festakten und Publikationen begangen wurde²⁸, setzt auch die biografische Darstellung auf Text-Bild-Narration. 2018 erscheint das großformatige (27,1 x 22 cm, Halbleinen, 112 Seiten) Jugendbuch *Alexander von Humboldt oder Die Sehnsucht nach der Ferne* (Mehnert & Lieb 2019), vom Verlag empfohlen für Leser*innen ab zehn Jahren²⁹, das Alexander von Humboldts Lebensgeschichte lebendig wie eine Abenteuergeschichte erzählt. Die durchgehende Illustration lässt die eindrücklich beschriebenen Reisen des Naturforschers in Karten nachvollziehen und fängt dabei die sinnlichen Eindrücke Humboldts von Landschaft, Flora, Fauna ein, in Detail- ebenso wie ganz- und doppelseitigen, teilweise abfallenden Bildern, die zum Eintauchen mit den Augen einladen. Der biografischen Erzählung gelingt es hier im Zusammenspiel mit Illustration und abwechslungsreichem Layout, ein Forscherleben nicht, wie im Band der Reihe „Little People, Big Dreams“ (Vegara & Agar 2022), in statischen Einzelbildern nachzustellen, sondern beim Lesen ästhetisch erfahrbar zu machen.

26 Ebd. [2.11.2024]

27 Vgl. <https://www.suhrkamp.de/little-people-big-dreams/das-mini-format-s-1291> [24.11.2024]

28 Vgl. z. B. die Webseiten <https://www.museumfuernaturkunde.berlin/de/museum/veranstaltungen/wir-feiern-alexander-von-humboldts-250.-geburtstag>, <https://www.avhumboldt250.de/> [2.11.2024]

29 Vgl. <https://www.gerstenberg-verlag.de/Kinderbuch/Hausbuch/Alexander-von-Humboldt.html> [2.11.2024]



Abbildungen 18 und 19: Das Jugendbuch Alexander von Humboldt oder Die Sehnsucht nach der Ferne (Mehnert & Lieb 2019) präsentiert sich als künstlerisch illustrierte biografische Erzählung.

3. Forschen wie im Bilderbuch: didaktische Impulse für Wissenschafts- als Zukünftebildung

Die vorgestellten Bilderbücher und Wissenschaftscomics für Altersgruppen ab fünf Jahren, von sieben bis neun Jahren und ab zehn Jahren empfehlen sich diesen entsprechend für lese- und literaturdidaktische Lehr-/Lernkontexte, die vom dialogisch gestalteten Vorlesen in Vorschule und Primarstufe über ökokritisch informierte Lektüren bis zu *Nature Writing* in den Sekundarstufen und im Studium reichen können, einer Form kreativen Schreibens, das aus genauer Beobachtung in der Natur, verbunden mit einer Hintergrundrecherche zur fachlichen Klärung, resultiert³⁰. Die (literar-)ästhetischen Erfahrungen, „als besonders lebendige, emotional einnehmende, Reflexionen auslösende sinnliche Wahrnehmungen“ (Laner 2018, 28), die sie in der thematischen Verbindung mit Wissens- resp. Wissenschaftsvermittlung bieten, lassen sich jedoch insbesondere fächerübergreifend als Irritationsimpuls einsetzen. Hierbei wird die Verflochtenheit von ästhetischer Bildung als „einer sinnlich-reflexiven und performativ-handlungsbezogenen menschlichen Praxis“ (Klepacki & Zirfas 2012, 68) und Wissenschaftsbildung offenkundig. Während ästhetische Bildung definiert werden kann als „eine durch ästhetische Erfahrungen ausgelöste (Selbst-)Transformation, die vor allem das sinnliche, leibliche und imaginative Tun und Sein betrifft“ (Laner 2018, 26), ist die OECD-Definition von *Science Literacy* auf kognitives Denken ausgerichtet:

Science literacy involves actively participating in informed discussions about science, sustainability and technology to guide decision-making and action. This requires the ability to explain phenomena scientifically, design and assess scientific enquiry, and research and interpret data and evidence critically. (OECD, o. J.)³¹

30 Zum *Nature Writing* als „Schule der Aufmerksamkeit“ vgl. Goldstein 2018, Sippl 2023c, 89f.

31 *Science Literacy* als Wissenschaftsbildung ist hierbei von *Scientific Literacy* als naturwissenschaftlicher Grundbildung zu unterscheiden. Zu Letzterer vgl. Gräber et al. 2002.

Sinnliche Wahrnehmung und sachorientiertes Forschen lassen sich beim Erschließen von Bilderbüchern und Sachcomics als literarischen Texten und multimodalen Medien für Wissenschaftsbildung verknüpfen, indem dialogischen Vorlesesituationen, ökokritisch informierten Lektüren³² und produktions- und handlungsorientierten Aufgaben, die Intermedialität einbeziehen³³, jene Fragen zugrunde gelegt werden, die auch das Erkenntnisinteresse dieses Beitrags leiten (s. Abschnitt 1):

- 1) Wer forscht in der Geschichte und mit welcher Motivation? Ist es eine reale oder eine fiktive Figur? Was treibt sie an und wohin bringt sie ihr Forschungsinteresse? Welche weiteren Figuren spielen in der Geschichte eine Rolle und welche?
- 2) Was wird erforscht? Wie ist die Sache zu benennen, um die es der Forschung geht?
- 3) Warum wird geforscht? Mit welchem Ziel und mit welchen theoretischen Annahmen?
- 4) Wie wird geforscht, mit welchen Methoden und Hilfsmitteln?
- 5) Wo wird geforscht? In welchen Räumen und Kontexten, an welchen Orten und Institutionen findet Forschung statt?

Aus diesen fünf erkenntnisleitenden Fragenkomplexen lassen sich Aufgabenstellungen mit Lernziel- und Lehrplan-Entsprechung konzipieren, die dem gewählten übergreifenden Thema (z. B. Biodiversität, Ernährung, Energie, Klima) und der Zielgruppe (Alters- bzw. Schulstufe oder Studium) entsprechen. Das im Zuge der anthropozänen Lektüre (s. Abschnitt 2) ausgewiesene ästhetische Potenzial der Text-Bild-Narrationen, den Blick auf „die Verstrickungen von Mensch und Erde“ (Probst 2024, 107) zu lenken, kann dabei rezeptiv und produktiv zum „selbst Tun“ (Grubert 2016, 101) anregen, stellen doch auch Bilderbücher und Sachcomics Artefakte dar, „die Menschen ansprechen und zum Fühlen und Denken, wenn nicht gar zum Handeln bewegen“ (Laner 2018, 11).

Das Drei-Ebenen-Modell der kulturökologischen Literaturdidaktik, das Kognition, Emotion und Konnotation beim Akt des Lesens als „Wahrnehmungsprozesse“ verbunden sieht, hebt „den besonderen Beitrag der Kinderliteratur zu einer erweiterten ökologischen Bewusstheit und zu einer stärkeren Umweltsensibilität“ (Wanning 2023, 202) hervor. Literatur kann zukünftiges Umwelthandeln anregen, da sie Wissen nicht nur beiläufig vermittelt, sondern „ökologisches Wissen [erzeugt], indem sie Affekte und Emotionen anspricht“ (ebd., 204), also wissenspoetologisch wirksam wird (vgl. Schäfer 2013). Bilderbücher und Wissenschaftscomics ermöglichen durch die Verschränkung von Text, Bild und Layout zusätzlich eine ästhetische Erfahrung, die dem genannten Modell als vierte Ebene die Imagination hinzufügen lässt, denn „die ästhetische Erfahrung [befördert] die Fantasie, reichert den inneren Bilderschatz an und trägt somit zu einem besseren Verständnis von Selbst und Welt bei“ (Laner 2018, 39). Das Verstehen von Selbst und Welt ist auch das Ziel wissenschaftlichen Forschens mit seiner Intention einer kritisch informierten Mitverantwortung für Zukünftgestaltung, wie sie die oben zitierte OECD-Definition von *Science Literacy* in den Blick nimmt.

32 Ökokritisches Lesen wird im Kontext der Bildung für nachhaltige Entwicklung für ökologische Lesekompetenz empfohlen (vgl. Wanning 2022, 55f.): „Ökokritisches Lesen interpretiert literarische Texte, wobei der Blick auf die Umwelt und auf die Beziehung der Menschen zu ihr gerichtet wird – einschließlich der sozialen und ökonomischen Implikationen.“ (UNESCO/MGIEP 2019, 209; vgl. Sippl 2023b)

33 Zur theoretischen Grundlegung und praktische Beispiele siehe bei Sippl & Tengler 2022, 3–5.

Lernszenarien für Schulunterricht und Hochschullehre, die Bilderbücher und Wissenschaftscomics für Wissenschafts- als Zukunftsbildung zum Einsatz bringen, berücksichtigen daher kognitive, affektive, konative und imaginative Aspekte und setzen diese, auch im Sinne ästhetischer Forschung (vgl. Kämpf-Jansen 2021), in einen Weltbezug.³⁴ Die forschende Haltung des Selbst beim Erschließen der Literatur (unter Nutzung der oben genannten fünf Leitfragenkomplexe) als Wissensform, eingebunden in ein fächerverbindendes oder -übergreifendes Setting, unterstützt insbesondere kritisches Denken. Es lässt sich aber auch das Verständnis für methodisches Vorgehen zur Problemlösung und für das „relationelle Wissen (»know who«)“, „das Wissen um die Komplexität der Wissensbasis und das Kennen und Nutzen von Bezügen zwischen Menschen und Feldern“ (Kammler 2020, 212; Hervorhebung im Original) fördern. Dies gilt insbesondere für die vorbereitende didaktische Analyse durch die Lehrperson, denn die vorgestellten Bilderbücher und Sachcomics zeigen eine Vielzahl an Zugängen, die vorab zu analysieren sind.³⁵ Eine solche „Qualitätsprüfung [...] fragt nach sachlicher Richtigkeit, adäquater Umsetzung des Themas (Inhalt/Umfang), genauer Passform für die Zielgruppe, beurteilt Funktionsweise, Darstellung, Nutzwert, Ausstattung/Herstellung und Originalität.“ (Grubert 2016, 101) Das Ergebnis liefert die Grundlage für einen Unterricht, der ästhetische Erfahrung für Wissenschaftsbildung nutzt: Die Bild-Text-Narrationen bieten als Irritationsimpuls den Einstieg in komplexe, fachlich zu erschließende Weltzusammenhänge.

4. Fazit: für eine Didaktik der Wissenschafts- als Zukunftsbildung

„Eine Werkstatt der Zukünfte kann man überall bauen. Ob im Kinder- oder Klassenzimmer, beim Kochen oder Karate-Training.“ (Laibl & Jegelka 2023, 58) Als einer der „Orte, an die man sich zurückzieht, um kreativ zu werden“ (ebd.), ermöglicht die „Werkstatt der Zukünfte“ bzw. Zukunftswerkstatt in mindestens zweierlei Hinsicht, Wissenschafts- als Zukunftsbildung im Schulunterricht und in der Hochschullehre zu praktizieren: räumlich und didaktisch.



Abbildungen 20 und 21: Einblicke in die Zukunftswerkstatt: Vor- und Nachsatz aus *Unsere wunderbare Werkstatt der Zukünfte* (Laibl & Jegelka 2023).

34 Vgl. den Beitrag von Reinhold Leinfelder, Erwin Rauscher und Carmen Sippl in diesem Band.

35 Ausführlich und vertiefend zur Methodik der Bilderbuchanalyse vgl. Staiger 2022, zur Methodik der Comicanalyse vgl. Abel & Klein 2016.

Räumlich zeigt sie eine Alternative auf zu den, auch in der Kinder- und Jugendliteratur tradierten, stereotypen Bildern vom (fast immer männlichen) Wissenschaftler zwischen Zauberer und Exzentriker (vgl. Becher 2011), der im Labor eine Art moderne Alchemie betreibt. Vielmehr lädt sie zur Gestaltung eines offenen, flexiblen Raums für forschendes Entdecken mit verschiedenen wissenschaftlichen und kreativen Methoden im kokreativen Miteinander von Lernenden und Lehrenden ein: transdisziplinär, transkulturell, transgenerational. In didaktischer Hinsicht bietet die Zukunftswerkstatt einen methodischen Rahmen, in Anlehnung an das Format der Zukunftswerkstatt nach Robert Jungk mit ihrer strukturierten Phasierung in Kritik-, Fantasie-, Realisierungsphase, mit vorangehender Einstimmung und abschließender Reflexion (vgl. Sippl 2024). Bild-Text-Narrationen wie das erzählende Sachbilderbuch und der Wissenschaftscomic, in denen „die Grenzen zwischen fiktionalem und faktuellem Erzählen fließend sind“ (Zöhrer 2022, 141; vgl. Zöhrer 2023), lassen sich in einem solchen Setting als Irritationsimpuls einsetzen: Die Geschichten von realen Wissenschaftler*innen oder fiktiven Kindern und Jugendlichen als Forscher*innen können „emotionale Involviertheit bedingen“ (ebd., 149) und so, visuell unterstützt durch die Bildästhetik, auf ein fachliches Thema neugierig machen und zur eigenen forschenden Auseinandersetzung damit inspirieren.

Dass sich dabei kognitive, affektive, konative und imaginative Aspekte verbinden, verdeutlicht die Intention des Kompetenzbereiches „Visionen für eine nachhaltige Zukunft“ des *Europäischen Kompetenzrahmens für Nachhaltigkeit GreenComp* (Bianchi, Pisiotis & Cabrera 2022), welcher der Planung einer Zukunftswerkstatt in Lehr-/Lernkontexten zur Zielorientierung zugrunde gelegt werden kann. Wie jeder der weiteren drei, miteinander verknüpften, Kompetenzbereiche („Verankerung von Nachhaltigkeitswerten“, „Berücksichtigung der Komplexität der Nachhaltigkeit“ und „Handeln für Nachhaltigkeit“) des *GreenComp* beschreibt auch der Kompetenzbereich „Visionen für eine nachhaltige Zukunft“ drei Teilkompetenzen jeweils mit Beispielen für Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen, die dabei vermittelt und gefördert werden können. Hier sind es Zukunftskompetenz³⁶, Anpassungsfähigkeit und forschungsorientiertes Denken: Sich alternative Zukunftsszenarien vorstellen und Schritte zu ihrer Realisierung identifizieren zu können, setzt die Fähigkeit zum Umgang mit Unsicherheit und Mehrdeutigkeit voraus, die durch „eine [forschungsorientierte – C. S.] Kombination aus kreativem Denken und Experimentieren mit neuen Ideen und neuen Ansätzen“ (ebd., 25) gestärkt werden kann.

Jedes der in diesem Beitrag mit Blick auf „die Verstrickungen von Mensch und Erde“ (Probst 2024, 107) im Anthropozän analysierten Bilderbücher bzw. Sachcomics bietet im Zusammenspiel von Text, Bild und Layout ein ästhetisches Potenzial, dessen Erschließung z. B. im didaktischen Setting einer Zukunftswerkstatt „Lernen für ökologische Nachhaltigkeit“ unterstützen kann, das im *GreenComp* als „ein Katalysator für Veränderungen für junge und erwachsene Menschen“ (ebd., 13) gesehen wird. Ausgehend von dem Verständnis, „dass die Menschen ein Teil der Natur sind und von ihr abhängen“, ist das Lernen für ökologische Nachhaltigkeit darauf ausgerichtet, dass sich Lernende als aktive Gestalter*innen einer „Zukunft innerhalb der Belastbarkeitsgrenzen unseres Planeten“ (ebd.) erfahren können. Forschen wie im Bilderbuch kann dafür die Inspiration sein.

36 Im englischen Original des *GreenComp* ist diese Teilkompetenz mit „Futures Literacy“ benannt, die im vorliegenden Beitrag konkreter gefasst mit Zukunftsgestaltungskompetenz oder weiter gefasst als Zukunftsbildung übersetzt wird.

Literatur

Primärliteratur

- Ameri-Siemens, Anne & Hallmann, Anton (2023). *Entdecke die Ozeane. Emma und Louis' Abenteuer in der Unterwasserwelt*. Kleine Gestalten.
- Gossow, Tobias (2019). *Planet der Pflanzen*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Open Access via <https://www.oeaw.ac.at/akademics/pflanzen>
- Grill, Andrea & Schöbitz, Raffaella (2022). *Sam und die Evolution. Eine kurze Geschichte der Evolutionsbiologie*. Tyrolia.
- Gwinn, Saskia & Alberio, Ana (2023). *Wer erforscht die Welt? Lerne 24 echte Wissenschaftler*innen und ihre Berufe kennen*. Aus dem Englischen von Walter Ludwig. Prestel/Penguin. (Originaltitel: Scientists are Saving the World!, Magic Cat Publishing 2022)
- Hamann, Alexandra, Zea-Schmidt, Claudia & Leinfelder, Reinhold (Hrsg.) (2013). *Die Große Transformation. Klima – Kriegen wir die Kurve?* Illustration: Jörg Hartmann, Jörg Hülsmann, Robert Nippoldt, Iris Ugurel. Jacoby & Stuart.
- Hamann, Alexandra, Leinfelder, Reinhold, Trischler, Helmuth & Wagenbreth, Henning (Hrsg.) (2014). *Anthropozän – 30 Meilensteine auf dem Weg in ein neues Erdzeitalter. Eine Comic-Anthologie*. Deutsches Museum.
- Hamann, Alexandra, Leinfelder, Reinhold & Shimizu, Maki (2024). *Taming Time. A Golden Spike for the Anthropocene*. <https://tamingtime.de/>. DOI: <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/40896.2>
- Laibl, Melanie & Jegelka, Corinna (2023). *WErde wieder wunderbar. 9 Wünsche fürs Anthropozän. Ein Mitmachbuch*. Mit einem Geleitwort von Reinhold Leinfelder. Edition Nilpferd im G&G Verlag.
- Laibl, Melanie & Jegelka, Corinna (2023). *Unsere wunderbare Werkstatt der Zukünfte. 99 Ideen fürs Anthropozän. Ein Mitmachbuch*. Edition Nilpferd im G&G Verlag.
- Leinfelder, Reinhold, Hamann, Alexandra, Kirstein, Jens & Schleunitz, Marc (Hrsg.) (2016). *Die Anthropozän-Küche. Matooke, Bienenstich und eine Prise Phosphor – in zehn Speisen um die Welt*. Springer.
- Mehnert, Volker & Lieb, Claudia (2019). *Alexander von Humboldt oder Die Sehnsucht nach der Ferne*. Gerstenberg.
- Reeves, Hubert & Casanave, Daniel (2018). *Das Universum*. Aus dem Französischen von Edmund Jacoby. Jacoby & Stuart. (Originaltitel: *L*Univers. Créativité cosmique et artistique*, Éditions du Lombard 2016)
- Reeves, Hubert & Casanave, Daniel (2019). *Hubert Reeves erklärt uns die Artenvielfalt*. Aus dem Französischen von Edmund Jacoby. Jacoby & Stuart. (Originaltitel: *Hubert Reeves nous explique – LA BIODIVERSITÉ*, Éditions du Lombard 2017)
- Vegara, María Isabel Sánchez & Agar, Sally (2022). *Alexander von Humboldt*. Aus dem Englischen von Svenja Becker. Insel. (Little People, Big Dreams)

Sekundärliteratur

- Abel, Julia & Klein, Christian (2016). Leitfaden zur Comicanalyse. In dies. (Hrsg.), *Comics und Graphic Novels. Eine Einführung* (S. 77–106). Metzler.

- Becher, Dominik (2011). Vertraute Magier, fremde Wissenschaftler. Wissenschaft und Magie in der Kinderliteratur. *Kinder- und Jugendliteraturforschung 2010/2011* (S. 79–91).
- Bianchi, Guia; Pisiotis, Ulrike & Cabrera, Marcelino (2022). *GreenComp. Der Europäische Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit*. Redaktion: M. Bacigalupo & Y. Punie, EUR 30955 DE, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, 2022. DOI: 10.2760/161792, JRC128040
- Duckstein, Johanna & Ritter, Alexandra (2024). Kinder als Klimaretter*innen?! Eine Korpusuntersuchung zur didaktischen Funktionalisierung von aktuellen Sachbilderbüchern zum Klima- und Umweltschutz. In Ricarda Freudenberg & Petra Josting (Hrsg.), *Politische und Ästhetische Bildung im Deutschunterricht. Kinder- und Jugendmedien aus der Perspektive einer Politischen Literatur- und Mediendidaktik* (S. 69–82). Kopaed. (kijlm&m 24.extra)
- Etter, Lukas & Stein, Daniel (2016). Comictheorie(n) und Forschungspositionen. In Julia Abel & Christian Klein (Hrsg.), *Comics und Graphic Novels. Eine Einführung* (S. 107–126). Metzler. DOI 10.1007/978-3-476-05443-2
- Goldstein, Jürgen (2018). Nature Writing. Die Natur in den Erscheinungsräumen der Sprache. *Dritte Natur* 1, 1, 100–113.
- Gräber, Wolfgang et al. (Hrsg.) (2002). *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Lese + Budrich.
- Grubert, Renate (2016). Das Sachbilderbuch – Konzepte, Typen, Trends. In Arno Rußegger & Tonia Waldner (Hrsg.), *Wie im Bilderbuch. Zur Aktualität eines Medienphänomens* (S. 88–103). Studienverlag. (Angewandte Literaturwissenschaft, 19)
- Kämpf-Jansen, Helga (2021). *Ästhetische Forschung. Wege durch Alltag, Kunst und Wissenschaft. Zu einem innovativen Konzept ästhetischer Bildung*. 4., durchgesehene Auflage. Tectum. (KONTEXT Kunst – Vermittlung – Kulturelle Bildung, 9)
- Kammler, Christian (2020). Wissen, kulturelle Bildung und ästhetisches Lernen. In Beatrice Müller & Lea Spahn (Hrsg.), *Den LeibKörper erforschen. Phänomenologische, geschlechter- und bildungstheoretische Perspektiven auf die Verletzlichkeit des Seins* (S. 211–221). Transcript. (Soma Studies, 5) DOI: <https://doi.org/10.1515/9783839445754-013>
- Klepacki, Leopold & Zirfas, Jörg (2012). Die Geschichte der Ästhetischen Bildung. In Hildgard Bockhorst, Vanessa-Isabelle Reinwand & Wolfgang Zacharias (Hrsg.), *Handbuch Kulturelle Bildung* (S. 68–77). Kopaed.
- Laner, Iris (2018). *Ästhetische Bildung zur Einführung*. Junius.
- Leinfelder, Reinhold, Hamann, Alexandra & Kirstein, Jens (2015). Wissenschaftliche Sachcomics: Multimodale Bildsprache, partizipative Wissensgenerierung und raumzeitliche Gestaltungsmöglichkeiten. In Horst Bredekamp & Wolfgang Schäffner (Hrsg.), *Haare hören – Strukturen wissen – Räume agieren. Berichte aus dem Interdisziplinären Labor Bild Wissen Gestaltung* (S. 45–60). Transcript.
- Leinfelder, Reinhold, Hamann, Alexandra, Kirstein, Jens & Schleunitz, Marc (Eds.) (2017). *Science Meets Comics. Proceedings of the Symposium on Communicating and Designing the Future of Food in the Anthropocene*. Ch. A. Bachmann Verlag. Open Access: <https://mintwissen.com/science-meets-comics>
- Mikota, Jana & Sippl, Carmen (2024). Zwischen Retro und Zukunft: ökologische Kinder- und Jugendliteratur in der Transformation. In dies. (Hrsg.), *Ökologische Kinder- und Jugendliteratur. Grundlagen – Themen – Didaktik* (S. 13–23). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich, 15). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2024.a1.120>

- OECD (o. J.). *Science literacy*. <https://www.oecd.org/en/topics/science-literacy.html>
- Probst, Simon (2024). *Sinn in der Klimakrise. Über eine planetare Literaturtheorie*. Transcript. (Literary Ecologies)
- Rinnerthaler, Peter (2022). Sachbilderbuch. In Ben Dammers, Anne Krichel & Michael Staiger (Hrsg.), *Das Bilderbuch. Theoretische Grundlagen und analytische Zugänge* (S. 169–183). Metzler.
- Ritter, Alexandra & Ritter, Michael (2022). Was kannst du tun? Klima- und Umweltschutz im Sachbilderbuch. *Jahrbuch der GKJF* 2022, 114– 127. DOI: <https://doi.org/10.21248/gkjf-jb.93>
- Schäfer, Armin (2013). Poetologie des Wissens. In Roland Borgards et al. (Hrsg.), *Literatur und Wissen. Ein interdisziplinäres Handbuch* (S. 36–41). Metzler.
- Sippl, Carmen (2023a). Anthropozän – zwischen Antizipation und Apokalypse. Zukunftsbildung in der Primarstufe mit dem Bilderbuch. In Carmen Sippl, Erwin Rauscher & Gerhard Brandhofer (Hrsg.), *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren* (S. 207–223). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich, 13) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- Sippl, Carmen (2023b). Ökologisch lesen im Fremdsprachenunterricht. Zur Zukunftsorientierung einer Leerstelle im neuen Lehrplan für die lebende Fremdsprache. *R&E-Source* 10, 4 (*transformation.lernen*), 150–165. DOI: <https://doi.org/10.53349/resource.2023.i4.a1214>
- Sippl, Carmen (2023c). Text-Orte als Erfahrungsräume. Potenziale der kulturökologischen Literaturdidaktik für transformative Bildungsprozesse. In Iris Laner & Hans Karl Peterlini (Hrsg.), *Erfahrung bildet? Eine Kontroverse. Diskussionen eines erziehungswissenschaftlichen Konzeptes unter den Aspekten Leib – Zeit – Raum* (S. 82–96). Beltz Juventa. Open Access: <https://www.beltz.de/fachmedien/erziehungswissenschaft/produkte/details/49988-erfahrung-bildet-eine-kontroverse.html>
- Sippl, Carmen (2024). Denkraum Zukünfte II. Zukunftsbildung ist Friedensbildung. *#schuleverantworten* 2024_3, 72–78. DOI: <https://doi.org/10.53349/schuleverantworten.2024.i3.a468>
- Sippl, Carmen & Laibl, Melanie (2022). *WErde wieder wunderbar. 9 Wünsche fürs Anthropozän. Lernszenarien zum Mutmachbuch für die Primarstufe*. Pädagogische Hochschule Niederösterreich. DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a1.110>
- Sippl, Carmen & Tengler, Karin (2022). Naturlyrik intermedial. Mit Poetry Clips zur Naturbegegnung. *R&E-Source*, S22 (*Nachhaltig bilden und Entwicklungsschritte begleiten*). DOI: <https://doi.org/10.53349/resource.2022.iS22.a1009>
- Staiger, Michael (2022). Kategorien der Bilderbuchanalyse – ein sechsdimensionales Modell. In Ben Dammers, Anne Krichel & Michael Staiger (Hrsg.), *Das Bilderbuch. Theoretische Grundlagen und analytische Zugänge* (S. 3–27). Metzler.
- Wanning, Berbeli (2023). Kinderbücher for future. Der Beitrag ökologischer Kinderliteratur und ihrer Figuren zu einer umweltsensiblen Bildung. In Iris Kruse & Julian Kanning (Hrsg.), *„So viel Größenwahn muss sein!“ Kinderliteratur – Schule – Gesellschaft* (S. 197–224). Kopaed.
- Zemanek, Evi (2021). „Climate change is real.“ – „Kriegen wir die Kurve?“ – „Je n’y crois pas.“ Wissenspopularisierung und Appell im deutschen, englischen und französischen Sachcomic zum Klimawandel. In Claudia Schmitt & Christiane Solte-Gresser (Hrsg.), *Literatur und Ökologie. Neue literatur- und kulturwissenschaftliche Perspektiven* (S. 547–562). Aisthesis Verlag.

- Zöhrer, Marlene (2016). Bilderbücher als intergenerationelles Medium. In Arno Rußegger & Tonia Waldner (Hrsg.), *Wie im Bilderbuch. Zur Aktualität eines Medienphänomens* (S. 122–129). Studienverlag. (Angewandte Literaturwissenschaft, 19)
- Zöhrer, Marlene (2020). Wissensbilder – Erzählen im Sachbilderbuch. In Tobias Kurwinkel, Corinna Norrick-Rühl & Philipp Schmerheim (Hrsg.), *Die Welt im Bild erfassen. Multidisziplinäre Perspektiven auf das Bilderbuch* (S. 129–145). Königshausen und Neumann. (Kinder- und Jugendliteratur intermedial, 7)
- Zöhrer, Marlene (2022). Von A wie Antarktis bis W wie Weltverbessern – Ökologische Sachliteratur für Kinder und Jugendliche zwischen Erziehungsfunktion und Innovation. In Carsten Gansel et al. (Hrsg.), *Kinder- und Jugendliteratur heute. Theoretische Überlegungen und stofflich-thematische Zugänge zu aktuellen kinder- und jugendliterarischen Texten* (S. 141–155). V&R unipress. (Deutschsprachige Gegenwartsliteratur und Medien, 31)
- Zöhrer, Marlene (2023). Ausgangspunkt: Bild. Eine Annäherung an Bildästhetik und Wissensvermittlung im Sachbilderbuch. *Jahrbuch der GkJF 2023, Thema: Genre(s)*, 62–76. DOI: <https://doi.org/10.21248/gkjf-jb.107>

Abbildungsverzeichnis

- Abbildungen 1 und 2: Cover und S. 32/33 aus: Laibl, Melanie & Jegelka, Corinna (2023). *Unsere wunderbare Werkstatt der Zukünfte*. © Edition Nilpferd im G&G Verlag, 2023. – <https://www.ggverlag.at/produktkatalog/unsere-wunderbare-werkstatt-der-zukuenfte/>
- Abbildungen 3 und 4: Cover und erste Doppelseite (ohne Seitenzählung) aus: Gwinn, Saskia & Albero, Ana (2023). *Wer erforscht die Welt? Lerne 24 echte Wissenschaftler*innen und ihre Berufe kennen*. Aus dem Englischen von Walter Ludwig. © Prestel/Penguin. – Leseprobe von: <https://www.penguin.de/buecher/saskia-gwinn-wer-erforscht-die-welt-buch/9783791375441>
- Abbildungen 5 und 6: Cover und S. 46/47 aus: Ameri-Siemens, Anne & Hallmann, Anton (2023). *Entdecke die Ozeane. Emma und Louis' Abenteuer in der Unterwasserwelt*. © Kleine Gestalten. – Pressematerial von: <https://news.gestalten.com/pack-shots/19244>
- Abbildung 7: S. 20/21 aus: Gossow, Tobias (2019). *Planet der Pflanzen*. © Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. – Open Access via <https://www.oeaw.ac.at/academics/pflanzen>
- Abbildung: S. 7 aus: Reeves, Hubert & Casanave, Daniel (2019). *Hubert Reeves erklärt uns die Artenvielfalt*. Aus dem Französischen von Edmund Jacoby. © Jacoby & Stuart. – Leseprobe auf <https://www.jacoby-stuart.de/buecher-von-jacoby-stuart/kindersachbuch/hubert-reeves-erklaert-uns-die-artenvielfalt/>
- Abbildung 9: S. 11 aus: Reeves, Hubert & Casanave, Daniel (2018). *Das Universum*. Aus dem Französischen von Edmund Jacoby. © Jacoby & Stuart. – Leseprobe von: <https://www.jacoby-stuart.de/buecher-von-jacoby-stuart/comic-bibliothek-des-wissens/das-universum/>
- Abbildungen 10 und 11: S. 14/15 und 16/17 aus: Reeves, Hubert & Casanave, Daniel (2018). *Das Universum*. Aus dem Französischen von Edmund Jacoby. © Jacoby & Stuart. – Leseprobe von: <https://www.jacoby-stuart.de/buecher-von-jacoby-stuart/comic-bibliothek-des-wissens/das-universum/>

- Abbildungen 12: S. 28/29 aus: Hamann, Alexandra, Zea-Schmidt, Claudia & Leinfelder, Reinhold (Hrsg.) (2013). *Die Große Transformation. Klima – Kriegen wir die Kurve?* Illustration: Jörg Hartmann, Jörg Hülsmann, Robert Nippoldt, Iris Ugurel. © Jacoby & Stuart. – Leseprobe von: <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/the-great-transformation#sektion-downloads>
- Abbildungen 13: Aus (ohne Seitenzählung): Hamann, Alexandra, Leinfelder, Reinhold, Trischler, Helmuth & Wagenbreth, Henning (Hrsg.) (2014). *Anthropozän – 30 Meilensteine auf dem Weg in ein neues Erdzeitalter. Eine Comic-Anthologie.* © Deutsches Museum. – Leseprobe von: <https://mintwissen.com/Anthropozan-Meilensteine> und <http://mintwissen.de/graphic-science/anthropozan-meilensteine/>
- Abbildungen 14 und 15: S. 15/16 und S. 19/20 aus: Grill, Andrea & Schöbitz, Raffaella (2022). *Sam und die Evolution. Eine kurze Geschichte der Evolutionsbiologie.* © Tyrolia. – Leseprobe von: https://www.tyrolia.at/item/Sam_und_die_Evolution/Andrea_Grill/62551029?back=ea97ca71b16df1c30ad88c27a7554b3b
- Abbildungen 16 und 17: Cover und Doppelseite (ohne Seitenzählung) aus: Vegara, María Isabel Sánchez & Agar, Sally (2022). *Alexander von Humboldt.* Aus dem Englischen von Svenja Becker. © Insel. (Little People, Big Dreams) – Leseprobe von: <https://www.suhrkamp.de/buch/maria-isabel-sanchez-vegara-alexander-von-humboldt-t-9783458643333>
- Abbildungen 18 und 19: Cover und Inhaltsverzeichnis aus: Mehnert, Volker & Lieb, Claudia (2019). *Alexander von Humboldt oder Die Sehnsucht nach der Ferne.* © Gerstenberg. – Leseprobe von: <https://www.gerstenberg-verlag.de/Kinderbuch/Hausbuch/Alexander-von-Humboldt.html>
- Abbildungen 20 und 21: Vor- und Nachsatz aus: Laibl, Melanie & Jegelka, Corinna (2023). *Unsere wunderbare Werkstatt der Zukünfte.* © Edition Nilpferd im G&G Verlag, 2023. – <https://www.ggverlag.at/produktkatalog/unsere-wunderbare-werkstatt-der-zukuenfte/>

Fachwörter im ökologischen Kinderbuch

Zielgruppenspezifische Anpassungsmethoden

1. Einleitung

Die Norm besagt, daß eine der zentralen Aufgaben von Kinder- und Jugendliteratur darin bestehe, ihren kindlichen und jugendlichen Lesern Kenntnisse und Werte zu vermitteln.

Hans-Heino Ewers¹

Entsprechend dieser im Motto postulierten Aufgabe, die durchaus auch diskutiert werden kann, muss – je nach Thema – auch die belletristische Kinderliteratur² zwangsläufig wissenschaftliche Erkenntnisse und Prozesse aufgreifen und verarbeiten und so zur populärwissenschaftlichen³ Wissensvermittlerin avancieren, wobei Fachwörter eingesetzt werden (können). Der vorliegende Beitrag untersucht, wie Fachwörter in die ökologischen Lektüren für junge Leser*innen eingebettet werden können und greift dabei auf verschiedene Ansätze zurück.

Bei der Wissenschaftspopularisierung, also dem Prozess der Wissensvermittlung zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit, treffen zwei unterschiedliche Kommunikationsbereiche⁴ aufeinander: fachinterne Wissenschaftskommunikation und fachexterne Wissensvermittlung (vgl. Niederhauser 1998, 159). Es zeigt sich, dass sich diese beiden Bereiche stark voneinander unterscheiden: Während das Wissen in der fachinternen Kommunikation verdichtet dargestellt, hochstandardisiert und für fachfremde Leser*innen daher äußerst komplex ist, richtet sich die fachexterne Kommunikation an ein breites Publikum, weist daher auch eine größere Formenvielfalt auf und zeichnet sich durch Generalisierungen, Offenheit und Dynamik aus (vgl. Niederhauser 1998, 167 f.; Rothkegel 2019, 60). Dement-

1 Ewers 2000, 178.

2 Entsprechend der Definition von Ewers (2000, 23) wird in diesem Artikel bei dem Terminus *Kinderliteratur* von der *spezifischen Kinderliteratur* ausgegangen – also von jenen Texten, die eigens für die Zielgruppe geschrieben und herausgegeben werden und daher vom „Urheber von vornherein als potentielle Kinder- und Jugendlektüre gedacht waren“. Zugleich sei jedoch darauf hingewiesen, dass der Objektbereich der Kinderliteraturforschung eben kein klar umrissenes Forschungskorpus aufweist, sondern sich aus zahlreichen überlappenden Untersuchungsfeldern (z. B. didaktischer, linguistischer oder literärästhetischer Hintergrund) und damit auch Textkorpora (z. B. aus dem Bereich der Sachliteratur, Belletristik, Lyrik etc.) zusammensetzt.

3 Populärwissenschaftlich bedeutet in diesem Kontext die Vermittlung von spezifischem Fachwissen an ein externes Publikum, das nicht Teil der wissenschaftlichen Community ist.

4 In einem Artikel von 1999 spricht Niederhauser sogar von unterschiedlichen Kommunikationswelten bzw. von unterschiedlichen *Kommunikationsgemeinschaften* mit ihren abweichenden Kommunikationskulturen (vgl. Niederhauser 1999, 37). Theoretisch differenzierter begründet, unterscheiden Böhnert und Reszke (2015, 52) noch wesentlich feiner zwischen verschiedenen Verstehensumgebungen, innerhalb derer schneller Konsens darüber hergestellt werden kann als außerhalb solcher Umgebungen, was (zuerst) plausibel und (dann) offenkundig ist und damit als Wissen akzeptiert werden kann.

sprechend kann es zu Verständigungsproblemen oder Kommunikationsbarrieren kommen, wenn zur Erkenntnisvermittlung keine speziellen populärwissenschaftlichen Darstellungsformen gewählt werden, welche die Wissensasymmetrie zwischen Laien und Expert*innen überbrücken.

Fachwörter⁵ werden im Kontext der Wissensvermittlungsforschung seit Jahren als lexikalische Parameter eingeordnet, welche die Komplexität eines Textes steigern können (vgl. bspw. Göpferich 2019, 296). Sie gelten oftmals als „Ursache der Unverständlichkeit wissenschaftlicher Texte“ (Niederhauser 1998, 172), da ihre semantische Kenntnis für den kommunikativen Erfolg grundlegend ist. Fachwörter zeichnen sich meist durch eine fachliche Eindeutigkeit aus, die Exaktheit und Kontextunabhängigkeit suggeriert, wodurch bei Nichtfachleuten Verständnisprobleme entstehen können, da ihnen die Referenzwelt des Faches fehlt und die fachlichen Verstehenszusammenhänge nur schwer durch punktuellen Nachschlagen erworben werden können (vgl. Niederhauser 1999, 140 f.).

Fachwörter sind somit Fachlichkeits- bzw. Wissenschaftssignale und machen bei Nichtverständnis die Rezipient*innen auf fachliche Wissenslücken aufmerksam (vgl. Niederhauser 1999, 26). Das bedeutet jedoch nicht, dass bei der Wissensvermittlung generell auf Fachwörter zu verzichten ist – diese müssen jedoch in Texten, die sich an Laien richten, entsprechend eingebettet und erklärt werden.

In diesem Artikel soll der Einsatz von Fachwörtern im ökologischen Kinderbuch untersucht werden. Bücher zählen auch in einer zunehmend medialisierten Welt zu jenen Medien, die immer noch regelmäßig von jungen Menschen rezipiert werden. Die KIM-Studie, eine Basisstudie, die sich mit dem Stellenwert von Medien im Alltag von 6- bis 13-Jährigen befasst, zeigt, dass Bücher von über der Hälfte der Kinder regelmäßig rezipiert werden (Mpfs 2020, 28). Ihnen kommt somit trotz der zunehmenden Verbreitung digitaler Medien auch in der außerschulischen Wissensvermittlung weiterhin eine große Bedeutung zu. In den letzten Jahren hat insbesondere das ökologische Kinderbuch einen erheblichen Aufschwung erhalten und ist aus dem literarischen Angebot für die junge Zielgruppe kaum mehr wegzudenken. Dabei müssen die komplexen ökologischen Inhalte rund um Umweltverschmutzung, Klimawandel und Biodiversitätsverlust an die junge Zielgruppe angepasst werden, wobei auch der Einsatz von Fachwörtern von den wissensvermittelnden Autor*innen entsprechend modifiziert werden muss, um die Wissensasymmetrie zwischen den wissenschaftlichen Wissenslieferant*innen und den kindlichen Wissensempfänger*innen kommunikativ zu überbrücken.

In diesem Artikel wird eine linguistische Methodentriangulation vorgestellt, mit der die spezifische kinderliterarische Fachworteinbettung und -erklärung in ökologischer Belletristik systematisch analysierbar gemacht werden soll. Dabei werden die kindgerechte sprachliche Akkommodation nach Ewers (2000), die populärwissenschaftliche Strategie der Fachworterklärung/-vermeidung nach Niederhauser (1999) und die Komplexitätseinschätzung von Wissensstrukturen nach Engberg (2020) miteinander kombiniert, um spezifische Muster des Fachworteinsatzes in ökologischer Belletristik für Kinder herauszuarbeiten.

5 *Fachwort* wird in diesem Beitrag entsprechend Niederhauser (1999, 135 f.) synonym zu den Bezeichnungen *Fachbegriff*, *Fachausdruck*, *Terminus*, *terminologisiertes Wort*, *Benennung* und *Begriffsbezeichnung* genutzt.

2. Theoretische Einführung

In diesem Beitrag wird folgende Arbeitshypothese zugrunde gelegt und geprüft: Niederhausers (1999) Einbettungsarten von Fachwörtern, Ewers (2000) sprachliche Akkommodationsdimensionen und Engbergs (2020) Differenzierung des Erkläranspruchs lassen sich in einer linguistischen Analysemethode so vereinen, dass durch die Quervernetzung der drei Ansätze spezifische kinderliterarische Popularisierungsmethoden im Umgang mit Fachwörtern systematischer und gewinnbringender herausgearbeitet werden können als nur mit einem einzelnen Ansatz.

2.1 Fachworteinbettung

Während Fachwörter in der fachwissenschaftlichen Kommunikation nur selten definiert werden (dies findet hauptsächlich bei ihrer Neueinführung statt) oder ihre Bedeutung bereits als selbstverständlich vorausgesetzt wird (vgl. Gotti 2014, 18), kommt Fachworterklärungen in populärwissenschaftlichen Texten ein deutlich höherer Stellenwert als in der fachinternen Kommunikation zu. Wenn Fachwörter trotz Vermeidungsempfehlung im populärwissenschaftlichen Text Anwendung finden, können dafür mit Niederhauser verschiedene Einbettungen genutzt werden:

1. *Implizite Erklärungen*: Fachwort wird „genannt, mehrfach wieder aufgegriffen und sein fachlicher Gehalt lässt sich aus dieser textuellen Vernetzung allmählich erschließen“ (Niederhauser 1999, 150).
2. *Umschreibendes Weglassen*: Die fachliche Inhaltsbeschreibung eines Fachwortes wird vollzogen, dieses wird in der unmittelbaren Textumgebung jedoch nicht explizit genannt (vgl. Niederhauser 1999, 153).
3. *Explizite Erklärung*: Nennung des Fachbegriffs erfolgt entweder vor der Erklärung (anaphorisch) oder textuell rückwirkend (kataphorisch) (vgl. Niederhauser 1998, 173).
4. *Doppelterminologie/sprachliche, wortspielerische Verknüpfung*: Fremdsprachliches Wort wird, oftmals ohne weitere Zusatzinformationen, durch ein deutschsprachiges Synonym als Erklärung ersetzt.
5. *Unerklärter Gebrauch*: Verknüpftes (Vor-)Wissen wird vorausgesetzt.

Die populärwissenschaftlichen definitorischen Erklärungen von Fachwörtern erreichen dabei selten das Komplexitätslevel von fachwissenschaftlichen Definitionen, da es meist lediglich darum geht, jenes Wissen zu liefern, das für den gegebenen Erklärkontext notwendig ist (vgl. Niederhauser 1999, 143). „Bei der Popularisierung gilt es also, Fachwörter zu vermeiden oder Erklärungskontexte zu schaffen, mit deren Hilfe Laien Bezugspunkte in ihrer Erfahrungswelt aufbauen können.“ (Niederhauser 1998, 172) Fachwörter, die allgemein bekannt sein sollten, müssen auch in populärwissenschaftlichen Texten nicht extra eingeführt werden – bei einer anvisierten jungen Adressatengruppe kann jedoch meist eher wenig Fachwissen in Form von Fachterminologie vorausgesetzt werden, weswegen hier die obigen Erklärungsarten eine wichtige Rolle einnehmen.

Zudem können Fachwörter im Text speziell hervorgehoben werden – zum einen durch typografische Auffälligkeiten, wie den Fettdruck, die Kursivierung oder Anführungszeichen, zum anderen durch lexikalische Aufmerksamkeitssignale wie „sog.“, „Was ist ...?“ oder „Darunter versteht man ...“ (vgl. Niederhauser 1999, 145; Fiebig 1995, 80 f.). Solche Hervorhebungen können die Rezeption und somit das Verständnis von Fachwörtern erleichtern.

2.2 Sprachliche Akkommodation

Da es sich bei Kindern um literarische Anfänger*innen handelt, muss auch die Literatur, die sich an sie richtet, einen literarischen Einstieg ermöglichen und von kindlichen Anfänger*innen decodierbar sein. Dabei muss auf die kognitiven, sprachlichen und literarischen Verarbeitungsfähigkeiten der jungen Leser*innen ebenso eingegangen werden wie auf ihre Bedürfnisse und Interessen (vgl. Ewers 2000, 201). Derlei Anpassungen des Literaturangebots an junge Leser*innen werden unter dem Terminus der *kinderliterarischen Akkommodation* zusammengefasst. Diese Anpassungen sind jedoch nicht automatisch vorzunehmen, sondern nur dort erforderlich, wo zwischen den kindlichen Kapazitäten und dem literarischen Angebot eine Asymmetrie vorherrscht, die durch eine Abweichung von bzw. Anpassung an die allgemeinliterarischen Konventionen ausgeglichen werden kann (vgl. Ewers 2000, 206).

Nach Ewers (2000) lassen sich sechs verschiedene Akkommodationsarten unterscheiden, wobei in diesem Artikel nur die *sprachliche Akkommodation* relevant ist, unter welcher alle Anpassungen, die „mit Blick auf die jeweilige Sprachkompetenz des präsumtiven Lesers“ (Ewers 2000, 211) vorgenommen werden, verstanden werden. Diese können Morphologie (z. B. Passivvermeidung), Syntax (z. B. kurze und wenig komplexe Satzstrukturen), Redeform (z. B. Vermeidung indirekter Rede), Stilformen (z. B. einfacher Stil und rhetorische Stilmittel), aber eben auch die Semantik und damit auch die Vermeidung von Fachwörtern betreffen.

Durch diese Anpassungen soll ein Text kindgemäß⁶ werden, wobei dies sowohl auf Textattraktivität als auch auf Textverständlichkeit zu beziehen ist. Ein kindgemäßer Einsatz von Fachwörtern bedeutet demnach sowohl eine leichtere Decodierbarkeit von Einzelwörtern als auch einen Verzicht auf eine zu hohe Fachwordichte, um eine niederschwellige und motivierende Wissensvermittlung zu erreichen. Im Sinne der sprachlichen Akkommodation sollten Fachwörter und ihre Erklärungen eigentlich generell vermieden werden oder sich am begrenzten Wortschatz der Altersklasse orientieren (vgl. Ewers 2000, 211).

6 Im Laufe der Literaturgeschichte hat sich das Verständnis von *Kindgemäßheit* an den jeweils dominierenden Kindheitsdiskurs angepasst, wodurch es keine universellen, langfristig gültigen Definitionskriterien gibt, wann etwas kindgemäß ist (vgl. Ewers 2000, 245). Insgesamt ist unter dem Begriff der Kindgemäßheit jedoch „die Qualifizierung eines Textes bzw. Textmerkmals in Hinsicht auf den kindlichen (...) Leser zu verstehen“ (Ewers 2000, 201).

2.3 Erkläranspruch

Engbergs heuristisch-interpretatives Konzept des sog. Erkläranspruchs (*explanatory ambition*)⁷ soll eine Rekonstruktion des kausalen Komplexitätsgrades eines Textes ermöglichen. Dabei wird untersucht, „to what extent the senders *present explanations* of themselves and their functioning in such communicative efforts, or to what extent they merely present their own expertise, but without the intent of actually creating deeper insights on the part of the receivers” (Engberg 2020, 53). Durch die Analyse kann also gezeigt werden, inwieweit Textproduzent*innen durch die spezifische Textkonstruktion einen unterschiedlich komplexen Zugang zum zu vermittelnden Wissen bieten.

Es können vier unterschiedliche Level der Erklärtiefe (*levels of explanatory depth*) untersucht werden, die hierarchisch zu verstehen sind und somit immer komplexer werden:

1. *Denomination*: Hier gibt es „eine zugrunde liegende kausale Beziehung zwischen Elementen, die zwar nicht erwähnt oder spezifiziert, aber zumindest angedeutet wird“ (Engberg 2022, 143).
2. *Kausale Relevanz*: Hier werden Elemente „als miteinander kausal verbunden betrachtet, aber nur in der Form, dass Elemente als besonders ausschlaggebend gesehen werden“ (Engberg & Heller 2020, 43).
3. *Kausale Kraft*: Hier „enthält die Wissensstruktur Wissen über die kausale Rolle eines Elements in Bezug auf ein anderes für das Funktionieren eines Objekts“ (Engberg & Heller 2020, 43).
4. *Kausales System*: Hier wird das Wissen systematisch präsentiert „mit kausalen Strukturen auf mehreren Ebenen. Jedoch besteht das System lediglich aus den Haupteinheiten und ihren gegenseitigen kausalen Relationen“ (Engberg & Heller 2020, 43).

Festzuhalten bleibt, dass keines der vier Level – auch nicht das kausale System – den Komplexitätsgrad von Expert*innenerklärungen erreicht (vgl. Engberg 2022, 145). Während Engberg diese Methodik bisher lediglich auf juristische Texte anwendet, bietet sich ein Transfer in den kinderliterarischen Bereich an, da hier Komplexitätsanalysen von besonderer Bedeutung sind.

3. Methodisches Vorgehen

Indem nun die drei vorgestellten Ansätze verknüpft werden, können systematisch spezifische kinderliterarische Fachwortnutzungen herausgearbeitet werden: Über Niederhausers Fachworterklärungen kann auf der Textebene eine erste *formale Einbettungsanalyse* der verwendeten Fachwörter vorgenommen werden, diese kann dann entsprechend Ewers’ sprachlicher Akkommodation auf ihre *sprachliche Angemessenheit für die junge Zielgruppe* geprüft und schließlich durch die Erklärtiefe-Grade von Engberg auf ihre *semantische Komplexität* und damit ihre Angemessenheit im Hinblick auf den Gegenstand untersucht werden.

7 Engberg greift dabei das psychologische Konzept der sog. *Illusion of Explanatory Depth* von Rozenblit und Keil (2002) auf, welches er linguistisch modifiziert und weiterentwickelt.

Entsprechend der Popularisierungsbestrebungen nach Niederhauser sollen Fachwörter möglichst vermieden oder mit Erklärkontexten versehen werden, da sie den Textfluss und somit das Leseverständnis, aber auch die Lesemotivation hemmen können (vgl. Niederhauser 1998, 172). Da es bei der Popularisierung aber dezidiert um den Wissenstransfer geht, sind einige Fachbegriffe unerlässlich – dies gilt auch für Texte mit einer jungen Zielgruppe. Da für Laien Fachwörter aber nicht so eindeutig sind wie für Fachleute und daher auch nicht zur *Reaktivierung* von fachlichem Wissen bzw. einem fachlichen Hintergrund dienen (können), müssen sie entsprechend der intendierten Zielgruppe erklärt und kontextualisiert werden, um die Textrezeption zu erleichtern und Verständnisprobleme zu vermeiden. Dementsprechend gilt auch bei Ewers (2000, 211) ein geringer Fachwortgebrauch bei der sprachlichen Akkommodation als Hinweis auf einen kindgemäßen Text, da mit der Vermeidung auf die kognitiven Ressourcen der Leser*innen Rücksicht genommen wird, die bereits für die inhaltliche Vermittlung verbraucht werden – durch eine Vereinfachung auf der lexikalischen Ebene kann den jungen und daher noch nicht so erfahrenen Rezipient*innen somit die inhaltliche Decodierung des Textes erleichtert werden (vgl. Jahr 2001, 247).

Doch nicht alle Fachwörter werden schlichtweg gestrichen – stattdessen werden sie in populärwissenschaftlichen Texten zielgruppenspezifisch erklärt und eingebettet. Niederhauser weist darauf hin, dass Fachworterklärungen in populärwissenschaftlichen Texten meist weniger komplex sind als in Fachtexten. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen Engbergs, der bei der Untersuchung populärwissenschaftlicher Texte zeigen kann, inwiefern diese einen geringeren Komplexitätsgrad aufweisen als jene für Expert*innen. Durch eine Ergänzung um die Akkommodationsperspektive können hier spezifische, kinderliterarische Formen nochmals abgegrenzt werden.

Die oben genannten Arten der Fachworterklärung nach Niederhauser werden mit Rückgriff auf weitere Forschungsansätze (z. B. Fachworterklärungen in populärwissenschaftlichen Texten für Kinder nach Fiebig 1995) weiter geschärft. Indem die formalen Erklärungstechniken als Akkommodationsphänomene in den Blick genommen werden, tritt ihre sprachliche Form in den Vordergrund: So können sowohl der Satzumfang der Fachworterklärung als auch die genutzte Lexik und Syntax als auch ihre typografische oder semantische Markierung genauer mit Blick auf die junge Leserschaft analysiert werden. Durch die analytische Ergänzung um die Erklärtiefe können diese Fachworterklärungen anhand ihrer kausalen Verknüpfung dann noch hinsichtlich ihrer semantischen Komplexität eingeordnet werden – wodurch eine Einschätzung darüber möglich wird, ob die Fachwörter auf simple oder komplexe Weise verknüpft werden.

Durch diese Methodentriangulation können spezifisch kinderliterarische Fachworterklärungen und somit kindgemäße Popularisierungsmethoden identifiziert werden.

4. Exemplarische Anwendung

Die Modelltriangulation wird exemplarisch an den beiden Kinderbüchern *Die Grünen Piraten. Plastikplage im Biebersee* (Böckmann & Poßberg 2023) und *Vier für die Umwelt. Giftskandal am Schellenbach* (Lauriel 2020) erprobt. Bei beiden handelt es sich um ökologisch

ausgerichtete Kriminalgeschichten für Kinder (ab acht bzw. neun Jahren)⁸. Die Werke sind prototypische Vertreter eines größeren Projektkorpus ökologischer KJL.⁹ In den Büchern klären die – aus Kindern bestehenden – Detektivgruppen die Verschmutzung eines lokalen Sees bzw. Bachs auf und kommen dabei mit dem Thema (illegale und fachgerechte) Müllentsorgung in Berührung.

Insgesamt sind in beiden Werken jeweils 17 Fachwörter zu identifizieren, die sich wie folgt auf die Einbettungsarten nach Niederhauser aufteilen:

Einbettungsarten nach Niederhauser	Die Grünen Piraten Plastikplage im Biebersee	Vier für die Umwelt. Giftskandal am Schellenbach
Implizite Erklärung	10 (59%)	7 (41%)
Umschreibendes Weglassen	-	-
Explizite Erklärung	6 (35%) Davon: 5 (29%) anaphorisch 1 (6%) kataphorisch	6 (35%) Davon: 100% anaphorisch
Doppelterminologie	-	1 (6%)
Unerklärter Gebrauch	1 (6%)	3 (18%)

Abbildung 1: Verteilung der Einbettungsarten der Fachbegriffe nach Niederhauser (eigene Darstellung)

Fachwörter werden in den Werken zu 94 % bzw. 82 % erklärt und somit inhaltlich eingebettet, wobei vor allem auf explizite und implizite Erklärungen zurückgegriffen wird. Die Erklärungen werden oftmals durch aufmerksamkeitsfördernde Signale wie „das sind [...]“, „[...] nennt man das“, „das bedeutet [...]“ (Böckmann & Poßberg 2023, 56, 62, 68), „Das sagt man, wenn [...]“, „das heißt [...]“ oder „Sie nannte es [...]“ (Lauriel 2020, 48, 84) eingeleitet, die deutlich machen, dass eine wissensvermittelnde Erklärpassage folgt oder vorausging.

Zudem finden sich oftmals Beispiele als Erklärung oder Erklärungsunterstützung, wie hier beim Fachwort *Mikroorganismen*: „Mikroorganismen, dazu gehören zum Beispiel Bakterien [...]“ (Lauriel 2020, 113). Solcherlei Techniken erleichtern die Wissensvermittlung, da durch sie die nachfolgende anaphorische explizite Fachworterklärung „Mikroorganismen sind winzige Lebewesen, die man mit dem bloßen Auge nicht sieht“ (ebd.) greifbarer wird, da junge Menschen vom Begriff *Bakterium* vermutlich eher gehört haben als von *Mikroorganismen*. Bei der Fachworterklärung wird durch die Verknüpfung der beiden Termini somit in Bezug auf die Erklärtiefe *kausale Relevanz* erzeugt, da ein Fachwort als Überbegriff für das andere fungiert, aber noch nicht genauer auf die funktionalen Gefüge eingegangen wird – die Erklärung verbleibt daher mit Blick auf den Komplexitätsgrad der inhaltlichen Verknüpfung recht simpel.

8 Einen Überblick mit beispielhafter Werkanalyse zur ökologischen Kriminalliteratur bspw. in Lüdicke 2024.
9 DFG-Projekt „Erzähltes Wissen‘ in ökologischer Belletristik für Kinder und Jugendliche – ein interdisziplinär informiertes Modell für die linguistische Analyse“ (Projektnummer 525993724), Laufzeit 2023–2026, unter Leitung von Nina Janich.

Die Grünen Piraten. Plastikplage im Biebersee				
	Denomination	Kausale Relevanz	Kausale Kraft	Kausales System
Implizite Erklärung	-	3 (30%)	5 (50%)	2 (20%)
Umschreibendes Weglassen	-	-	-	-
Explizite Erklärung	-	-	5 (83%)	1 (17%)
Doppelterminologie	-	-	-	-
Unerklärter Gebrauch	1 (100%)	-	-	-

Vier für die Umwelt. Giftskandal am Schellenbach				
	Denomination	Kausale Relevanz	Kausale Kraft	Kausales System
Implizite Erklärung	1 (14%)	1 (14%)	3 (43%)	2 (29%)
Umschreibendes Weglassen	-	-	-	-
Explizite Erklärung	1 (17%)	1 (17%)	2 (33%)	2 (33%)
Doppelterminologie	1 (100%)	-	-	-
Unerklärter Gebrauch	2 (67%)	-	1 (33%)	-

Abbildung 2: Einbettungsarten der Fachbegriffe nach Niederhauser und ihre Aufschlüsselung entsprechend der vier Erklärtiefen nach Engberg (eigene Darstellung).

Werden die Fachbegriffseinbettungen nach Niederhauser mit den Stufen von Erklärtiefe nach Engberg verknüpft, dann zeigt sich, dass die explizite und die implizite Erklärung prozentual die komplexesten Wissensstrukturen aufbauen – was auch zu erwarten ist, da dies genau die Funktion von Erklärungen ist, kausale Kraft zu entwickeln oder gar kausale Systeme transparent zu machen. Der unerklärte Gebrauch und die Doppelterminologie hingegen führen in den Werken meist zu einem niedrigen Erkläranspruch, der sich auf Denomination beschränkt.

Auch die Analyse der Niederhauserschen Fachworterklärung und Ewers Akkommodation ergänzen sich: Während es bei Niederhauser nur heißt, dass es „keine eigentliche Syntax oder Textstruktur populärwissenschaftlicher Darstellungen gibt“ (Niederhauser 1999, 167), deren Merkmale also lediglich als weniger einheitlich als jene der Wissenschaft eingeordnet werden, gibt es in Bezug auf die Kindgemäßheit und damit auch die Akkommodation zahlreiche Kriterien, was als ‚leicht zu verstehen‘ zu definieren ist. Nach Ewers (2000, 252) ist Komplexität eine „Frage des Quantums, der Länge, der Zahl der Glieder“, aus denen sich eine literarische Botschaft zusammensetzt. Entsprechend können Fachworterklärungen mit mehr Wörtern pro Satz gegenüber der reduzierten Variante als die komplexere Version verstanden werden. Dementsprechend kann durch die Analyse der Satzlänge bei Fachworterklärungen in *Vier für die Umwelt* von einer Kindgemäßheit ausgegangen werden, da die vorliegende Satzlänge mit \bar{x} 12,1 Wörtern pro Satz allgemein als wenig komplex gilt (vgl.

Engelen 1995, 48). Die Sätze der Fachworterklärungen in *Die Grünen Piraten* sind hingegen mit 13 Wörtern pro Satz minimal länger als die empfohlenen 10 bis 12 Wörter pro Satz.

Doch die Komplexität wird nicht nur durch ein Mehr an Entitäten erhöht, auch grammatikalische Aspekte können eine wichtige Rolle beim Komplexitätszuwachs spielen, weshalb die Analyse der Satzstruktur relevant für die Einschätzung von Kindgemäßheit ist. So sind beispielsweise parataktische Satzstrukturen als weniger komplex einzuordnen als hypotaktische (vgl. Ewers 2000, 211), und auch die Art der Satzverknüpfung ist relevant: So gilt die sog. Nullstufe, in der keine Verknüpfungen vorgenommen werden, als die einfachste, darauf folgen die Kettenbildung mittels des „und dann“-Schemas und die Kausalverknüpfung, und als am komplexesten gilt die Finalverknüpfung (vgl. Ewers 2000, 252). Vor allem in *Die Grünen Piraten* treten in den Fachworterklärungen vermehrt parataktische Satzstrukturen auf, die auf Kettenbildung beruhen, weshalb sie als an die junge Zielgruppe sprachlich angepasst eingeordnet werden können. So kann die Einbettung des Terminus *Mikroplastik* beispielsweise als eine kataphorische explizite Fachworterklärung eingeordnet werden, die sprachlich dennoch auf einem kindgemäßen Level verbleibt:

Kein Wunder, Wasser kann Plastik ja auch nichts anhaben, und bis es verrottet, können Jahrhunderte vergehen. [...] Bis dahin zerfällt es lediglich in immer kleinere Teilchen. Irgendwann sind die so klein, dass man sie mit bloßem Auge kaum noch erkennen kann. Mikroplastik nennt man das. (Böckmann & Poßberg 2023, 62)

Im Zitat ist auf der Ebene der Satzstruktur die Vermeidung von komplexen Passivkonstruktionen durch leichter verständliche „man“-Konstruktionen zu erkennen (vgl. Bryant et al. 2017, 292), was die Fachworterklärung nochmals kindgemäßer macht. Bei der nächsten Verwendung nach der zitierten Explikation wird das Wort grafisch durch Kursivierung hervorgehoben, um es für die jungen Leser*innen klar als Fachwort zu markieren, wodurch eine zusätzliche Aufmerksamkeitslenkung hin zu den wissensvermittelnden Passagen geschieht. Zusätzlich wird nicht nur grammatikalisch, sondern auch hinsichtlich der Fachwissensverknüpfung nicht das komplexeste Level erreicht, da nicht der höchste Erkläranspruch vorliegt: Die *Mikroplastik*-Erklärung bleibt in Bezug auf die Erklärtiefe auf dem Level der *kausalen Kraft*, da noch keine kausale Verknüpfung mehrerer Haupteinheiten vorgenommen wird. In der Definition wird lediglich auf den Verrottungsprozess von Plastik eingegangen, wobei dieser funktional mit Wasser und dem Zerfall in kleine Teile (= Mikroplastik) verknüpft wird.

Auch der Einsatz der wörtlichen Rede und des oralen Sprachstils im Werk können als kindgemäß eingeordnet werden, da diese leicht zu rezipieren sind (vgl. Engelen 1995, 51). Diese Technik wird in beiden Werken ausgiebig genutzt, indem sich beispielsweise die jungen Detektive gegenseitig Begrifflichkeiten erklären – hier am Beispiel der Doppelterminologie, die im Hinblick auf die Erklärtiefe bei der *Denomination* verbleibt, bei der die verschiedenen Wörter lediglich als Synonyme herausgestellt werden:

[...] Also, ich habe gestern mal ein bisschen recherchiert [...]. ‘Recher-was?’ Tom verzog fragend das Gesicht. ‘Gegoogelt, Infos gesucht ... recherchiert eben.’ (Lauriel 2020, 51)

In *Die Grünen Piraten* verlängert diese Technik jedoch die Satzlänge meist deutlich, da die wörtliche Rede durch die Begleitsätze einen größeren Umfang aufweist. Andererseits blei-

ben diese langen Gesamtsätze transparent durch die Unterscheidung direkte Rede – redebegleitende Formulierung.

Unerklärter Fachwortgebrauch findet sich in den Werken vergleichsweise wenig. Bei dem einzigen Fachwort, das in *Die Grünen Piraten* nicht erklärt wird, handelt es sich um das Determinativkompositum *Schwebeteilchen* (Böckmann & Poßberg 2023, 27). Auch wenn Wortbildungsprodukte komplexer sind als Simplizia (vgl. Bryant et al. 2017, 284), kann das Fachwort leichter als andere Komposita decodiert werden, da es sich um ein hypotaktisches Kompositum mit endozentrischem Bedeutungsverhältnis handelt. Das Fachwort kann also leicht zerlegt werden, und im genutzten Kontext wird deutlich, dass es sich eben lediglich um kleine, schwebende Teilchen handelt, die nicht näher definiert sind, weshalb die Leser*innen auch nicht über mehr Hintergrundwissen verfügen müssen. In *Vier für die Umwelt* werden unerklärte Fachwörter sprachlich als solche markiert oder dienen lediglich als Beispiele, wodurch ihre verständnishemmende Wirkung eingeschränkt wird, wie das folgende Beispiel zeigt:

„[...] Schließlich gefährdet der Schmutz nicht nur Flora und Fauna, sondern auch uns Menschen.“ Ich war ein bisschen stolz darauf, wie selbstverständlich ich die Begriffe verwendete. (Lauriel 2020, 89)

Bei dem Zitat handelt es sich bei der Fachwissensverknüpfung der genutzten Fachtermini *Flora* und *Fauna* um eine *Denomination*, die zwar andeutet, dass eine kausale Beziehung existiert (Flora und Fauna werden mit dem Menschen verknüpft), diese aber nicht spezifiziert wird (indem z. B. eine Abgrenzung/Einordnung stattfindet). Da die kausale Beziehung jedoch nicht explizit erwähnt wird, befindet sich das Beispiel noch nicht auf dem Level der kausalen Kraft, auch wenn angedeutet wird, dass die Begrifflichkeiten miteinander verbunden sind. Somit weisen die unerklärten Fachbegriffe – obwohl sie in ihrer Einbettungsart komplex sind – eine geringe Erklärtiefe auf. Durch diesen minimalen Erkläranspruch können die unerklärten Fachwörter demnach als weniger komplex eingestuft werden, als wenn diese zusätzlich im Text noch strukturell komplex verknüpft worden wären.

Insgesamt handelt es sich bei den meisten Termini in den Werken um wenig komplexe, kindgemäß erklärte und textuell durch verschiedene Typen eingebettete Fachwörter.

5. Diskussion und Ausblick

Die Arbeitshypothese, dass sich die drei Ansätze sinnvoll zu einer linguistischen Analyse-methode vereinigen lassen, wurde im vorliegenden Beitrag überprüft und hat sich in dieser ersten Pilotstudie bestätigt.

Durch die Methodentriangulation und ihre Anwendung auf populärwissenschaftliche Texte für Kinder lässt sich in Bezug auf die Verwendung von Fachwörtern festhalten, dass diese reduziert vorkommen und meist mit Erklärungen versehen werden, die komplexer werden, je spezifischer die Fachwörter bzw. ihre fachlichen Bedeutungen sind. Zudem werden Fachwörter nicht selten als erklärungsbedürftig markiert – dies geschieht beispielsweise durch erkläreinleitende Fragen oder metasprachliche Formulierungen wie „Das nennt man ...“, die als Aufmerksamkeitssignale fungieren (ebenso: „sozusagen“, „Papa sagt“, „das

heißt“ etc.), oder andere rezeptionsfördernde Maßnahmen wie typografische Hervorhebungen oder eine ausgiebige Beispielgebung (vgl. Fiebig 1995, 77 f., 81; Niederhauser 1999, 134 f.). Ein unerklärter Gebrauch findet sich in den Lektüren vergleichsweise wenig und wenn, dann nur bei Wörtern, bei denen es sich um leicht zu decodierende Komposita wie etwa *Schwebeteilchen* handelt. Daraus kann geschlossen werden, dass dies eine untypische Fachwortnutzung in kinderliterarischen populärwissenschaftlichen Texten ist. Dies deckt sich auch mit der Forschung, in der diese Art der Fachworteinbettung als eine spezialisierte Stufe der Popularisierung eingeordnet wird (vgl. Niederhauser 1999, 155), die sich entsprechend eher nicht in belletristischen Texten und vor allem nicht in jenen für junge Leser*innen findet.

Dahingegen wird in der Forschung die explizite und vor allem die kataphorische Fachworterklärung als ein beliebtes didaktisches Mittel eingeordnet (vgl. Niederhauser 1999, 146). Sie findet sich dementsprechend auch oft in Kinderliteratur – in den beiden analysierten Werken jedoch deutlich weniger als die anaphorische Fachworterklärung. Diesen Umstand gilt es genauer zu untersuchen, um beispielsweise herauszufinden, ob sich bestimmte kinderliterarische Popularisierungsmedien oder -themen (hier mit ökologischem Fokus) besonders für eine anaphorische Erklärweise von Fachwörtern anbieten.

Durch die Methodentriangulation konnten spezifische kinderliterarische Fachwortnutzungen in ökologischen Texten identifiziert werden. Diese Methode kann in Zukunft noch um weitere Aspekte, wie beispielsweise die Besetzungstypen nach Wichter (1994), ergänzt werden.

Literatur

Primärliteratur

Böckmann, Corinna & Poßberg, Andrea (2023). *Die Grünen Piraten. Plastikplage im Biebersee*. Südpol.

Lauriel, Angelika (2020). *Vier für die Umwelt. Giftskandal am Schellenbach*. BoD.

Sekundärliteratur

Bryant, Doreen, Berendes, Karin, Meurers, Detmar & Weiss, Zarah (2017). Schulbuchtexte der Sekundarstufe auf dem linguistischen Prüfstand. Analyse der bildungssprachlichen Komplexität in Abhängigkeit von Schultyp und Jahrgangsstufe. In Mathilde Hennig (Hrsg.), *Linguistische Komplexität – ein Phantom?* (S. 281–309). Stauffenburg. (Stauffenburg Linguistik Bd. 94)

Engberg, Jan (2020). Multimodal Institutional Knowledge Dissemination and Popularization in an EU Context – Explanatory Ambition in Focus. In Girolamo, Tessuto, Bhatia, Vijay K., Breeze, Ruth, Bös, Birte & Solly, Martin (eds.), *The Context and Media of Legal Discourse* (pp. 55–76). Cambridge Scholars.

Engberg, Jan (2022). Erklärte Tiefe als Kennzeichen fachlicher Vermittlung. In Franziska Heidrich-Wilhelms, Carmen Heine, Lisa Link & Claudia Villiger (Hrsg.), *Fachkommunikation gestern – heute – morgen. Festschrift für Klaus Schubert* (S. 135–156). Universitätsverlag Hildesheim.

- Engberg, Jan & Heller, Dorothee (2020). Rechtliches Wissen auf einer institutionellen Webseite – eine Fallstudie zu sprach- und wissensorientierten Techniken der Popularisierung von Wissen im Netz, In Katrin Beckers & Martin Wassermann (Hrsg.), *Wissenskommunikation im Web: Sprachwissenschaftliche Perspektiven und Analysen* (S. 37–63). Peter Lang.
- Engelen, Bernhard (1995). Überlegungen und Untersuchungen zur Syntax im Kinderbuch. In Angelika Feine & Karl-Ernst Sommerfeldt (Hrsg.), *Sprache und Stil in Texten für junge Leser. Festschrift für Hans-Joachim Siebert zum 65. Geburtstag* (S. 43–63). Peter Lang. (Sprache. System und Tätigkeit Bd. 17)
- Ewers, Hans-Heino (2000). *Literatur für Kinder und Jugendliche. Eine Einführung in grundlegende Aspekte des Handlungs- und Symbolsystems Kinder- und Jugendliteratur. Mit einer Auswahlbibliographie Kinder- und Jugendliteraturwissenschaft*. Wilhelm Fink.
- Fiebig, Karin (1995). Begriffserklärungen in populärwissenschaftlichen Texten für Kinder. In Angelika Feine & Karl-Ernst Sommerfeldt (Hrsg.), *Sprache und Stil in Texten für junge Leser. Festschrift für Hans-Joachim Siebert zum 65. Geburtstag* (S. 77–83). Peter Lang. (Sprache, System und Tätigkeit Bd. 17)
- Göpferich, Susanne (2019). Textverstehen und Textverständlichkeit. In Nina Janich (Hrsg.), *Textlinguistik. 15 Einführungen und eine Diskussion* (S. 281–301). Narr Francke Attempto.
- Gotti, Maurizio (2014). Reformulation and recontextualization in popularization discourse. *Zeitschrift Ibérica* 27, 15–34.
- Jahr, Silke (2001). Adressatenspezifische Aspekte des Transfers von Wissen im wissenschaftlichen Bereich. In Sigurd Wichter & Gerd Antos (Hrsg.), *Wissenstransfer zwischen Experten und Laien. Umriss einer Transferwissenschaft* (S. 239–256). Peter Lang.
- Lüdicke, Corinna (2024). Der ökologische Kriminalroman. Navigation zwischen Plot, Clues und Wissensvermittlung. In Carmen Sippl & Jana Mikota (Hrsg.), *Ökologische Kinder- und Jugendliteratur. Grundlagen – Themen – Didaktik* (S. 112–121). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 15) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2024.a1.120>
- Mpfs – Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2020): *KIM-Studie 2023. Kindheit, Internet, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger* (https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/KIM/2020/KIM-Studie2020_WEB_final.pdf, abgerufen am 10.07.2024).
- Niederhauser, Jürg (1998). Darstellungsformen der Wissenschaft und populärwissenschaftliche Darstellungsformen. In Lutz Danneberg & Jürg Niederhauser (Hrsg.), *Darstellungsformen der Wissenschaften im Kontrast. Methodische Aspekte – theoretische Überlegungen – Fallstudien* (S. 157–185). Narr. (Forum für Fachsprachen-Forschung Bd. 39)
- Niederhauser, Jürg (1999). *Wissenschaftssprache und populärwissenschaftliche Vermittlung*. Gunter Narr. (Forum für Fachsprachen-Forschung Bd. 53)
- Rothkegel, Annely (2019). Klimawandel, Emissionen, Immissionen und Dicke Luft. Dynamische Bedeutungskonstruktion zwischen Fach- und Umgangssprache in der öffentlichen Kommunikation zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. *Zeitschrift VALS-ASLA* 109, 55–74.
- Wichter, Sigurd (Hrsg.) (1994). *Experten- und Laienwortschätze. Umriss einer Lexikologie der Vertikalität*. Niemeyer. (Germanistische Linguistik Bd. 144)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eigene Darstellung

Abbildung 2: Eigene Darstellung

Imagining the Anthropocene with Images

The Potential of Slow-Media for Co-Designing Futures

1. Introduction: challenges for the future

We all live in the present but will continue to live on in the future. Our children, their children, and all future generations will also live there, in a future which so far is unknown to us or at least predicted in very controversial ways. However, we should agree that we share responsibility in shaping a livable future for all. A first step is to identify the societal challenges we experience today. These include our western dualistic thesis/antithesis views (e.g., ‘good OR bad’, ‘correct OR wrong’, ‘friend OR enemy’, ‘mine OR yours’), which now often are misused for populist exaggeration in social media or politics. Furthermore, importance rankings are also used not to tackle environmental issues now, but to postpone them indefinitely. In addition, a generally poor understanding of the importance of temporal dynamics results in the claim of many politicians for ‘openness for technology’, fostering the wrong belief in many that ‘silver bullet’ solutions for all major problems can be developed, given enough time (Leinfelder 2020a). Thus, to tackle challenges for the future, thinking only in terms of a good OR a bad future is not helpful. Similarly, a ranking of the importance of problems is also mostly counterproductive. And last but by far not least, the ability for imagining desirable futures and solutional pathways thereto needs to start being developed at an early stage in life.

Starting with Paul Crutzen, the ‘father of the Anthropocene’, the Anthropocene concept is far more than just a geologic/stratigraphic approach. Initially based on Earth system sciences, the concept has relevance and offers challenges not only for all sciences, arts, and education, but also for all members of our societies. A better understanding of the Anthropocene concept with its interconnectedness of culture and nature in very variable temporal and spatial dynamics allows to view our societal challenges in the necessary interconnected way and thus to imagine and discuss multiperspectivistic views of possible futures and related joint problem solving. This shows the Anthropocene’s potential also for education at all school levels and beyond, such as teacher education and training, as well as life-long learning for all. Actually, the OECD has now added an ‘Agency in the Anthropocene’ to its PISA 2025 Science Framework, to foster environmental science competencies in school education¹. At its consequential metalevel (Leinfelder 2018, Zalasiewicz et al. 2021), the Anthropocene concept supports a systemic comprehension of Earth-human-system interaction and interdependence, a differentiated understanding of temporal dynamics, the need for cooperation of all societal players from individuals to economic, politics, nations, all of which are prerequisites for CultureNature literacy² and Futures literacy (Leinfelder & Sippl 2023, also for additional references).

1 See <https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/>

2 See <https://cnl.ph-noe.ac.at/en/>

The complexity of the Anthropocene can be best tackled with the inclusion of ‘slow-media’ formats into education, such as participative monitoring, futures workshops, and, in particular, image-based book formats, including graphic novels, in which images are not only text illustrations but support ‘self-participation’ to understand the content and allow parallel storylines, temporal and spatial jumps from the present to the past and the futures (see chap. 3.2, chap. 4). As such, they not only help to imagine and find non-exclusive pathways to solution portfolios for the challenged Earth-human-system, but also invite to be an active part of such solutions and thus foster motivation, self-efficacy, and happiness (e.g., Leinfelder et al. 2017, Leinfelder 2013, 2018). To exemplify the potential of drawings for a better imagination and understanding of complex issues, this contribution uses only illustrations from a graphic science novel (*Taming Time*, Hamann et al. 2024)³.

2. The present situation and how we normally tackle it

This chapter presents an overview of some well-known and lesser-known challenges of the Earth system and our societies, two categories which in the times of the Anthropocene are completely interconnected and interdependent, so that an Anthroposphere should be added to the other spheres of the Earth system (see, e.g., WBGU 1993, Steffen et al. 2016, 2020). In addition, this chapter also provides some selected references to delve deeper into the Anthropocene concept.

2.1 Environmental problems

It is widely recognised that our planet is shaped by significant anthropogenic environmental impacts, all of which interact with one another and create feedback loops. Anthropogenic climate change is driving ocean acidification, rising sea levels, shifting rainfall and weather patterns, and glacier retreat, to name just a few. The ecological crisis is also driven by the climate crisis, but also by overfishing, overfertilisation, ongoing land use change, water regulation, and much more (e.g., see the concepts of the Planetary Boundaries and the Great Acceleration, the UNEP, UN-IPCC, IPBES, flagship reports of the WBGU and many more⁴). There is full scientific agreement over this all, and many groups, from NGO activity groups (such as *Fridays for Future* and *Scientists for Future*), to new legislations by nations, the European Union, and the UN, are trying to help improve these outlooks. Quite some things are changing slowly, but still far too slowly, including heavy backlash.

³ See chap. 4, also for additional examples of graphic novels in the context of the Anthropocene.

⁴ See e.g. gloabaia.org/acceleration, stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html, unep.org, ipcc.ch, ipbes.net, wbgu.de; see also the chapter by Rita Elisabeth Krebs in this volume.

2.2 Excuse patterns and populism

Apart from environmental problems, the world is, and always has been, challenged by a great variety of other problems. Regarding the 21st century so far, humanity had to live with the Covid-19 pandemic (besides many other epidemics and pandemics before and thereafter), with new wars, and with governments shifting from democracy towards oligarchy. The latter trend has been increasingly accelerated by misuse of social media which not only supports splitting societies into two opposing pools, but also of many political agendas, thus changing from party-overarching problem solving to fierce and non-efficient opposition blockades. Fake news spread rapidly, important political topics, including environmental issues, are often abused for diversionary manoeuvres, and the use of cusswords such as ‘left-wing greenfilth’, ‘remigration’, ‘biogerman’ etc. has increased (the last two have been designated as ‘most ghastly word of the year’, 2023/2024 in Germany). This all supports the typical *personal excuse systems* for not tackling many problems, for externalising responsibilities to other groups only, for behaving fatalistically (‘anyway, too late to do something’), for relativising problems (including diffusion of responsibility and bystander phenomenon), or for wrong self-assessment of contributing to problem solving (see e.g. Leinfelder 2020a, 28–30).

The search for positioning oneself in a suitable group with similar beliefs and convictions is understandable but is increasingly often just an escape not to be involved in problem solving. This also includes many pupils of all ages. Such sectorisation is not only enforced by social media, but also is a long-practiced way of how we handle our issues, tasks, and problems. Nearly all our societal institutions are subdivided into disciplines for better handling issues, by breaking them down to manageable items. This is not only the case for school disciplines, but also applies to universities and public authorities. Teaching in disciplines is not criticised here but should be better accompanied by more inter- and cross-disciplinary approaches, to also teach and train systemic thinking. This is important to envelop our disciplinary way of thinking, learning, and working into a larger image. To schools, many cross-disciplinary formats are available, such as school projects, workshops, excursions etc., but too often they still are an exception, not the rule. In addition, it is also important to lay the foundation for cross-disciplinary thinking already in disciplinary lessons. Our so-called knowledge society is complex, characterisable by a mix of scientific, cultural, and societal input as well as individual experiences, all of which are combined in a psychological context. Communication and learning therefore needs a multilayer approach, where factual knowledge is encompassed by emotional and motivating aspects that may be achieved by participation, visualisations, and permanence of involvement (Leinfelder 2018, fig. 6).

2.3 Our difficulty with systemic thinking and ‘timefulness’

Capacity for systemic thinking is already needed when trying to foresee a business-as-usual (BAU) future. While many people are aware of increasingly extreme weather events, prolonged droughts, and the biodiversity crisis, these issues are often not viewed within the context of the environment. For example, current migration is largely driven by dictatorial governments, wars, or countries with underdeveloped economies. However, in a business-as-usual scenario for the future, migration will increasingly be driven by environmental changes, such as hunger, heat, freshwater scarcity, and the rise of catastrophic weather events. Simi-

larly, agriculture will undermine its own foundation, facing issues like soil infertility, a lack of pollinating insects, the spread of invasive species, and water shortages. Oceans may also become increasingly depleted due to pollution and overfishing, threatening coastal areas and causing further damage, hunger, major health issues, and migration⁵.

It is certainly essential to have a clear imagination of our probable business-as-usual future (BAU) scenarios, as they should serve as warning signs. However, our limited capacity to envision alternative futures often prevents us from imagining vastly different, potential, and desirable futures. As a consequence, we too often restrict our proposed solutions to minor modifications of these BAU pathways. Moreover, the ideas for deviations from a BAU scenario often stem from thoughts of earlier times, seeing those as the 'good old times', which is an unhelpful romanticisation by shielding the many bad parts of the historic past that nobody wants back. Another way also is often taken: a proverb, often, but not only used by historians and geologists, states that we must understand the past to learn for the present and the future. This has of course many true aspects but often also leads to unhelpful and false, undifferentiated generalisations such as 'there will always be violent conflicts, or 'climate has always changed'. A more differentiated view recognises that the onset of wars in human history corresponds with the settlement of humans during the Neolithic. We moved to and settled in higher latitudes which in turn required us to keep and protect harvest yield and food for cattle over the unproductive winter seasons, which was a start for accumulating community properties such as grasslands worth fighting for, if attacked (e.g., Fibiger et al. 2023). As to Earth history, its unimaginably long time often prevents a necessary differentiation of changes as to their temporal dynamics, often confusing extremely long episodes of change and resulting adaptation with, e.g., the *Great Acceleration* of changes that we experience since the midst of the 20th century. In turn, this may cause denial or strong relativisation of anthropogenic climate change or other environmental changes, and their effects on humanity. Besides the need of '*mindfulness*' (in the sense of attention and awareness for environmental changes happening around us, 'because we can only love and protect what we know'⁶), we therefore also have to better learn and teach '*timefulness*' (*sensu* Bjørnerud 2018; fig. 1).

5 See e.g. interactive.carbonbrief.org/climate-migration, bmz.de/en/issues/climate-change-and-development/migration-and-climate, environmentalmigration.iom.int, also see EU-Horizon 2020 project macobios.eu, and for health issues, e.g. who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health, nature.com/articles/d41586-025-00149-5.

6 This is a quote from Konrad Lorenz, zoologist and Nobel Prize Laureate 1973, based on the A. v. Humboldt view on nature. See also Leinfelder (2010), Wulf & Hanselle (2019).

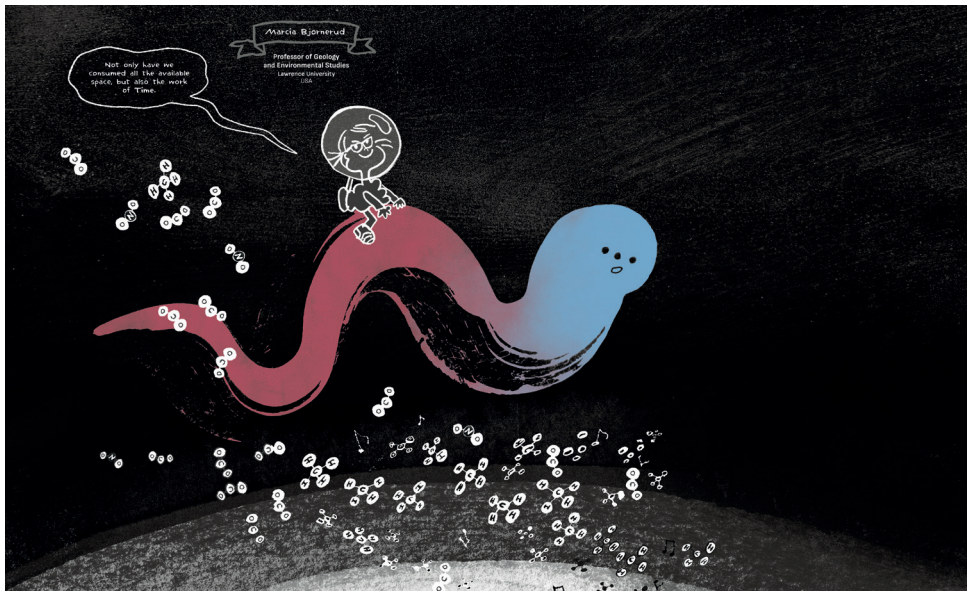


Figure 1: Timefulness, with Marcia Björnerud (the author of this term) riding the graphic novel character Time. The term ‘timefulness’ underlines the necessity for a better understanding of temporal scales and dynamics, not only to better understand the past, but also the future. (From *Taming Time*, illustration by Maki Shimizu, © Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023, licence CC BY-NC-ND)

3. The power of images for imagination

3.1 The importance of developing multiperspectives for the future

As discussed above, our dualistic view of the world’s problems, our excuse systems combined with the bystander phenomenon, our restrictedness to what we know and experience, and our short-term thinking allows us to see futures largely in a narrow set of ‘probable’ scenarios. Imagination is needed to also think in other ‘possible’ scenarios for future pathways and then, from these, learn to identify ‘desirable’ scenarios, which even may include visionary and utopic aspects (fig. 2). From such scenarios, desirable pathways can be discussed by means of ‘backcasting’ (e.g., Bibri 2018⁷). For this, it makes sense to first imagine ‘ideal-typical’ future pathways for everyday topics, such as housing, transport, food, energy, transportation, health, to then discuss and ‘negotiate’ them to develop feasible mixes in flexible solution portfolios. Monitoring of results and possible side-effects as well as development of new technical solutions or altered societal readiness can then be later negotiated again, to result in changes in the composition of the solution portfolios. In other words, there is not only one possible way to the future, but a mix of many different pathways that can be taken for our human voyage into the future, making them a creative, doable, and self-rewarding positive adventure (Leinfelder 2016a, 2018, 2023).

⁷ See also Krebs, this vol.



Figure 2: Earthlings' Paradise, as a possible and desirable future scenario. Here, humanity is in mutual benefit with the biosphere and the technosphere (see also figs. 7 and 10 for the technosphere). (From *Taming Time*, illustration by Maki Shimizu, © Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023, licence CC BY-NC-ND)

3.2 Learning from children how to imagine

But how to train our power of imagination? There are different ways, such as testing new materials, new foods, different types of housing etc. in 'real-life laboratories', participating in citizen-science monitoring projects, actively taking part in future labs and working there together with experts, and much more. Any of these provide a strong basis for developing a better imagination capacity, because any of the above comes close to what we did when we were still very young: creating our own worlds with sand or toy building blocks, playing together with older people, experiencing unknown objects with our own fingers (and even learning when inadvertently getting our fingers squeezed) or simply painting our own worlds. If our creations collapsed, we did not mind rebuilding them in an improved way. This all is driven by the curiosity, creativity, imaginative openness, and visual capacities of small children. Visual abilities of our brains can be trained by studying complex images, seeing both the full image as well as details from it. This is why children are also very good at solving hidden object pictures, and jigsaw puzzles, or playing memory games⁸ (see also e.g. Dziedziewicz & Karwowski 2015, Mikota & Sippl 2024, Niland 2023, Silaban et al. 2024, Sippl 2023).

Thus, we learned from pictures long before we learned to read. To understand images, we need to actively analyse their content and their related messages. This makes image-based learning and teaching formats suitable for accessing complex topics and making them

⁸ See e.g. <https://thema.schule.at/thema/detail/-/8159dc9840.html>, <https://illinoisearlylearning.org/blogs/growing/puzzle-play/>, <https://www.fr.de/wissen/warum-kinder-memory-spitze-sind-11358238.html>.

understandable. In addition, dealing with images may also help to leave our long-trained patterns of ‘right OR wrong’, ‘beautiful OR ugly’, ‘friend OR foe’, and to lead us to the understanding of interactive connections between the Earth spheres and the anthroposphere. Drawn images in text-based books are therefore not just text illustrations, but appeal to all the senses through their multimodal, synaesthetic capacities. This applies in particular to non-fiction comics, in which most of the action may take place in the ‘gutters’, i.e., the empty spaces between the image panels. In graphic novels, such gutters may be avoided, which then allows for different ‘connectivities’ such as ‘living dioramas’ (fig. 3). Such ‘slow-media’ formats are not structured in a linear way but allow the reader to jump back and forth between different regions, cultures, times, speeds, futures, contexts, and possible solutions, which requires active, ‘self-participative’ co-operation (see chap. 5 for an example of ‘timefulness’). Picture-based books, including knowledge comics are therefore very well suited as a basis for interdisciplinary lessons⁹. If possible, they should be accompanied by manuals for teachers.



Figure 3: Drawn diorama of the Palaeogene and Holocene, illustrating human cultural development and examples from evolution of organisms. Humans change from collecting and hunting to settlement and cattle breeding from the Neolithic onwards. Colours are chosen as used in the Earth History Chronostratigraphic Chart. The character of Time (up, left and right) hence also changes colour from the Palaeocene (as part of the Palaeogene) to the Holocene. (From Taming Time, illustration by Maki Shimizu, © Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023, licence CC BY-NC-ND)

9 See also the chapter by Carmen Sippl in this volume.

3.3 Facts, not fiction! What about fairytales and science fiction?

In times of heavily altered or even completely falsified and increasingly AI-generated images, many will say that it is almost impossible to convey facts with images. But this applies, in particular, to photographs which are not the main topic of this paper. All drawn pictures, not only those in children's books, do not intend to represent reality in all aspects; in most cases, they primarily provide a stimulus for the imagination. They also have many other advantages, such as working with emotions, personalising, and animating non-living objects, presenting people, organisms, or other objects in a generic sense, and much more (see also chap. 2.4.2 and 2.4.3). All this can be used to communicate facts as well as to tell fully invented stories, such as fairy tales, in which the obviously invented content (e.g., wolf lying in bed and imitating grandmother) can be a way of introducing topics in science lessons (see, e.g., Sippl & Tengler 2024, also for additional references).

Science fiction comics are just as popular as science fiction novels or photorealistic science fiction movies. In all of them, our imagination is stimulated and supported. In fact, science fiction has often anticipated technological developments. However, in photorealistic movies, the fear-factor can be significantly higher than in a drawn science fiction comic. This also applies to photorealistic drawings of the future, such as cities, which are often rejected by viewers, especially if it is about their own, hence well-known, city, because the differences to today appear too great, and thus are hard to imagine and accept. To solve this dilemma, small drawn gimmicks are often incorporated (such as self-steering air taxis that look like very old-fashioned 'car-planes'¹⁰) to restore the distance to reality with a twinkle. This reassuring distance is always provided in drawn depictions of the future. However, many of these stories, be they fairy tales or science fiction, have a special characteristic that is rather counterproductive for use in education. Despite all the drama and threats that might occur in such science fiction stories, including the possible end of the world, there is always a hero/heroine who saves the day, if not the world, or the universe, be it a 'classical' superhero (e.g., Batman, Wonderwoman), a secret agent (e.g., James Bond), an outstanding scientist (e.g. Dr. Brown from the *Back to the Future*-movie), or a small group of heroes of whatever kind. In real life there are no such 'silver bullets', i.e., superpowers, super brains or super technologies that will put everything back into order. This belief in 'silver bullet' solutions still to be developed, be it earlier or later, promotes the aforementioned excuse for not tackling current environmental problems, i.e., 'let's wait and see, we'll come up with a solution'¹¹.

4. Examples for image-based storytelling

Below, we give some examples of image-based metaphors, narratives, stories, and entire graphic novels that follow the purpose of explaining sustainability topics in the context of the Anthropocene, hence complex matters, by making them understandable and imaginable, without losing the necessary complexity. We also briefly point to their possible integration both into school lessons, further education, and self-based learning. In most of these exam-

10 See e.g. here for Berlin in 2050 <https://www.bz-berlin.de/archiv-artikel/hauptbahnhof-sieht-er-2050-so-aus>

11 For the potential of science fiction in futures research see, e.g., Steinmüller (1995) and Nikolova (2021, also for additional references).

ples one or both of the authors of this paper were involved, leading to sharing some experience about their conceptualisation and use in education and outreach here.

4.1 Visual metaphors and short narratives

Quite too often, scientific results are misinterpreted or presented in a misleading way by climate change sceptics/deniers. To counter this, it sometimes is sufficient to use cartoon-based metaphors so that readers are motivated to deal with them more closely. In this way, one may ‘play’, e.g., with the hero metaphor, using it then to differentiate generalised statements. For example, one could use the idea that the Earth’s environmental conditions have often been completely reshaped by organisms, our ‘Heroes of the Earth System’. These include the methane bacteria at the beginning of the development of life, by protecting the still cold Earth with an enormous greenhouse effect, the cyanobacteria that produced oxygen, the first forests which absorbed so much CO₂ that an ice age occurred, and much more (fig. 4). However, all this happened in extremely long intervals (see, e.g., fig 6. in Leinfelder 2016b, or fig. 9 in Leinfelder 2020a). For instance, the ‘Great Oxygenation Event’ caused by the bloom of cyanobacteria lasted about 400 million years in the early period of life development (and is thus better termed ‘Great Oxygenation Episode’, Waters et al. 2022). The important point is the fundamental difference in the speed of the changes in Earth history, compared with the speed of the anthropogenic Earth system changes which we experience now, especially the so-called *Great Acceleration* on the entire globe, starting in the mid-20th century. A Great Acceleration metaphor yet to be drawn, maybe even in a school lesson, could be comparing a long pilgrimage, such as the ‘Way of St. James’, with a 100 metre world record sprint. This comparison is similar to the connection between ‘Great Oxygenation Episode’ and the ‘Great Acceleration’. Scientists show the Earth system’s relationship with humanity in complicated charts and figures, but this also can be easily illustrated with drawn images. The extreme, unregulated growth of the technosphere, as a metaphor that ‘Machines are hungry, too’ is used by one of the authors in virtually all his lectures (see e.g., Leinfelder 2022, fig. 7¹²).

The Anthropocene as a whole can also be understood as a narrative by itself, or might serve as the basis for multiple narratives. For example, the relation of humans to the Earth system might be simply explained in a twofold way: we live off nature, and we have to protect ourselves from nature. In Palaeolithic times, this meant that we had to collect and hunt for food, and at the same time we had to protect ourselves in caves, and started wearing clothes against the cold (fig. 1 in Leinfelder 2022, see also fig. 3 in this chapter). But nowadays, in the Anthropocene, this twofold relation means that we must act in a way that not only we but also all generations after us can live off nature, and that protection from nature now means that we have to integrate ourselves with all what we do into the Earth system, so that it keeps on functioning and carrying us along. This is shown in another metaphor, which in German is a play of words: ‘Von der Umwelt zur Unswelt’, meaning that the idea of an ‘environment’ (‘Umwelt’) just surrounding us in a distance, thus not being part of our every-day socioeconomic world, is a questionable term. Maybe we should better see ourselves in an ‘Unswelt’

12 The same figure is found at Reinhold Leinfelder’s Anthropolöcher-Blog, see fig. 5 in <https://scilogs.spektrum.de/der-anthropozaeniker/auch-maschinen-haben-hunger/>.

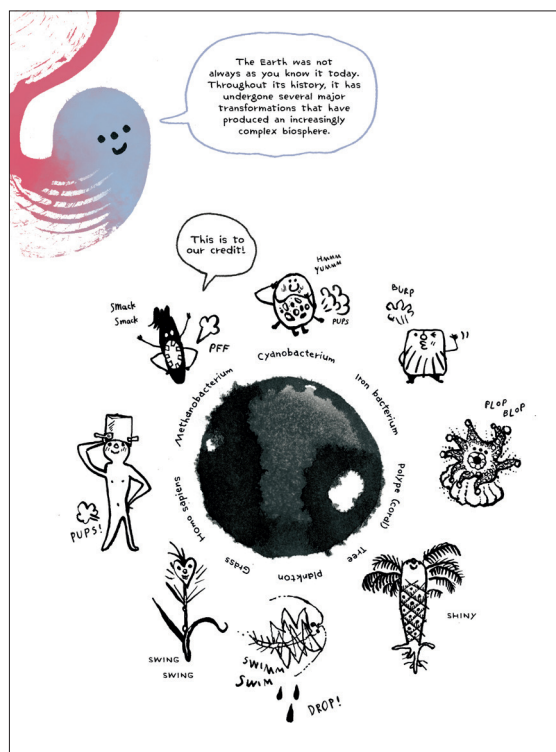


Figure 4: The Earth system changer. Not only humans, but many other organisms have already changed the character of the Earth system intensively. However, only humans did this in an incomparable speed, not allowing adaption of the biosphere. See text for more. (From Taming Time, illustration by Maki Shimizu, © Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023, licence CC BY-NC-ND)

(an ‘All-of-Us-world’), which would express that all living and non-living agencies of the Earth system are connected and interacting (see fig.1 in Leinfelder 2020b)¹³.

Finally, some criticise that the concept of the Anthropocene is too political in a way that even Anthropocene researchers are calling out for climate protection, environmental protection, renewable energies, changing policies, etc. Many argue that scientists should only be responsible for their research and primarily restrict themselves to that. What might help to highlight the ethical responsibility of scientists can be communicated with a ‘physician metaphor’, i.e., getting a medical check-up from our primary care physician, who then sends us to specialists for additional sophisticated analytical methods. However, if, in the end, the physician would only tell us that we are really very, very sick, wish us luck and then send us on our way, we would definitely not be content. We expect our physicians to tell us what is wrong in an understandable way, then suggest appropriate medical treatment and future precautionary measures, always keeping us informed about the progress of the treatment. This is what Earth system scientists also should do.

13 The same figure is found at Reinhold Leinfelder’s Anthropozäniker-Blog, see fig. 13 in <https://scilogs.spektrum.de/der-anthropozoeniker/rohstoffmanagement-im-anthropozoen-das-beispiel-der-phosphate/>. – See also the chapter by Reinhold Leinfelder, Erwin Rauscher and Carmen Sippl in this volume.

The metaphor of an ‘Anthropocene kitchen’ even served as the title of a long running, successful interdisciplinary research project within a Berlin University’s research cluster of excellence. In this project, the ‘kitchen’ was considered the first human scientific laboratory. An ‘Anthropocene kitchen’ emphasises the need to closely examine the resources we use for food and cooking, while also highlighting the importance of experimentation and developing effective recipes for the future¹⁴. Part of the narrative is that, in today’s kitchens, we not only hold the cooking spoon but also the control lever of human impact on all Earth system spheres in our hands (e.g., Krausse et al. 2017). In addition to various other scientific papers, a graphic science novel was created on the topic (Leinfelder et al. 2016, see chap. 4.3).

Many other metaphors can be applied in the context of the Anthropocene, such as the need to view the Earth system as a foundation. If this foundation is well-managed, it will yield a sustainable ‘return’ that supports both present and future generations. However, if the capital of this foundation is depleted—a current and on-going process—it will eventually collapse.¹⁵ Alternatively, humanity must stop acting like a parasite and evolve into a mutual symbiont of the Earth system.¹⁶ (For further exploration of metaphors in the Anthropocene, see e.g. Leinfelder 2016b, 2017, 2018, 2020a, 2020b.)

4.2 The *World, be Wonderful Again* book project

Although it is already used in several official schoolbooks (for secondary level students¹⁷), the Anthropocene topic is often considered to need a lot of prior knowledge for being able to understand the complexity of the concept. This is challenged by many projects of the University College of Teacher Education Lower Austria (PH NOE) which strongly focuses on teacher education. Projects include topics such as Learning and Teaching the Anthropocene¹⁸, CultureNature Literacy¹⁹, and projects focusing on Futures Literacy²⁰, to name but a few. In this context, probably the first book on the Anthropocene for children from eight years onwards has been developed, entitled *WERde wieder wunderbar – 9 Wünsche für das Anthropozän. Ein Mutmachbuch*²¹ (Laibl & Jegelka 2022²²). The book combines large illustrations and factual text, similar to classical children’s picture books, and also features an ongoing fictional comic-strip. It is divided into nine sections, each focusing on one of the Earth’s “elements”: soil, water, air, energy/fire, light, sound, plants, animals, and humans. Each chapter covers the history of the element, its connections with other elements, and

14 Project title: ‘The Anthropocene Kitchen: A laboratory connecting home and world’ of Cluster of Excellency ‘Interdisciplinary Laboratory: Image Knowledge Gestaltung’, <https://www.interdisciplinary-laboratory.hu-berlin.de/de/content/die-anthropozan-kuche-das-labor-der-verknuepfung-von-haus-und-welt/>

15 E.g. <https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.interview-zum-anthropozan-die-erde-wie-eine-stiftung-behandeln.cd395bfb-16d5-4f1d-a198-6966006cf439.html>

16 E.g. p.22 in <https://www.kulturrat.de/wp-content/uploads/2016/04/PK-03-2016.pdf>

17 E.g. Diercke Geographie Oberstufe – Ausgabe 2022 Schleswig-Holstein, preview: <https://blickinsbuch.westermann.de/978-3-14-100910-1/index-h5.html#page=26>

18 <https://anthropozan.ph-noe.ac.at/>

19 <https://cnl.ph-noe.ac.at/>

20 <https://www.ph-noe.ac.at/unesco-chair>

21 Translation: “World, be wonderful again – 9 wishes for the Anthropocene. A book of encouragement”

22 The book is accompanied by an enormous wealth of additional resources, from a two-minute shower song to a 128 page-teacher manual, see <http://werdewiederwunderbar.com>

then presents a vision for this element in the context of the Anthropocene. This vision is followed by a to-do list of examples, organised into ‘well-thought’ (but not yet implemented) and ‘well done’ categories. It is accompanied by a comic-strip following a curious little alien named Marty, whose UFO lands in a school yard and joins a class as an exchange student. Marty wants to learn from the kids, and they take him on school trips to explore water, soil, air, plants, animals, and more. The story is heartwarming and emotional, filled with meaningful conversations. While having fun, Marty also learns about the serious challenges the Earth faces. As Marty prepares to leave, the students ask him, “What will you tell others about Earth and us earthlings?” His response: “I will say that I’ve learned a lot that wasn’t in my travel guide. I’ll write that you mean well, even if you don’t always do everything perfectly.” A teacher adds, “But we’ve already done some things well.” In the end, Marty is sad to leave but is happy to receive gifts to take with him—fascinating things he had never encountered before his visit: air, soil, and water. The book concludes by introducing the next phase of their class project on the Anthropocene, offering a reflection on “what causes us sorrow and what gives us hope”. It ends with the thought-provoking question: “What if we were to declare all of nature a living being? Would it still be so easy to control?”. This serves as a summary of the complexity of the Anthropocene and encourages a deeper perspective on how we view it²³.

4.3 The power of science comics / graphic science novels

As mentioned above, the use of slow media in education is a promising way to approach the Anthropocene concept, making it understandable without reducing its complexity. Such formats include participative monitoring, futures workshops, futures exhibition, and image-based book formats, including science comics and graphic science novels.

In graphic science novels, images are far more than mere illustrations—they are essential to the storytelling process. They foster ‘self-participation’ in understanding the content and enable parallel storylines, as well as temporal and spatial shifts between the present, the past, and the future. In this way, they not only help readers imagine, discuss, and explore inclusive pathways to solutions for the Earth-human-system challenges, but also encourage active involvement in those solutions, fostering motivation and a sense of self-efficacy (e.g. Leinfelder et al. 2015, Leinfelder 2016c, 2017²⁴, Leinfelder & Hamann 2019, see also Leinfelder & Sippl 2023, also for more references, and Kordaß & Hamann 2025).

The authors of this article have created a series of science comics on the Anthropocene, as well as other topics, which are used in school education and for science communication in lifelong learning. These include:

23 For a full paper collection on children and youth books on ecology, including their various formats, such as text-based, image-based literature or a mixture of both, see Mikota & Sippl (2024) and Sippl in this volume. For more on the use of images for education and knowledge transfer and for making the future conceivable see, e.g., Hangartner et al. 2013, Sippl 2023, Zechlin 2015, or Wagenbreth 2023. A classic on the general conception and creation of comics is the manual of McCloud 2006. Amann and Wallner (2022) edited a large volume on teaching with comics in primary and secondary education. There also is a wealth of other examples for how to use or create comics in the classroom. As for science comics, see the PhD thesis of Nick Sousanis (2015), entitled *Unflattening*, which itself is a science comic, and his blog *Spin, Weave and Cut*.

24 See especially contributions by Nick Sousanis, Stephan Packard, Lukas Plank, Jaqueline Berndt, and Veronika Mischitz et al. in Leinfelder et al. 2017.

- *Diversity Inaction – Graphic Interview with R. Leinfelder*, 2011²⁵
- *30 Milestones on the way to the Anthropocene* (Hamann et al. 2014a)²⁶
- *The Great Transformation – Can we beat the heat?* (Hamann et al. 2014b)²⁷
- *Eating Anthropocene. Curd Rice, Bienenstich, and a Pinch of Phosphorous – Around the World in Ten Dishes* (Leinfelder et al. 2016)²⁸
- *High Five – A Journey inside your Smartphone* (Hamann et al. 2019)²⁹
- *The Urban Planet* (WBGU et al. 2016)
- *Taming Time – A Golden Spike for the Anthropocene* (Hamann et al. 2024)
- *Waves of Hope* (Trégardot et al. 2024)³⁰

Some of the examples mentioned above have been treated/evaluated extensively in other publications (see, e.g., Leinfelder 2020b, p.38ff, and Leinfelder et al. 2015 for more³¹). As an example for the potential of graphic science novels, below is a closer look at our graphic novel *Taming Time*.

5. The concept of *Taming Time*: understanding spatial and temporal complexity in the Anthropocene

The graphic science novel *Taming Time – A Golden Spike for the Anthropocene* (Hamann et al. 2024³²) has been produced in cooperation with several members of the international Anthropocene Working Group (AWG). It aims to accompany and explain the work of the AWG on defining a new time unit of the Earth history, the Anthropocene epoch. Its overarching aspect is how to deal with time both in Earth history, nowadays, and for outlooks into the future. Similarly, the target audience should be large, but particularly aims at readers with interest in or prior knowledge about the Anthropocene and Geosciences, thus including university students and teachers of geosciences, as well as topics focusing on sustainability and ecology; in a broader sense, the target group includes all interested in

25 Diversity Inaction. Graphic Interview with R. Leinfelder (by Feindt, Hamann & Leinfelder), originally published on CartoonMovement blog: <http://blog.cartoonmovement.com/2011/03/diversity-inaction.html>. However, only the entrance page is still available. For full version (6 pages) see https://www.researchgate.net/publication/274250167_Diversity_Inaction-Graphic_Interview_with_R_Leinfelder.

26 For an online version with English subtitles see <https://www.environmentandsociety.org/exhibitions/welcome-anthropocene/milestones-anthropocene> (to go to comic strips then click graphic thumbnails at the end of the introduction). For use in museums excursions and teaching see <https://www.deutsches-museum.de/museum/verlag/publikation/willkommen-im-anthropozoen>.

27 The original version in German is from 2013, for more infos incl. teacher's handout see <https://mintwissen.com/Transformation>

28 For teacher's handout see <http://anthropocene-kitchen.com/fileadmin/user/handreichung/Mehlwurmburger/Mehlwurmburger-web.pdf>; for target group e.g. <https://www.elementareslesen.de/anthropozoen-kueche/>.

29 For infos, samples and access see <https://mintwissen.com/UNA>.

30 For download (6 languages available) see here: <https://macobios.eu/prp/other-products/#ComicBook>.

31 For excerpts of most of these examples, incl. teacher handouts, and for other examples, such as comics on patient clarifications and their positive evaluation see <https://mintwissen.com>.

32 The first edition is from 2023, and received an addition after the first downvoting of the AWG proposal by the International Commission on Stratigraphy. Both editions are open access and available via <http://dx.doi.org/10.17169/refubium-40617.2>.

the connectivity of sciences, humanities, and arts. The novel aims to awaken interest in the importance of time for nearly all processes and dynamics, from the entire Earth history to the future. Its content is largely based on university lectures of Reinhold Leinfelder and the research activities of the Anthropocene Working Group³³. The authors were aware that a lot of scientific terms are used in their graphic novel, so they added a long list of notes for those who want to dive deeper (e.g. GSSP, chronostratigraphic chart, biomass, technosphere, Paul Crutzen, neobiota, etc.).

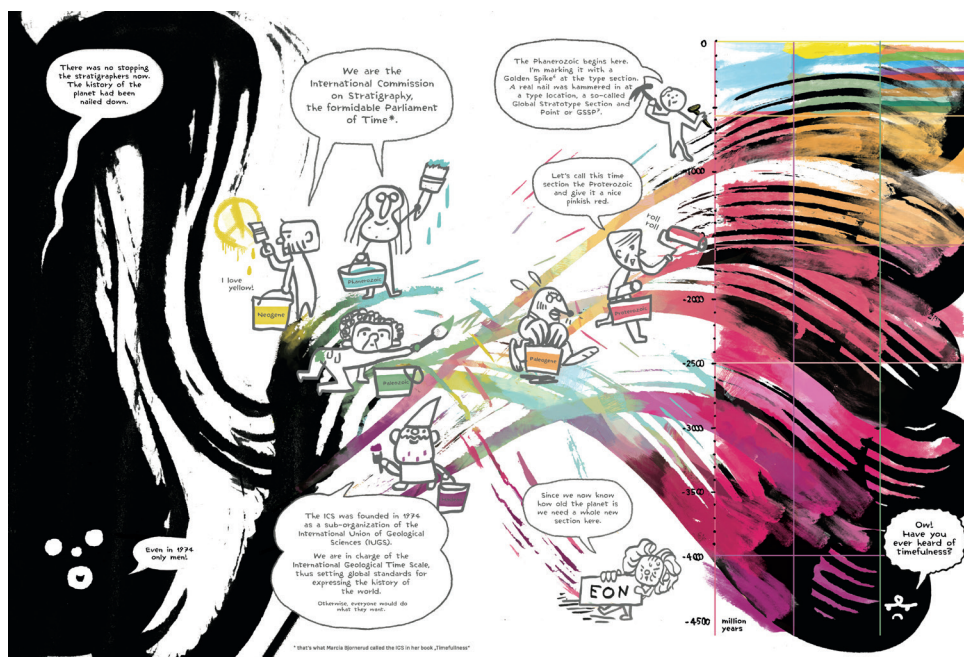


Figure 5: Members of the International Commission on Stratigraphy, the „Formidable Parliament of Time“, are trying to tame the extensive time of Earth history, by painting and nailing the chronostratigraphic chart. Colours are coded for distinct time intervals. The longest, the Precambrian (starting 4,5 million years ago and ending about 540 million years ago) is coded in red. See text for further explanation. (From *Taming Time*, illustration by Maki Shimizu, © Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023, licence CC BY-NC-ND)

33 “Students may recognise some parts of the graphic novel that deal with the Earth’s history, coral reefs, and the Anthropocene – topics that were frequently addressed by Leinfelder in his lectures. In this way, the graphic novel can be seen as a parting gift from Leinfelder, who has since retired from Freie Universität Berlin. The graphic novel is also a homage to Nobel prize winner Paul Crutzen (1933–2021), who coined the term ‘Anthropocene’ at a conference in 2000 when he claimed: ‘We no longer live in the Holocene! We live in the Anthropocene!’ and, in doing so, marked the beginning of a new chapter in Earth’s history.” (Pietschmann 2023)

5.1. Conceptual components

5.1.1 Characters

The characters in the novel are a blend of fictional and non-fictional figures, with the central character being 'Time' (used in a generic sense) (see fig. 1). Other, non-fictional characters include the Earthling, the Biosphere, the Technosphere (a character based on several papers of the Anthropocene working group, e.g. Waters et al. 2016, Zalasiewicz et al. 2016, 2017; see fig. 7) and the Golden Nails. Non-fictional characters are scientists, such as geologists from the early days of sedimentary stratigraphy, as well as all members of the Anthropocene Working Group, with special feature on the 'father of the Anthropocene' (and also an AWG member), nobel laureate Paul Crutzen³⁴. In addition, all living and non-living entities are brought to life, including Earth system changers such as chemical molecules, plants, animals, formal geological groups (represented as animated logos), sedimentary particles, and more.

5.1.2 Colour concept

The use of colours for the novel is based on the perspective of time. The time character is given the main voice that leads us through Earth history and the entire novel. Time is difficult to handle. The extremely long duration of Earth history (more than 4.5 billion years) makes division of time units necessary, which is based on the 'earthlings' (including the geologists') need for order and structure. At the beginning, the time character is untamed and wild. It appears black, or colourless. Only after scientists place it into a fixed colour grid (fig. 5) it appears in different colours based on the time interval explored in the novel. The grid is based on the colouring standards for different time units of the Earth history, as used in the formal chronostratigraphic chart of the International Union of Geological Sciences³⁵. These colours are commonly used in geological maps. The graphic novel uses these colours throughout the book, such as in the illustrated 'dioramas' of the Earth system changers, to represent the time unit of the scenarios. The standard colours for the various periods are red for the Precambrian, brown for the Devonian, green for the Carboniferous, blue for the Jurassic, orange-brown for the Palaeogene, and light brown to pinkish for the Holocene (see fig. 3). The time character loses its colour again when Paul Crutzen claims that humanity is no longer living in the Holocene, the most recent epoch on the geological timescale, but has entered a new epoch: the Anthropocene. Time remains uncertain, awaiting whether it will be assigned a new colour, depending on the formal ratification of the Anthropocene proposal (fig. 6).

34 Paul Crutzen passed away on Jan. 28, 2021; he was member of AWG until then.

35 <https://www.iugs.org/ics>, for last version of time chart see <https://stratigraphy.org/chart>

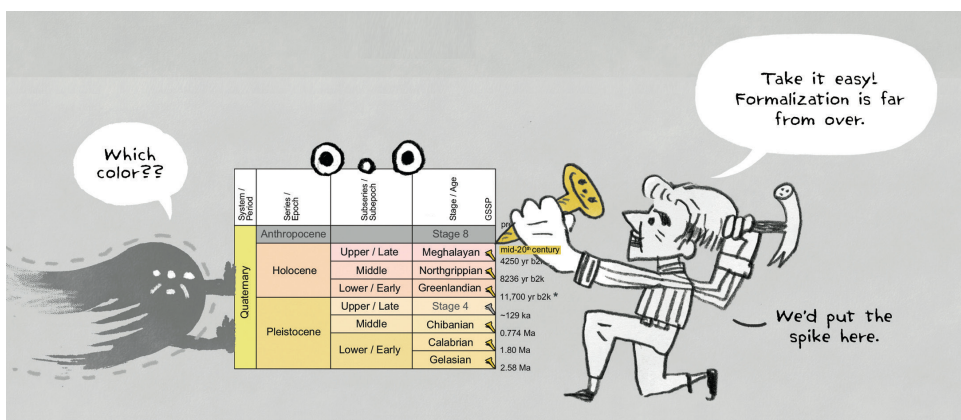


Figure 6. Part of the standardised chronostratigraphic time chart of the geologists, here its uppermost part. The Anthropocene is only tentatively shown so far, but does not yet have a defined colouring and a formal golden spike, but its formal definition has been suggested by the Anthropocene Working Group (AWG) of the International Stratigraphic Commission. The time character would also like to know its future colouring. The geologist to the right is the head of the AWG, Prof. Jan Zalasiewicz. (From *Taming Time*, illustration by Maki Shimizu, © Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023, licence CC BY-NC-ND)

5.1.3 Key elements and visual concept

Depending on the thematic focus, the content is presented in different visual styles. The Earth system changers, for example, were each presented as illustrated dioramas across double pages. Just like walking through a museum, the reader discovers the content in their own order. The pages cover both simultaneous and sequential aspects, as the viewer grasps the big picture at a glance, while the detailed content unfolds gradually.

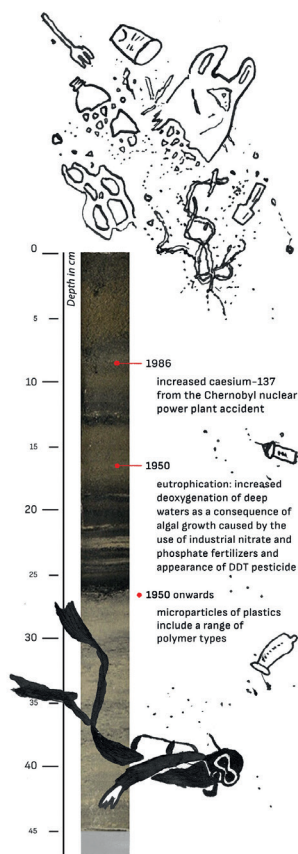
The graphic novel uses numerous, iconic infographics from various scientific studies and integrates them into the illustrated comic. The chronostratigraphic chart, the Great Acceleration curves, and the hockey stick are presented in a manner that is almost unchanged from the original. These visuals stand on their own and would not be enhanced by an adaptation for the target audience. The drill cores of the candidate sites have also been adopted as published in the work of the scientific teams (fig. 8) so that the transfer to the real world becomes obvious in a simple way. Other complex scientific graphics, such as the visualisation of the debate about the beginning of the Anthropocene or the table of various markers, were deconstructed and transformed into a visual narrative. This table, used in scientific papers, lists the various markers deposited in sediments. Scientists from the AWG are now searching for these markers to identify the new epoch (cf. Fig. 11 in Head et al. 2021). The detailed illustrations in the comic help make the extent of human-made impacts on the Earth system more tangible. Knowledge of these relevant markers is essential for understanding the criteria for GSSP.



Figure 7: The character of the modern technosphere in the Taming Time graphic novel, with all its 'personal' characteristics. Also note the size in comparison to the scared present biosphere (sizes are based on global mass characteristics, see text for more). (From Taming Time, illustration by Maki Shimizu, © Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023, licence CC BY-NC-ND)

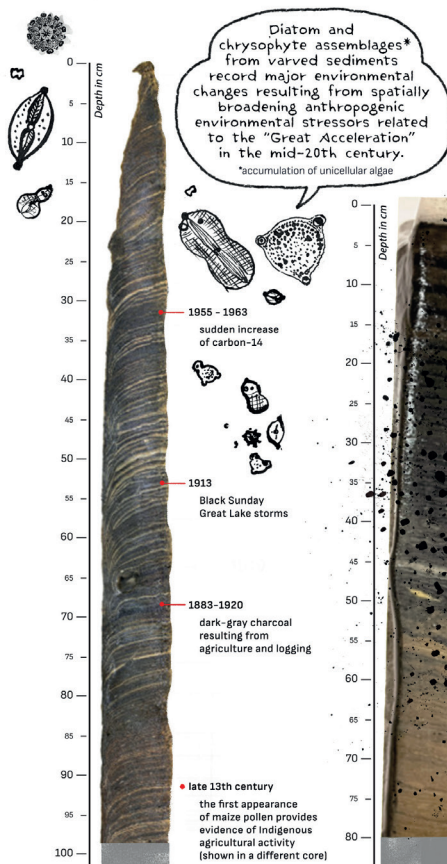
East Gotland Basin Baltic Sea

name – EMB201/7-4
length – 45 cm
time – 1840 - 2018



Crawford Lake Canada

name – CRW19-2FT-B2
length – 98 cm
time – 1820 - 2019



Shihailongwan Lake China

name – SHLW-maar
length – 80 cm
time – 1920 - 2020

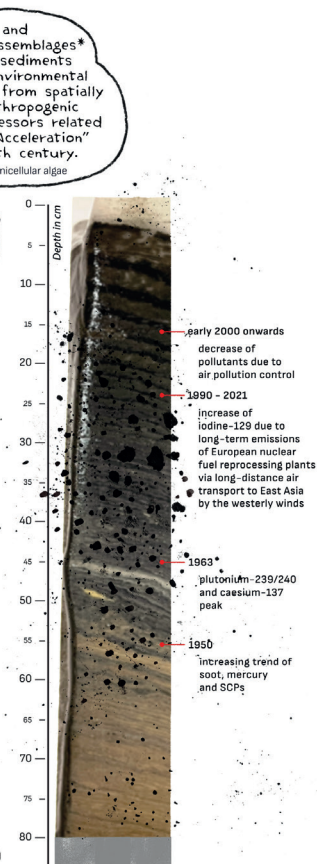


Figure 8: Drill cores from three of the 12 candidate sites which have been intensively studied for the formalisation of the Anthropocene Epoch by AWG. The Crawford Lake site was chosen as the best candidate for the formal definition. Core sample photographs are combined with animated drawn graphic novel elements. (From Taming Time, illustration by Maki Shimizu, © Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023, licence CC BY-NC-ND)

5.2 Chapters

The graphic novel is divided into several chapters. ‘Preface’ and ‘Epilogue’ place the human anthropocentric world view in a larger context: From the perspective of Time, which is traveling in completely different space and time scales, earthlings play a minor role, all of which is viewed from a certain distance, but benevolently. The concept of ‘deep time’ is already hinted at here.

At the beginning of the story, the character *Time* observes strange things happening on Earth: Earthlings hammer nails into the planet, which are labeled with odd names on the subsequent page. While it remains unclear what all of this exactly means, the story jumps to the year 2000, when Paul Crutzen announces to the puzzled geologists that he has another nail for them. The nail is labeled ‘Anthropocene’. What a shock for the geologists, who thought their work was finished and now must set out to find a suitable location for the new Golden Spike³⁶.

5.2.1 Chapter: “The Formidable Parliament of Time”

In the first chapter, “The Formidable Parliament of Time” (a name created by Bjornerud 2018 for the International Stratigraphic Commission; see fig. 5), the mystery is revealed. *Time* tells the story from its perspective, explaining how it was tamed by the earthlings and forced into a strict concept in which the Golden Nails play an important role. The story jumps to the year 1667 AD, stating the ideas of the Earth being created by God, then jumps to physician, naturalist, and priest Niels Stenson, better known as Nicolaus Steno, with references to W. v. Humboldt, who named Stenson the ‘father of geology’, and the Pope Paul II. (who canonised Stenson in 1988 as St. Nicolaus Steno), by explaining the fundamentals of relative time units, to continue to absolute age dating via isotopes with pioneers Holmes and Patterson. An important key moment follows on the next two pages. We see scientists from the International Commission on Stratigraphy (ICS) forcing time into a tight (colour) framework (see fig 5). Since the time chart, along with other iconic scientific graphics (such as the *Great Acceleration* graph), is so recognisable, it is followed by the actual ICS stratigraphic chart, which is surrounded by various playful elements, including the personalised ICS logo.

5.2.2 Chapter: “Earth System Changers”

The second chapter focuses on the “Earth system changers” (see fig. 4), which are designed as illustrated dioramas. The chapter introduces various actors responsible for significant changes in the Earth system, such as methane bacteria, which created an atmosphere and thereby enabled life on Earth. It ends with the introduction of the complex character of the biosphere which took all earth history to build up. The character comes to life and plays a central role as the story progresses.

36 To define a new chronostratigraphical unit of Earth history, geologists need to establish a formal reference section, known as a GSSP (Global Stratigraphic Section and Point). The base (the ‘point’) is especially crucial for its definition, and is often marked with a so-called Golden Spike. The term is borrowed from the history of the railway: After enormous effort and difficulties, construction work on the first transcontinental railway link in the USA was completed in 1849. The very last nail hammered into the railway track was a golden nail in Utah. It was intended to symbolise the joy of completion. The Golden Spike National Historic Park commemorates this today., see e.g. Leinfelder & Boldt (2023) and https://www.rom.on.ca/sites/default/files/2025-02/crawford_prospectus.pdf

5.2.3 Chapter “What Have We Done?”

The next chapter “What have we done?” focuses on the most recent Earth system player: humans. We see the impact of their actions on the biosphere over time. With the emergence of the technosphere, the biosphere faces increasing pressure and is gradually displaced. The technosphere itself is brought to life and forms a team with *Homo sapiens*. Together, they exploit the biosphere, enjoying the services it offers and dancing on an increasingly hot planet, which floats through space like a glowing disco ball. They perceive the collapsing biosphere merely as a spoilsport. The chapter also addresses the anthropogenic greenhouse effect, as created by the gigantic increase of energy consumption (Syvitzki et al. 2020; fig. 9), all of which is based on papers from the AWG. The chapter ends with a quote of Marcia Bjornerud, geologist and author of the bestseller *Timefulness*, riding on the time character and stating “Not only have we consumed all the available space, but also the work of Time” (see fig. 1).

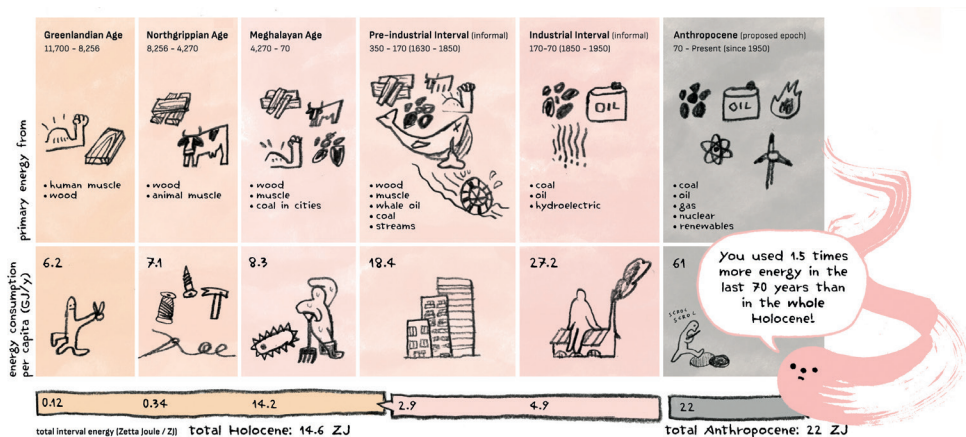


Figure 9: Types and increase of energy use through human times. Based on a complex research paper by the AWG (Syvitzki et al. 2020). The visual representation of the energy sources helps make the otherwise rather dry content a bit more digestible. Top: geological age names and their absolute dating in years. Bottom: energy consumption for age intervals (in Zettajoules, 1ZJ = 1021 Joule). (From Taming Time, illustration by Maki Shimizu, © Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023, licence CC BY-NC-ND)

5.2.4 Chapter “Anthropocene”

After this, it's time to take a closer look at the Anthropocene and the attempts to define it. The chapter “Anthropocene” begins with the thoughtful and emotional remarks by Paul Crutzen at the Assembly of the International Geosphere-Biosphere Program in 2000, along with his famous paper on the Anthropocene published in *Nature* in 2002. Paul's research findings are presented in the thought and speech bubbles of the character Time, who is reading his paper and concludes that this truly calls for the recognition of a new epoch. As Paul goes on with his writing he begins to feel increasingly concerned. The paper shows the so-called hockey stick curve of temperature change while Paul urges the scientific community

to take action. The task of researching the Anthropocene is passed on to the Anthropocene Working Group, whose members are introduced on the next double page. Initially, various suggestions for its beginning are explored, that are then ‘tamed’ by the *Great Acceleration* graphs, as explained by Will Steffen ³⁷, one of the leading researchers of the *Great Acceleration* and a member of the AWG. This leads to the conclusion that the Anthropocene begins with the onset of this acceleration, a point that even convinces the time character.

In the following pages, the definition of a Global Stratotype Section Point (GSSP) is explained, with stratotype and reference sections based on primary and secondary geological markers. In the case of the Anthropocene, secondary markers include new materials (‘technofossils,’ fig. 10), as well as a variety of biotic and geochemical markers. Plutonium-239 has emerged as the primary and most important marker of the new epoch, as the radioactive element can be found all around the globe, a sad legacy of the ‘Ivy Mike’ hydrogen bomb test in 1952.

5.2.5 Chapter “Candidates”

The final chapter focuses on the 12 candidates for the GSSP. These candidates are symbolised by golden nails, competing to be recognised by the AWG and then driven into the designated location. All of them present numerous human-made markers that can be found in the drill cores from the respective sites.

The comic features original photos of drill cores from all locations, including Antarctica, Australia, China, the Baltic Sea, Austria, the USA, Canada, and more (see fig. 8). It then reveals the ‘winner’ of the AWG’s vote: a drill core from the small Crawford Lake in Canada.

³⁷ Will Steffen passed away on Jan 29, 2023, and also was a member of AWG until then.

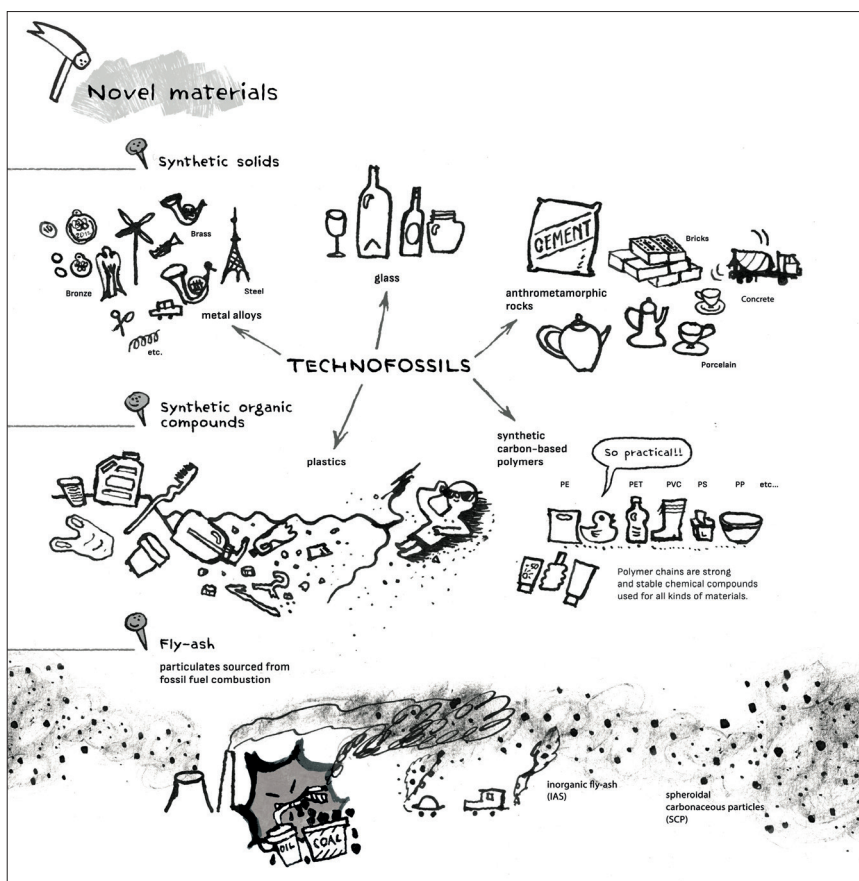


Figure 10: Novel materials, including ‘technofossils’, synthetic organic compounds, and industrial fly ash can—together with other sedimentary markers—be used for characterising, defining and subdividing the Anthropocene Epoch. (From *Taming Time*, illustration by Maki Shimizu, © Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023, licence CC BY-NC-ND)

5.2.6 Epilogue

In the epilogue, which deliberately only appears after the imprint, i.e. after some time has passed, a look into the future concludes the graphic novel. In a ‘time warp’ to the year 2100, three cartoon-like future scenarios are presented via images. First, we see the Technosphere’s vision of paradise, where humans have become independent of nature, yet still dependent on it. However, this comes at the expense of many who have neither jobs nor money, and at the cost of the Biosphere, which lies beneath a gravestone. The second scenario, an alternative ‘Bios’ paradise, portrays humans as caretakers of the Biosphere, working hard to nurture and maintain its health. The third scenario presents the ‘Earthling’s paradise’, where *Homo sapiens* lies in bed with both the Biosphere and Technosphere characters, declaring, “I love you both” (see fig. 2). However, Technosphere still harbors some doubts. The novel ends as it began, with the time character winking and saying, “Time will tell”.

However, on March 5th, 2024, the Subcommittee on Quaternary Stratigraphy (SQS) and the entire International Stratigraphic Commission (ICS) unexpectedly rejected the AWG proposal. As a result, an additional double page was added to the second edition of the graphic novel, featuring the Time character exclaiming, “What?! I can’t believe we’re back in the Holocene!” Statements from the SQS and ICS icon characters, along with a comment from the head of the AWG, Jan Zalasiewicz, are also included.³⁸

6. Conclusions and outlook

The examples above illustrate how image-based ‘slow media’ have great potential to enhance understanding of future challenges and the necessity of addressing them. The concept of the Anthropocene is particularly well-suited for such ‘translations’ of complex topics into images. It emphasises the interconnectedness of everything, highlights the need for a systemic perspective, and examines humanity within the context of the Earth system. It can also help break down black-and-white thinking, which often leads to self-excuses for inaction, particularly when it comes to time-related issues. This is why a deeper understanding of time and its dynamics is so crucial.

Imagination is a valuable tool and especially needed to tackle future-related challenges. It allows us to connect with the world and feel part of it. It can also be trained by envisioning the past in Earth’s history. Images play a key role in this process, as we begin receiving information visually from an early age. Understanding images requires mental engagement, which gives them a ‘self-participative’ quality.

Imagination can be cultivated through children’s books, which increasingly address societal and Earth system issues. The book *WErde wieder wunderbar* for children aged 8 and up (Laibl & Jegelka 2022) is likely the first to explore the Anthropocene for this age group. It combines a picture-based textbook with a comic-strip narrative throughout the book in a highly effective way. Science comics and graphic science novels—the distinction between the two is often blurred—have a unique potential for tackling complex topics, not just the Anthropocene, and can be used in secondary schools as well as for lifelong learning. For many of the examples mentioned in this paper, additional teacher manuals and teaching materials have been created to support their use in educational settings.

The science graphic novel *Taming Time* (Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023) is primarily aimed at students and an adult audience from around the age of 16, making it suitable for further education and lifelong learning. Highly visual and narrative formats can encourage engagement with complex topics by opening a previously largely untapped door. Engaging design and exciting stories can make topics that may be perceived as unattractive or complicated more accessible. Complex research topics can be presented more easily without dimi-

38 Besides the additional graphic double page (with parts of the AWG statement given in the Smithsonian Magazine of April 18, 2024 (<https://www.smithsonianmag.com/smithsonian-institution/what-myths-about-the-anthropocene-get-wrong-180984181/>)), three subsections were added to the literature section of the Graphic Novel: section Proposal, (including links to download the full version of the AWG proposal), subsection IUGS/ICS refusal of the AWG-Proposal and subsection Selection of Rebuttals by AWG. Both editions of the Graphic Novel can be downloaded as open access flatscreen e-books via <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/40896.2>

nishing their complexity. For example, a better understanding of time scales and dynamics is crucial for actively and creatively addressing future challenges—whether on a personal, regional, or global level—in an open and interconnected way.³⁹

Literature

Primary sources

- Hamann, A., Leinfelder, R., Trischler, H. & Wagenbreth, H. (eds.) (2014a). *Anthropozän. 30 Meilensteine auf dem Weg in ein neues Erzeitalter. Eine Comic-Anthologie*. In Kooperation mit einer Illustratorenklasse der Universität der Künste Berlin. Verlag Deutsches Museum, München.
- Hamann, A., Zea-Schmidt, C. & Leinfelder, R. (eds.) (2014b). *The Great Transformation. Climate—Can We Beat the Heat? Graphic Interviews with the German Advisory Council on Global Change (WBGU)*. German Advisory Council on Global Change (WBGU), Berlin, Open Access download for English version: <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/the-great-transformation#sektion-downloads>
- Hamann, A., Leinfelder, R. & Shimizu, M. (2024, 2nd ed.). *Taming Time. A Golden Spike for the Anthropocene*. A Science Graphic Novel. E-Book, Refubium Open Access-Server, Freie Universität Berlin, <http://dx.doi.org/10.17169/refubium-40617.2> (also for 1st Ed, 2023).
- Laibl, M. & Jegelka, C. (2022). *WErde wieder wunderbar. 9 Wünsche fürs Anthropozän. Ein Mutmachbuch*. Mit einem Geleitwort von R. Leinfelder. Edition Nilpferd im G&G-Verlag.
- Leinfelder, R., Hamann, H., Kirstein, J. & Schleunitz, M. (eds.) (2016). *Eating Anthropocene. Curd Rice, Bienenstich and a Pinch of Phosphorus—Around the World in Ten Dishes*. Springer.
- Trégarot, E., Allegri, E., Cabrito, A., Casal, G., Cardoso, G., Cornet, C., D’Olivo, J.-P., Deane, K., de Juan, S., Heiss, G., Kersting, D., Leinfelder, R., O’Leary, B., Simeoni, C., Vergotti, M., Furlan, E., Garrit, L. & Pato Conde, P. (2024). *Waves of Hope*. Science Graphic Novel, e-book, Macobios-Project, open access: <https://macobios.eu/prp/other-products/#ComicBook>
- WBGU (German Advisory Council on Global Change) & Hamann, A. (2016). *The urban planet. How cities save our future*. WBGU. <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/der-urbane-planet#sektion-downloads>

39 Note: this English paper is in part a synthesis of earlier papers published in German in this series (e.g. Leinfelder 2020a,b, 2022, 2023, but also includes many new aspects, such as the importance of time and its dynamics. This is treated in greater detail in chap. 5 by focusing on the graphic science novel *Taming Time* (Hamann et al. 2024) which represents a different slow-media format as compared to more classical science comics. All figures used in this paper were chosen with intention from this graphic science novel (graphic artist is Maki Shimizu). Other figures of importance have been published earlier and are referenced in the text or in the footnotes.)

Secondary sources

- Aman, R & Wallner, L. (eds.) (2022). *Teaching with Comics Empirical, Analytical, and Professional, Experiences* /322 pp). Palgrave Macmillan.
- Bibri, S.E. (2018). Backcasting in futures studies: a synthesized scholarly and planning approach to strategic smart sustainable city development. *European Journal of Futures Research*, 6 (13), <https://doi.org/10.1186/s40309-018-0142-z>
- Bjornerud, M. (2018). *Timefulness. How Thinking like a Geologist can help save the World*. Princeton University Press.
- Dziedziewicz, D. & Karwowski, M. (2015). Development of Children's Creative Visual Imagination: A Theoretical Model and Enhancement Programmes. *Education 3–13*, 43, 382–392. <https://doi.org/10.1080/03004279.2015.1020646>
- Fibiger, L., Ahlström, T., Meyer, C. & Smith, M. (2023). Conflict, violence, and warfare among early farmers in Northwestern Europe.- *PNAS*, 120/4 e2209481119, <https://doi.org/10.1073/pnas.2209481119>
- Hangartner, U., Keller, F. & Oechslin, D. (eds.) (2013). *Wissen durch Bilder. Sachcomics als Medien von Bildung und Information*. Transcript.
- Head, M.J., Steffen, W., Fagerlind, D., Waters, C.N., Poirier, C., Syvitski, J., Zalasiewicz, J.A., Barnosky, A.D., Cearreta, A., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J.R., Rose, N.L., Summerhayes, C., Wagerich M., & Zinke, J. (2021). The Great Acceleration is real and provides a quantitative basis for the proposed Anthropocene Series/Epoch *Episodes*, 18 pp., IUGS, doi.org/10.18814/epiugs/2021/021031
- Kordaß, F. & Hamann, A. (2025). „Comics können auch seriös“ – Interview mit Alexandra Hamann. <https://www.wissenschaftskommunikation.de/comics-koennen-auch-serioes-82269/>
- Krause, J., Leinfelder, R. & Mende, J. (2017). The Anthropocene Kitchen. In N. van der Meulen & J. Wiesel (eds.), *Culinary Turn. Aesthetic Practice of Cookery* (pp. 39–46). Transcript. <https://www.jstor.org/stable/pdf/j.ctv1wxt0c.6.pdf>
- Leinfelder, R. (2010). Biodiversität und Ökonomie. Wir lieben nur was wir kennen. *Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung*, 31.01. 2010.
- Leinfelder, R. (2013). Assuming Responsibility for the Anthropocene: Challenges and Opportunities in Education. In H. Trischler, H. (ed.), *Anthropocene—Envisioning the Future of the Age of Humans*, RCC-Perspectives, 2/2013, 9–18. (Rachel Carson Center). doi.org/10.5282/rcc/5603
- Leinfelder, R. (2016a). Anthropozän: Die Wissenschaft im Dialog mit Politik und Gesellschaft? – Ein Zwischenbericht. *Der Anthropozäniker*, Scilogs, Spektrum, <https://scilogs.spektrum.de/der-anthropozaeniker/anthropozaen-dialog/>
- Leinfelder, R. (2016b). Vom Parasitismus zur Symbiose. Zu den Hauptebenen des Anthropozän-Konzeptes. *Politik & Kultur* 16 (3), 20, <https://www.kulturrat.de/wp-content/uploads/2016/04/PK-03-2016.pdf>
- Leinfelder, R. (2016c). Das Haus der Zukunft (Berlin) als Ort der Partizipation. In R. Popp, N. Fischer, M. Heiskanen-Schüttler, J.Holz, J. & A.Uhl, (eds.), *Einblicke, Ausblicke, Weitblicke. Aktuelle Perspektiven der Zukunftsforschung* (pp. 74–93), LIT-Verlag.

- Leinfelder, R. (2017). „Die Erde wie eine Stiftung behandeln“ – Ressourcenschutz und Rohstoffeffizienz im Anthropozän. In DWA-BW (ed), Tagungsband 2017, *Im Dialog: Phosphor-Rückgewinnung: Phosphor – Ein kritischer Rohstoff mit Zukunft*, 3. Kongress Phosphor, pp. 11–25, doi: op.acc.: <http://dx.doi.org/10.17169/refubium-33258>
- Leinfelder, R. (2018). Nachhaltigkeitsbildung im Anthropozän – Herausforderungen und Anregungen. In LernortLabor – Bundesverband der Schülerlabore e.V. (eds.), *MINT-Nachhaltigkeitsbildung in Schülerlaboren – Lernen für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Gesellschaft* (p. 130–141). LernortLabor, pdf version: <https://tinyurl.com/RL-Lela> bzw. https://www.lernortlabor.de/downloads/LeLa_MINTub-Brosch%C3%BCre_2018_download.pdf
- Leinfelder, R. (2020a). Das Anthropozän – mit offenem Blick in die Zukunft der Bildung. In C. Sippl, E. Rauscher & M. Scheuch (eds.), *Das Anthropozän lernen und lehren* (pp. 17–65). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 9). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.130>
- Leinfelder, R. (2020b). Von der Umwelt zur Unswelt. Das Potenzial des Anthropozän-Konzeptes für den Schulunterricht. In Ch. Schörg, Ch. & C. Sippl, C. (eds.), *Die Verführung zur Güte. Beiträge zur Pädagogik im 21. Jahrhundert. Festschrift für Erwin Rauscher* (pp. 81–97). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 8). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.140>
- Leinfelder, R. (2022). „Auch Maschinen haben Hunger“. Biosphäre als Modell für die Technosphäre im Anthropozän. In C. Sippl & E. Rauscher (eds.), *Kulturelle Nachhaltigkeit lernen und lehren* (pp. 489–521). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 11). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.110>
- Leinfelder, R. (2023). Die Zukunft als Skalen- und Perspektivenproblem. Tiefenzeit-Einsichten, Szenarien und Partizipation als Grundlage für *Futures Literacy*. In C. Sippl, G. Brandhofer & E. Rauscher (eds.), *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren* (pp. 35–60). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- Leinfelder, R., Hamann, A. & Kirstein, J. (2015). Wissenschaftliche Sachcomics: Multimodale Bildsprache, partizipative Wissensgenerierung und raumzeitliche Gestaltungsmöglichkeiten. In H. Bredekamp & W. Schäffner (eds.), *Haare hören – Strukturen wissen – Räume agieren. Berichte aus dem Interdisziplinären Labor Bild-Wissen-Gestaltung* (pp. 45–59). Transcript. <http://www.transcript-verlag.de/978-3-8376-3272-9/haare-hoeren-strukturen-wissen-raeume-agieren>
- Leinfelder, R., Hamann, H., Kirstein, J & Schleunitz, M. (eds.) (2017). *Science meets Comics. Proceedings of the Symposium on Communicating and Designing the Future of Food in the Anthropocene*. doi: 10.5281/zenodo.556383
- Leinfelder, R. & Hamann, R. (2019). Das WBGU-Transformations-Gutachten als Sachcomic – ein neuer Wissenstransferansatz für komplexe Zukunftsthemen? In C. Heydenreich (ed.), *Comics & Naturwissenschaften* (pp. 127–147). Bachmann-Verlag.
- Leinfelder, R. & Boldt, B. (2023). *Chronicle of a Catastrophe Foretold. How Crawford Lake in Canada is keeping a record of humanity's impact on the natural world – interview with geologist Reinhold Leinfelder*. Campus 2023, Freie Universität Berlin, <https://www.fu-berlin.de/en/featured-stories/campus/2023/anthropocene-crawford-lake/index.html>

- Leinfelder, R. & Sippl, C. (2023). CNL & Anthropozän. Welche Impulse bietet das Anthropozän als Denkraum für CultureNature Literacy? In C. Sippl & B. Wanning (eds.), *CultureNature Literacy (CNL). Key competences for shaping the future in the Anthropocene. A manual for theory-practice transfer in schools and universities* (pp.41–49). University College of Teacher Education Lower Austria). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2023.a1.210>
- McCloud, S. (2006). *Making Comics: Storytelling Secrets of Comics, Manga and Graphic Novels*. Turtleback Publ.
- Mikota, J. & Sippl, C. (eds.) (2024). *Ökologische Kinder- und Jugendliteratur. Grundlagen – Themen – Didaktik*. Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 15). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2024.a1.120>
- Nikolova, B. (2021). The Science Fiction—Futures Studies Dialogue: Some Avenues for Further Exchange. *Journal of Futures Studies* 2021, 25(3) 93–98, DOI: 10.6531/JFS.202103_25(3).0009
- Niland, A. (2023). Picture Books, Imagination and Play: Pathways to Positive Reading Identities for Young Children. *Educ. Sci.* 2023, 13, p. 511. <https://doi.org/10.3390/educsci13050511>
- Pietschmann, C. (2023). “Taming Time”—Writing a New Chapter in Earth’s History. Freie Universität professor, Reinhold Leinfelder, gives time a voice in his “science graphic novel”. Featured Stories about Freie Universität Berlin, <https://www.fu-berlin.de/en/featured-stories/research/2023/taming-time/index.html>
- Silaban, R.L.S., Siadari, S.M. & Butar-Butar, M.L.E.F. (2024). Building Creativity and Imagination in Early Childhood through Picture Story Books. *Jurnal Talitakum*, 3(1), 33–44. <https://doi.org/10.69929/talitakum.v3i1.13>
- Sippl, C. (2023). Anthropozän – zwischen Antizipation und Apokalypse. Zukünftebildung in der Primarstufe mit dem Bilderbuch. In C. Sippl, G. Brandhofer & E. Rauscher (eds.), *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren* (pp. 207–223). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- Sippl, C. & Tengler, K. (2024). Hat das Märchen eine Zukunft? Futures Literacy in intermedialer Vermittlung: eine Lesson Study. In V. Maurer, M. Rieckmann & J.-R.Schluchter (rds.), *Medien – Bildung – Nachhaltige Entwicklung – Inter- und transdisziplinäre Diskurse* (pp. 128–143). Beltz Juventa.
- Sousanis, N. (2015). *Unflattening*. Harvard University Press.
- Steffen, W., Leinfelder, R., Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Williams, M., Summerhayes, C., Barnosky, A. D., Cearreta, A., Crutzen, P., Edgeworth, M., Ellis, E. C., Fairchild, I. J., Galuszka, A., Grinevald, J., Haywood, A., Sul, J. I. d., Jeandel, C., McNeill, J.R., Odada, E., Oreskes, N., Revkin, A., Richter, D. d. B., Syvitski, J., Vidas, D., Wagerich, M., Wing, S. L., Wolfe, A. P. & Schellnhuber, H.J. (2016). Stratigraphic and Earth System Approaches to Defining the Anthropocene. *Earth’s Future*, 4 (8), 324–345, DOI:10.1002/2016EF000379
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Schellnhuber, H.J., Pauline Dube, O.P., Dutreuil, S., Lenton T.M. & Lubchenco, J. (2020). The emergence and evolution of Earth System Science. *Nat Rev Earth Environ*, 1, 54–63. <https://doi.org/10.1038/s43017-019-0005-6>
- Steinmüller, K. (1995). *Gestaltbare Zukünfte. Zukunftsforschung und Science Fiction. Abschlussbericht. Projekt Gestaltbare Zukünfte, Werkstattbericht 13*, <https://steinmuller.de/de/zukunftsforschung/downloads/WB%2013%20Science%20Fiction.pdf>

- Syvitski, J., Waters, C.N., Day, J., Milliman, J.D., Summerhayes, C., Steffen, W., Zalasiewicz, J., Cearreta, A., Galuszka, A., Hajdas, I., Head, M.J., Leinfelder, R., McNeill, J.R., Poirier, C., Rose, N., Shotyk, W., Waple, M. & Williams, M. (2020). Extraordinary human energy consumption and resultant geological impacts beginning around 1950 CE initiated the proposed Anthropocene Epoch. *Communications Earth & Environment*, doi: 10.1038/s43247-020-00029-y
- Wagenbreth, H. (ed.) (2023). *Bilder schreiben, Wörter zeichnen. Was wir mit Illustrationen machen können*. Peter Hammer Verlag.
- Waters, C.N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A.D., Poirier, C., Galuszka, A., Cearreta, A., Edgeworth, M., Ellis, E.C., Ellis, M., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J.R., Richter, D. de B., Steffen, W., Syvitski, J., Vidas, D., Waple, M., Williams, M., Zhis-heng, A., Grinevald, J., Odada, E., Oreskes, N. & Wolfe, A.P. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science*, 351 no. 6269, DOI: 10.1126/science.1225422
- Waters, C.N., Williams, M., Zalasiewicz, J., Turner, S.D., Barnosky, A.B., Head, M.J., Wing, S.L., Waple, M., Steffen, W., Summerhayes, C.P., Cundy, A.B., Zinke, J., Fialkiewicz-Kozel, B., Leinfelder, R., Haff, P.K., McNeill, J.R., Rose, N.L., Hajdas, I., McCarthy, F.M.G., Cearreta, A., Galuszka, A., Syvitski, J., Han, Y., An, Z., Fairchild, I.J., Ivar do Sul J.A. & Jeandel, C. (2022). Epochs, events and episodes: marking the geological impact of humans. *Earth-Science Reviews*, 231, 104171, doi: 10.1016/j.earscirev.2022.104171
- WBGU (German Advisory Council on Global Change) (1993). *Basic Structure of Global Human-Environment Relationships, Flagship report*, https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg1993/pdf/wbgu_jg1993_engl.pdf
- Wulf, A. & Hanselle, R. (2019). Interview. „Wir schützen, was wir lieben“. *Magazin Humboldt Forum*, <https://www.humboldtforum.org/de/magazin/artikel/wir-schuetzen-was-wir-lieben/>
- Zalasiewicz, J., Waters, C.N., Ivar do Sul, J., Corcoran, P.L., Barnosky, A.D., Cearreta, A., Edgeworth, M., Galuszka, A., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J.R., Steffen, W., Summerhayes, C., Waple, M., Williams, M., Wolfe, A.P. & Yonan, Y. (2016). The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene. *Anthropocene*, 13, 4–17. DOI: 10.1016/j.ancene.2016.01.002
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Waters, C.N., Barnosky, A.D., Palmesino, J., Rönnskog, A.S., Edgeworth, M., Neil, C., Cearreta, A., Crutzen, E., Fairchild, I.J., Grinevald, J., Haff, P., Ivar do Sul, J.A., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J.R., Odada, E., Oreskes, N., Price, S.J., Revkin, A., Steffen, W., Summerhayes, C., Vidas, D., Wing, S., & Wolfe, A.P. (2017). Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective. *The Anthropocene Review*, 4 (1), 9–22, doi:10.1177/2053019616677743
- Zalasiewicz, J., Waters, C.N., Ellis, E.C., Head, M.J., Vidas, D., Steffen, W., Adeney Thomas, J., Horn, E., Summerhayes, C.P., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Galuszka, A., Williams, M., Barnosky, A.D., Richter, D. deB., Gibbard, P.L., Syvitski, J., Jeandel, C., Cearreta, A., Cundy, A.B., Fairchild, I.J., Rose, N.L., Ivar do Sul, J.A., Shotyk, W., Turner, S., Waple, M., Zinke, J. (2021). The Anthropocene: comparing its meaning in geology (chronostratigraphy) with conceptual approaches arising in other disciplines. *Earth's future*, EFT2777, doi: 10.1029/2020EF001896
- Zechlin, R. (ed.) (2015). *Wie leben? Zukunftsbilder von Malewitsch bis Fujimoto*. Wienand.

List of Figures

Figure 1–10: From *Taming Time*, illustrations by Maki Shimizu, © Hamann, Leinfelder & Shimizu 2023, licence CC BY-NC-ND, <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/40896.2>

IV.

**Wissenschaftsbildungspraxis
für die Zukunft**

Die Vierfalt der Weltverantwortung

Lernen und Lehren für nachhaltige Zukünfte im Anthropozän

1. Einleitung: Zukunftswelten im Anthropozän

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) zielt darauf ab, kognitive, affektive und konative Dimensionen des Lernens miteinander zu verbinden. Zukunftsbildung erweitert diesen Ansatz um die imaginative Dimension: Sie fördert die Fähigkeit, sich alternative Zukünfte vorzustellen und aktiv mitzugestalten. Im Kontext der Umweltbildung im Anthropozän gewinnt das Verständnis der Mensch-Natur-Beziehung als wechselseitiges Gefüge zentrale Bedeutung. Dabei gilt es, Natur nicht als distanzierte *Umwelt* oder beiläufige *Mitwelt* zu begreifen, sondern als *Unswelt* – ein Lebensraum, in dem der Mensch integraler Bestandteil eines größeren Ganzen ist. Das Anthropozän, das ‚Erdzeitalter des Menschen‘, ist eine schulpädagogische Herausforderung, insofern es Fächergrenzen sprengt und zur Entwicklung von ganzheitlichen, lösungsorientierten Zukunftsszenarien einlädt. Die *Unswelt* wird so zur *Wirwelt* der Schule – zu einem pädagogischen Raum gelebter Mitverantwortung. Dieser Beitrag setzt das Weltverständnis im Anthropozän in Bezug zur Aufgabe der Schule, wissenschaftliche Erkenntnisse in die Sprache des Unterrichts zu transformieren. Durch einen kultur- und philosophiegeschichtlichen Blick auf die Zahl Vier setzt er schließlich *Umwelt*, *Mitwelt*, *Wirwelt* und *Unswelt* in Relation zu den vier Lernaspekten, um sie in Lehr-/Lernkontexte übersetzbar zu machen.

2. Weltverständnis im Anthropozän

2.1 Alles hängt mit allem zusammen

Die Komplexität des Planeten Erde ist enorm. Sie ergibt sich aus dem Zusammenspiel seiner interagierenden Sphären, wie Erdkern, unterer Erdmantel, Asthenosphäre, Lithosphäre, Pedosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre. Aus der Biosphäre entwickelten sich vor etwa drei Millionen Jahren auch die Menschen, heute nur *Homo sapiens*, der – seit den 1950er-Jahren quasi exponentiell zunehmend – die Erde durch seine Nutzung mittlerweile dermaßen geändert hat, dass die Erdsystemwissenschaften dem Erdsystem nun auch eine weitere Sphäre, die Anthroposphäre (WBGU 1993), hinzugefügt haben. Diese umfasst nicht nur die verschiedenen Soziosphären, also alle Aspekte unseres gesellschaftlichen Handelns, sondern auch die Technosphäre, letztere bestehend aus den Produkten und überlieferungsfähigen Relikten dieses Handelns, also insbesondere der technischen Produkte und Spuren der Menschheit (u. a. Waters 2016, Zalasiewicz et al. 2017, Syvitzki et al. 2020, Galbraith et al. 2025).

Um die Komplexität der Erde sowie unseres gesellschaftlichen Handelns verstehen, handhaben und nutzen zu können, erfanden wir Menschen im Wesentlichen eine Sektoralisierung von Zuständigkeiten. So sind nun nicht nur Wissenschaften, Bildung, Behörden, Ministerien etc. in Disziplinen bzw. Zuständigkeitsbereiche aufgeteilt, sondern im Prinzip auch die ganze Welt, bestehend aus Landkreisen, Städten, Bezirken und Staaten. Selbst die Meere wurden in verschiedene Zonen mit unterschiedlichen Zuständigkeitsbereichen unterteilt, etwa die Küstenzonen und 200-Meilen-Zonen, die an die angrenzenden Staaten und Inseln angeschlossen sind, aber auch die Hohe See, mit annähernd kompletter Freiheit, sowie das „Gebiet“, also der Meeresboden der Hohen See, die prinzipiell der gesamten Menschheit „gehört“ (WBGU 2013).

Da allerdings in der Welt, insbesondere in der heutigen ‚anthropozänen‘ Welt, alles mit allem zusammenhängt, müssen auch die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen den Sektoren berücksichtigt werden, was uns aber deutlich schwerer fällt. Die Erdsystemwissenschaften – selbst aus vielen einzelnen Fachdisziplinen bestehend – versuchen, das vorhandene Wissen insbesondere der Naturwissenschaften im Kontext des Erdsystems seit etlicher Zeit aber auch die Auswirkungen der Eingriffe des Menschen auf die Erde zu dokumentieren und in ihrer Ganzheit zu verstehen; aus ihnen erwuchs auch der Begriff des Anthropozäns (durch den Atmosphärenforscher Paul Crutzen, vgl. Crutzen & Stoermer 2000, Crutzen 2002). Aber auch andere Wissenschaftsbereiche verwenden derartige Dachbegriffe, um Disziplinen zu bündeln (etwa Kulturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften). Staatenbünde, wie etwa die EU, sowie multinationale Abkommen, etwa der UN, versuchen trotz der Souveränität von Nationalstaaten etwa im Bereich der weltweiten Überfischung, aber auch bei der Nutzung von Tiefseebodenschätzen, bei der Klima- und Umweltkrise (IPCC ¹, IPBES ² etc.), mehr oder weniger weit übergreifend gemeinsam agieren und regeln zu können, dazu stellten sie u. a. auch die Regeln zum Völkerrecht ³ auf (siehe hierzu u. a. Leinfelder 2017b, Leinfelder et al. 2024, Conversi et al. 2023, Conversi 2025⁴). All dies gelingt aber längst nicht immer zufriedenstellend, da es keine für alle gültigen Verpflichtungen zu diesem gemeinsamen Handeln gibt.

2.2 Wem gehört die Welt?

Hinter all dem oben Geschilderten steht auch die bis dato eher theoretische Frage „Wem gehört die Welt?“, die sich so nicht direkt beantworten lässt, bzw. niemand beantworten möchte, denn Besitzstände an dieser einen Welt sind ein Produkt unserer kulturellen Entwicklung, wobei insbesondere auch kriegerische Handlungen dazuzählen, die zum heutigen Staatengebilde geführt haben. Alles begann damit, dass wir, wie andere Lebewesen auch, von der Natur leben, uns aber auch vor dieser Natur schützen mussten. Beim Menschen kam aber zunehmend unsere Kultur dazu, sie führte uns zuerst zur Nutzung von Feuer,

1 IPCC: The Intergovernmental Panel on Climate Change, siehe <https://www.ipcc.ch>

2 IPBES: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, siehe <https://www.ipbes.net>

3 <https://www.un.org/ruleoflaw/thematic-areas/international-law-courts-tribunals/>

4 Siehe hierzu auch den Blogpost <https://scilogs.spektrum.de/der-anthropozoeniker/wem-gehoert-die-erde/> (5.3.2025).

zur Erstellung von Waffen, Fellkleidung etc., dann aber auch zur aktiven zusätzlichen Nahrungsproduktion durch Sesshaftwerden und Betreiben von Ackerbau und Viehzucht. Dies ermöglichte uns dann wiederum, auch in Bereiche vorzudringen, in welchen die klimatischen Bedingungen es zwar nicht erlaubten, während des ganzen Jahres Landwirtschaft zu betreiben, wo man aber von den in den hochproduktiven Jahreszeiten angehäuften Vorräten auch im Winter leben konnte. Dazu allerdings musste man seinen ‚Besitz‘ auch vor tierischen ‚Räubern‘ (Mäuse, Ratten, Füchse, Wölfe etc.) etwa durch Haustierzucht (Katzen, Hunde) und vor menschlichen Räubern durch die Entwicklung von Waffen verteidigen, um überleben zu können. Man lebte also weiter von der Natur, nun in einem weit größeren Ausmaß (z. B. Leinfelder 2022), musste sich nun jedoch nicht nur vor der Natur schützen, sondern auch vor anderen Bedrohungen. Besitz, Eigentum, Clans, bewaffnete Auseinandersetzungen, Kriege für bzw. gegen Beutezüge waren geboren, der Rest ist bekannt.

2.3 Herausforderungen

Im Anthropozän haben sich die Wechselwirkungen zwischen allen diesen irdischen Teilbereichen nicht nur enorm verstärkt und beschleunigt, sondern eben auch so verschoben, dass unsere Erde nicht mehr wunderbar⁵ ist. Die vor allem durch den ‚westlichen‘ Lebensstil verursachte Übernutzung der Natur-Ressourcen sowie die immense menschliche Umgestaltung fast aller Naturbereiche führte zu einem Ausmaß an anthropogenen Klima- und Umweltänderungen, welche die natürlichen Schwankungsbreiten teilweise bereits um ein Vielfaches überschreiten bzw. überschreiten werden. So werden auch Extremwetterereignisse eine zunehmend höhere Gefährdung darstellen. All dies müsste doch ein ‚Weiter-wie-bisher‘ eigentlich klar ausschließen. Von der Natur zu leben, aber auch sich vor ihr zu schützen, kann heute nur bedeuten, die Natur so zu nutzen, dass auch alle nachfolgenden Generationen ein gutes Leben haben können. Es könnte helfen, die Erde als Stiftung anzusehen, von deren Erträgen man dauerhaft gut leben kann, sofern wir nicht das Stiftungskapital, also die Funktionalität eines uns mittragenden Erdsystems, angreifen (z. B. Leinfelder 2017a, 2022). Würde derartiges umgesetzt, schützte man sich gleichzeitig auch vor der Natur, etwa vor der Zunahme von Extremwetterereignissen, aber auch vor der Abnahme von Fruchtbarkeiten und Schädlingsresistenzen, Zunahme umweltbedingter Krankheiten und Sterbefälle, und vielem mehr. Nur so können wir ein *WErde wieder wunderbar* erreichen (siehe Fußnote 5). Dazu ist allerdings nicht nur eine bessere Kenntnis und Reflexion des heutigen Erdsystemzustands im Anthropozän notwendig, sondern auch ein Angehen von Herausforderungen, wie wir sie (nicht nur, v. a. aber) in unseren westlichen Überfluggesellschaften sehen. Also weg von falschen Dualismen (‚richtig ODER falsch‘, ‚Natur ODER Kultur‘) und falschen Problemrankings (‚Was ist schlimmer? Ökologische Krise ODER Klimakrise?‘), weg von der Relativierung von Problematiken, von pauschalen Schuldzuweisungen an einzelne Gruppen, auch weg vom Warten auf eine Rettung durch Superheld*innen, nach dem Motto ‚Uns wird schon noch was ganz Tolles einfallen‘, aber natürlich auch weg

5 Bewusste Anlehnung an das in Kooperation mit der PH NÖ erstellte Kinderbuch *WErde wieder wunderbar. 9 Wünsche fürs Anthropozän. Ein Mutmachbuch* (Laibl, Jegelka & Leinfelder 2023) und den vielen Bildungsressourcen dazu, siehe <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/forschung-und-entwicklung/anthropozan/mutmachbuch>.

von Zynismus und Fatalismus (Leinfelder 2020b). Von besonderer Wichtigkeit ist auch eine „Zeitbewusstheit“ („Timefulness“, *sensu* Bjørnerud 2018, siehe auch Leinfelder & Hamann in diesem Band) und dabei insbesondere ein deutlich verbessertes Verständnis von Zeitdynamiken, da eben der heutige Zeitablauf der *Großen Beschleunigung* (Steffen et al. 2016, Head et al. 2021, 2025) keinesfalls mit den allermeisten Zeitlichkeiten von Veränderungen in der Erdgeschichte verglichen werden kann (Leinfelder 2023), was eben auch wieder zur oben angesprochenen Ranking-Problematik führt („erst die ganz aktuellen, also ‚wichtigeren‘ Probleme lösen, dann die Umweltprobleme“).

2.4 Polyperspektiven auf die Welt von heute und morgen

Zwar nachvollziehbar, aber enorm hinderlich ist das Festhalten nur am Bekannten, also der Versuch des weiteren Beschreitens eines ‚Weiter wie bisher‘-Pfads, ggf. mit nur kleinen Abweichungen. Die Zukunftswissenschaften bezeichnen diesen ‚business as usual‘-Pfad mit seinen Abweichungen als wahrscheinliche bzw. explorative, also am Bekannten angelehnte Zukünfte (Leinfelder 2023, 45, Abb. 2). Häufig führt dies auch zu einer falschen Romantisierung der Vergangenheit, indem die ganzen früheren Probleme und Krisen ausgeblendet und nur die schönen Erinnerungen hervorgeholt werden. Wir müssen viel mehr in möglichen, wenn auch, bis dato, eher schwer vorstellbaren Zukünften denken – dazu gehören ggf. auch Utopien –, um dann daraus wünschbare Zukünfte zu destillieren. Daraus können Bausteine für mögliche Zukunftswege entwickelt, diskutiert und skizziert werden, etwa ‚reaktive‘, ‚suffiziente‘, ‚bioadaptive‘ und ‚future-tech‘-Zukünfte, um dann deren Anwendbarkeit für verschiedene Lebenswirklichkeiten, etwa Wohnen, Ernährung, Energie, Mobilität, Gesundheit der Zukunft weiter zu testen und zu beschreiben, also ganz im Sinne des Titels dieses Bandes „Es wird einmal ...“, wenn wir „Wissen schaffen“ und auch „Zukünfte erzählen“. Derartige polyperspektivische Zukunftswege können dann ggf. in Kombination beschritten werden, also ohne wieder ‚diesen ODER diesen ODER diesen Weg‘ auszuwählen, sondern am besten sollten wir sie alle gemeinsam beschreiten und dabei in Kontakt bleiben. Dies bedeutet konkret, kreative und flexible, also immer wieder umbaubare Lösungsportfolios zu erarbeiten (nähere Ausführungen hierzu siehe u. a. Leinfelder 2016, 2020b, 2023).

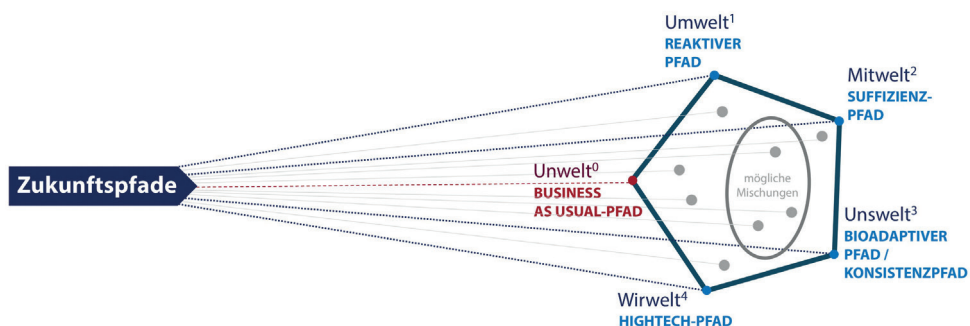


Abbildung 1: Polyperspektivische Zukunftspfade als wünschbare Alternativen zum ‚Weiter-wie-bisher‘-Pfad (Business as Usual, BAU) (basierend auf Leinfelder 2014, 2016, 2022). Die Pfadziele sind mit dem Kontext der Sichtweisen auf die Zukunftswelten im Anthropozän verbunden (siehe Abb. 2), denn die Erreichung der Pfadziele wird auch durch die Kompetenzbereiche der vier schulischen Welten der Zukunft begründet:

- 1) Sichtweisen auf dem reaktiven Pfad: *Von dieser als Um-uns-herum-Welt wahrgenommenen Natur sind wir abhängig, wir schützen sie v. a. durch Gesetze und Verordnungen, Einrichtung von Naturschutzgebieten, Renaturierungen etc.: Umwelt-Zukunftsszenario.*
- 2) Sichtweisen auf dem Suffizienz-Pfad: *Wir verzahnen alles, denken uns in die Natur hinein und fühlen sie, leben und ernähren uns lokal und saisonal, achten auf Tierwohl. Aber die Natur muss sich auch an unsere Bedürfnisse adaptieren. Mit dieser engen Verzahnung von Natur und Kultur bekommen wir dann auch schneller mit, wenn etwas schief läuft und ändern dies dann zum Guten: Mitwelt-Zukunftsszenario.*
- 3) Sichtweisen auf dem bioadaptiven Pfad: *Wir tun alles, damit uns die Natur auch dauerhaft in die Zukunft mittragen und vor Naturgewalten schützen kann. Dazu integrieren wir uns komplett in das Erdsystem, auch wenn dies vieler Änderungen unseres Tuns bedarf. Unsere Technik hat nun die Biosphäre als Vorbild (Leinfelder 2022), sie basiert auf komplettem Recycling, erneuerbaren Energien etc.: Unswelt-Zukunftsszenario.*
- 4) Sichtweisen auf dem Future Tech-Pfad: *Wir wissen, dass sich in Zukunft Natur und auch Gesellschaft immer wieder verändern und weiterentwickeln werden. Wir lassen vieles in dieser Entwicklung zu, aber müssen alles auch mit technischen Systemen monitoren/überwachen, um unerwartete Fehlentwicklungen sofort zu erkennen. Auch die technischen Erneuerungen dürfen keine kontraproduktiven Nebenwirkungen entfalten. Auf diesem Pfad hilft uns die Technik, damit sich alles zum Besseren wendet: Wirwelt-Zukunftsszenario.*
- 5) *Diese vier positiven Zukunftspfade müssen gemeinsam begangen werden, eine flexible, immer wieder umbaubare Maßnahmenmischung ist dabei wichtig (Kreisfläche): gemischte Lösungsportfolios.*

Der nicht gangbare BAU-Pfad (rot gekennzeichnet) ist hier als 0-Pfad bezeichnet. Seine weitere Begehung würde bewirken, dass die von uns extrem beschädigte Natur uns nicht mehr in die Zukunft mittragen kann: nicht tolerierbares Umwelt-Zukunftsszenario. (Grafik: Kurt Tutschek/PH NÖ, in Anlehnung an Leinfelder 2014, 2016, 2022).

Bisher geschah unser Denken über die Welt meist in einer ‚Dual-Welten‘-Welt, der Naturwelt und unserer menschlichen Kulturwelt, daraus ergab sich ein Weltbild, in welchem wir fast ausschließlich in der sozioökonomischen Welt leben und arbeiten, wohingegen wir die andere Welt, die *Umwelt*, zwar schätzen, also ggf. gerne dort Urlaub machen, vielleicht durchaus auch sehen, dass mehr zu deren Erhalt getan werden müsste, dann aber doch wieder zurück in die sozioökonomische Welt kommen, da die Umwelt ja – wie der Name schon sagt – in gefühlter, mehr oder wenig großer Distanz nur um uns herum existiert, also auch nicht so wichtig zu sein scheint. Wir brauchen mehr als nur die Idee einer *Umwelt*; gerade für das Erlernen von Zukunftsgestaltung benötigen wir ein Gesamtbild dazu, wie *mit* uns eben noch viel mehr zur Gesamtwelt gehört, was *uns* handlungsfähig für die Gesamtwelt macht und wie *wir* alle darin leben. Dies ergäbe einen offenen und gleichzeitig integrativen Blick auf Umwelt und *Unswelt* (Leinfelder 2011, 2018, 2020a), aber auch auf *Mitwelt* und *Wirwelt* (Rauscher 2020). Dazu ist es – neben der Notwendigkeit, Zusammenhänge zu analysieren und erkennen zu können – wichtig, auch Imaginationsfähigkeit zu trainieren (z. B. Leinfelder 2020a, 2020b, Leinfelder & Hamann in diesem Band) sowie die ganze Vielfalt möglicher Lösungsschritte, im Kleinen wie im Großen entwickeln, testen, verbessern und anwenden zu können, also dazu kognitive, affektive, imaginative und konative Aspekte zu behandeln (s. u.), um dann das kreative Potenzial von polyperspektivischen Zukünften erfassen und gewinnbringend dazu beitragen zu können (siehe Abb. 1). All dies sollte mög-

lichst früh bereits in der kindlichen Schulbildung angeregt, angelegt und ausgebaut werden, denn die Erfahrung von Selbstwirksamkeit, aber auch von Selbstakzeptanz, Genussfähigkeit, Achtsamkeit und Solidarität sind für die Sinngebung eines Lebens von großer Bedeutung (Hunecke 2013, siehe dazu auch Leinfelder 2013, 2018, Rauscher 2022, Leinfelder & Sippl 2023). Auch für das lebenslange Lernen, etwa in der Erwachsenenbildung, ist all dies wesentlich.

3. Schulverständnis im Anthropozän

3.1 „Vier Elemente, innig gesellt ...“

Umwelt, Mitwelt, Unswelt, Wirwelt – eine philosophische Allegorie zum Erfassen der Welt: erfahren, erfühlen, erkennen, verändern? Oder einmal mehr nur ein begriffliches Wort-hülsenquadrupel, das als wissenschaftliche Innovation verkauft werden will und doch wie Wissenschaftlerei anmutet? Oder der banale Versuch einer Überhöhung von drei auf vier des *omne trinum perfectum* in all seiner Historizität der Triaden und Trinitäten in unterschiedlichen Kulturen? Vielleicht gar versuchte Selbstüberhöhung aus einer alkoholverseuchten Schreibstube, die an Friedrich Schillers *Punschlied* erinnert: *Vier Elemente | Innig gesellt | Bilden das Leben | Bauen die Welt?*

Freilich denkt jener „Feuerkopf der Freiheit“ (Hage 2009) nicht nur an die Zutaten Wasser, Zitronen, Zucker und Arrak des aus Indien stammenden Mischgetränks, als er im späten Alter, die Gewürze als gemeinhin benannte fünfte Zutat bewusst vernachlässigend, sein allegorisches Gedicht über die vier Elemente beschreibt: Wasser, Erde, Luft und Feuer. Hinter seiner scheinbar heiteren Illustration eines Getränks entbirgt sich Schillers Allegorie von der Welterkenntnis: vier Himmelsrichtungen (jene nämlich, aus denen die vier Winde wehen), das vierfache Wesen der Ezechiel-Vision (Ez 1,5–10), später die vier Evangelisten benennend, davor schon der unaussprechbare Gottesname Jahwe (aufgeschrieben mit den vier Buchstaben Jod, He, Waw und He).

Das Kreuz Christi als das wesentliche Zeichen der Erlösung ist gekennzeichnet durch Balken, die in vier Richtungen weisen – gegensätzlich zum historischen Tau-Kreuz, an das Jesus von Nazareth geschlagen worden war, ein Instrument gängiger römischer Hinrichtungen zu seiner Lebenszeit. Das lateinische Kreuz wurzelt in der Erde und ragt in den Himmel, der auf es Gehängte breitet seine Arme über die Menschen aus – welch ein (Über)Lebenszeichen. Die vier Richtungen finden im Kreuzzeichen jedes Christenmenschen ihre Mitte: gelebte Solidarität in ethisierter Weltreligion.

3.2 Wissenschaft in die Sprache des Unterrichts übersetzen

Doch auch (um bei den Römern zu bleiben) *Roma quadrata* bezeugt den Idealfall des Städtebaus bis heute: Wir sprechen von *Stadtvierteln*, in denen wir *Quartier* suchen, und alte Städte hatten bekanntlich nahezu immer vier Tore, je eines in jede der vier Himmelsrichtungen. Das Quadrat als idealtypisches Rechteck hat über Jahrtausende die Menschheit beschäftigt in ihrem Versuch, es in einen flächengleichen Kreis (als Symbol der Vollkommenheit) zu transformieren: Die Aufgabe, ein Quadrat zu zeichnen, dessen Flächeninhalt ident dem eines Kreises ist, gilt als das wohl berühmteste klassische und gewiss populärste Problem der Geometrie. Bis heute versuchen sich immer wieder Fanatiker daran, obwohl das Problem seit anno 1882 von Ferdinand von Lindemann als unlösbar bewiesen worden ist – die *Quadratur des Kreises* wurde zugleich zum Symbol und Synonym für die Unlösbarkeit eines mathematischen Problems (Rauscher 2016). Und doch lernen unsere Schüler*innen schon in der Sekundarstufe I, wie man geometrisch das Rätsel löst: Man verwendet einen Zylinder, gefertigt aus Holz auf einer Drehbank, dessen Höhe halb so groß ist wie sein Radius. Die Mantelfläche des Zylinders ergibt, wenn man sie ausrollt, exakt das zum Basiskreis flächengleiche Rechteck, wie man rasch erkennt. So steckt die Mathematik bis heute voller Wunder, und Aufgabe der Schule ist es mehr denn je, Erkenntnisse der Wissenschaft in die Sprache des Unterrichts zu transkribieren. Schon die Pythagoreer apostrophieren übrigens der Zahl Vier eine gottähnliche Qualität, ergibt doch die Addition der ersten vier Natürlichen Zahlen die das Dezimalsystem prägende Zahl Zehn: $1 + 2 + 3 + 4 = 10$.

Als eine weitere Rechtfertigung für die Quaternität der gewählten Welten-Nomenklatur seien die vier Kardinaltugenden benannt: Erstmals als grundlegend erwähnt im Vers 610 des altgriechischen Dichters Aischylos in dessen *Sieben gegen Theben*, übernimmt erst Platon in seiner *Politeia* und später Cicero in *De officiis* die Idee dieser Vierergruppe und fokussiert auf (1) Mäßigung und Maß, (2) Gerechtigkeit und Besonnenheit, (3) Tapferkeit und Hochsinn sowie (4) Klugheit und Weisheit. Knapp zwei Jahrtausende später psychologisiert Carl Gustav Jung die Typologie in menschliche Fähigkeiten und Aufgaben: (1) Denken, um Gesetzmäßigkeiten und Gegebenheiten der Welt zu verstehen; (2) Fühlen, um Erkanntes zu bewerten; (3) Empfinden, um Wirklichkeit realitätsbewusst wahrzunehmen; (4) Intuition als innerer Anspruch, um aus dem Begreifen der Zusammenhänge Wirklichkeit zu verändern.

3.3 *Wirwelt* gestalten als Aufgabe der Schule

In diesen Kontexten wird aus dem historisch sich rechtfertigenden Quadrupel eine hinweisende und fokussierende Botschaft. Denn ‚wer gackert, muss auch legen‘, die beste Reflexion bleibt Flexion, wenn sie nicht zum Handeln führt, sie bleibt statisch, wenn sie nicht wirkt, indem sie etwas bewirkt. Auf das Anthropozän transformiert: Die Analyse von Daten verändert noch nicht das Klima. Im Denken bereiten wir vor, im Schreiben und Sprechen bereiten wir auf. Doch wir verantworten erst im Tun. Strukturierend sei deshalb ein hinweisender Vergleich gewagt:

	Umwelt	Mitwelt	Unswelt	Wirwelt
Elemente	Wasser	Erde	Luft	Feuer
Aischylos	verständlich	fromm	gerecht	tapfer
Platon	Gerechtigkeit	Besonnenheit	Klugheit	Tapferkeit
Cicero	Mäßigung	Besonnenheit	Weisheit (Klugheit)	Tapferkeit (Hochsinn)
Kant	Was kann ich wissen?	Was soll ich tun?	Was darf ich hoffen?	Was ist der Mensch?
Jung	Denken	Fühlen	Empfinden	Intuition
Schule	Erfahren	Erfüllen	Erkennen	Mitverantworten/Verändern

Tabelle 1: Umwelt, Mitwelt, Unswelt, Wirwelt in kultur- und philosophiegeschichtlichem Überblick

Immanuel Kants berühmte Fragen (Kant 1800; 2013, 450f.) – in der Tabelle chronologisch gereiht – lassen sich im Kontext des Anthropozäns und seiner Herausforderungen für die Schule transformieren (Rauscher 2020):

- *Was kann ich wissen?* Was kann die Schulgemeinschaft tun, um den Anthropozän-Diskurs erkenntnistheoretisch im Schulunterricht und in Bezugnahme auf das Schulklima zu thematisieren und sich den damit verbundenen Fragen faktenbasiert zu stellen? *Umwelt!*
- *Was soll ich tun?* Welche Aufgaben stellen sich der moralischen Erziehung und der ethischen Verantwortungsübernahme jeder Person in ihrer jeweilig verantwortlichen Rolle und Funktion innerhalb der Schulgemeinschaft, um personales Betroffensein und solidarische Beteiligung zu wecken, wachzuhalten und einzuüben? *Mitwelt!*
- *Was darf ich hoffen?* Wie können Schule und Schulleitung Betroffensein wahrnehmbar machen, Beteiligung intendieren, ihre jungen Menschen zur Mitverantwortung so befähigen, dass sie diese kognitiv, emotional und sozial nachhaltig übernehmen wollen und können, indem sie Gleichgültigkeit, Teilnahmslosigkeit, Desinteresse und den Non-helping-bystander-Effekt ebenso hintanstellen wie Resignation und nihilistischen Pessimismus? *Unswelt!*
- *Was ist der Mensch?* Wenn Schule und Schulleitung sich den Herausforderungen des Anthropozäns stellen, wie kann sich das in einer daraus resultierenden Schulkultur zeigen, und wie können alle Personen der Schulgemeinschaft ihre Lebenswerte und Lebensziele darauf ausrichten, ihre Zukünfte selbst zu gestalten? *Wirwelt!*

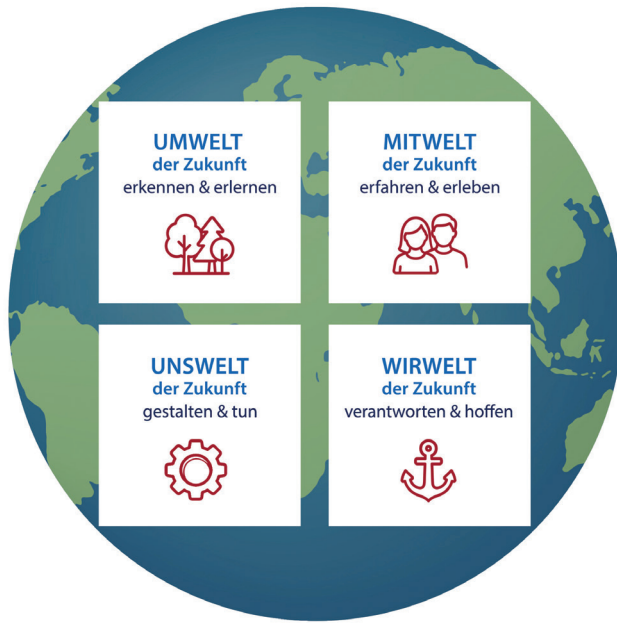


Abbildung 2: Vier Welten, Baumeister der Zukunft: Umwelt, Mitwelt, Unswelt, Wirwelt als Orientierungsfelder für Selbst- und Weltverstehen im Anthropozän (Grafik: Kurt Tutschek/PH NÖ)

Die *Wirwelt* also wird zur schulischen Transformation der *Unswelt*, indem sie die Aufforderung zum Caring, zur gelebten Solidarität aus Freiheit als Mitverantwortung, als moralischer Impetus gegenüber der Schulgemeinschaft, als ethischer Anspruch gegenüber der Gesellschaft in den Mittelpunkt rückt und als eine permanente Herausforderung benennt. *Wirwelt* transformiert den generellen Care-Auftrag der *Unswelt* durch personale Verantwortungsübernahme insofern auch in einen Zukünfte-Aspekt, als sich Hoffen eben nicht als passives Erwarten des Guten darstellt, sondern zu Visionen anstiftet, um das jeweils Bessere zu wollen. Etwas zu wollen und zu tun, impliziert im Bedürfnis die Bereitschaft, aus sich selbst heraus oder gar sich selbst zu investieren. Und „der einzig wahre Realist ist der Visionär“ (zugeschrieben Federico Fellini).

4. Lernen und Lehren für die Zukunft im Anthropozän

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ist in den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals, SDGs) in Unterziel 4.7 verankert, mit dem Ziel sicherzustellen,

dass alle Lernenden die notwendigen Kenntnisse und Qualifikationen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung erwerben, unter anderem durch Bildung für nachhaltige Entwicklung und nachhaltige Lebensweisen, Menschenrechte, Geschlechtergleichstellung, eine Kultur des Friedens und der Gewaltlosigkeit, Weltbürgerschaft und die Wertschätzung kultureller Vielfalt und des Beitrags der Kultur zu nachhaltiger Entwicklung.⁶

6 <https://www.uninetz.at/nachhaltigkeitsziele/sdg-4-hochwertige-bildung>

In der Roadmap #BNE2030 (UNESCO 2021a) wird die Schlüsselrolle von BNE für die erfolgreiche Umsetzung der SDGs „zur Schaffung einer nachhaltigeren Welt“ hervorgehoben, für die große Transformation, „durch die Vermittlung von Wissen, Fähigkeiten, Werten und Haltungen“ (ebd., 8). „Wissen, Bewusstsein und Handeln“ (ebd., 17) sollen gefördert werden, in drei Dimensionen: der „Dimension des kognitiven Lernens“, der „Dimension des sozio-emotionalen Lernens“, der „Dimension des verhaltensbezogenen Lernens“. Im Europäischen Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit, dem *GreenComp* (Bianchi, Pisiotis & Cabrera 2022), wird die Zielsetzung von lebenslangem „Lernen für ökologische Nachhaltigkeit“ im Kontext des Anthropozäns bestimmt:

[...] ein Nachhaltigkeitsdenken von der Kindheit bis zum Erwachsenenalter zu fördern, dem zugrunde liegt, dass die Menschen ein Teil der Natur sind und von ihr abhängen. Den Lernenden werden Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen vermittelt, durch die sie Akteurinnen und Akteure des Wandels werden und sowohl einzeln als auch kollektiv dazu beitragen, die Zukunft innerhalb der Belastbarkeitsgrenzen unseres Planeten zu gestalten. (Ebd., 13)

„Wissen, Bewusstsein und Handeln“ (ebd., 17), also der kognitive, der sozial-emotionale resp. affektive und der konative Aspekt von Lernen für ökologische Nachhaltigkeit, werden im *GreenComp* übersetzt in Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen. Um Mensch-Natur-Verhältnisse neu denken und sich mögliche, wahrscheinliche, wünschenswerte, nachhaltige alternative Zukünfte vorstellen zu können, betont Zukunftsbildung darüber hinaus den imaginativen Aspekt. Die UNESCO sieht *Futures Literacy* als Zukunftsgestaltungskompetenz und somit als eine Schlüsselkompetenz des 21. Jahrhundert (UNESCO, o. J.). Als „Bildungsverantwortung im Anthropozän“ (Rauscher & Sippl 2023, 15) will *Futures Literacy* Menschen dazu befähigen, Wissen zu nutzen und zu erweitern, Unsicherheiten und Ambiguitäten mit Resilienz zu begegnen, eigene Handlungsspielräume in Zusammenarbeit mit anderen zu erkunden, innovative Problemlösungen in kreativen Prozessen zu entwickeln, Zukunft aktiv und mitverantwortlich mitzugestalten (Miller, 2018; Sippl, Brandhofer & Rauscher 2023; Sippl 2024).

In Bezug zu den Herausforderungen im Anthropozän (vgl. oben Abschnitt 2.3) und den Herausforderungen für die Schule (vgl. oben Abschnitt 3.3) gesetzt, braucht Zukunftsgestaltungskompetenz

- *Wissen* über systemische Weltzusammenhänge in (tiefer) Vergangenheit und (langer) Gegenwart (Erdsystem, politische Systeme, wirtschaftliche Systeme u. a.);
- *Zeitbewusstheit* (Björnerud 2018) über Weltzusammenhänge in (tiefer) Vergangenheit und (langer) Gegenwart und ihre Auswirkungen auf die Zukunft;
- *Raubewusstheit* über Weltzusammenhänge in (tiefer) Vergangenheit und (langer) Gegenwart und deren räumliche Gestaltungsdimension;
- *Selbstbewusstheit* über menschliche Möglichkeiten (Emotion, Empathie, Entscheidungsfreude, Handlungsmacht, Imagination, Kreativität, Neugierde, Reflexion, Resilienz, sinnliche Wahrnehmung, Sorge, Vielfalt, Verantwortung, Werte), deren Potenziale und Begrenzungen.



Abbildung 3: Zeit, Raum, Selbst und Wissen als vier Orientierungsfelder für Zukunfts-gestaltungs-kompetenz im Anthropozän (Grafik: Kurt Tutschek/PH NÖ)

Das zugrunde liegende Weltverständnis (vgl. oben Abschnitte 2 und 3) lässt sich für ein Lernen und Lehren für nachhaltige Zukünfte im Anthropozän in konkrete Aufgabenfelder übersetzen. Die folgende Tabelle setzt *Umwelt*, *Mitwelt*, *Unswelt* und *Wirwelt* in Bezug zu den kognitiven, affektiven, imaginativen und konativen Aspekten des Lernens für nachhaltige Zukünfte, um fachliche und überfachliche Zugänge sichtbar zu machen:

Weltbezug	Kognitiver Aspekt	Affektiver Aspekt	Imaginativer Aspekt	Konativer Aspekt
Umwelt der Zukunft erkennen & erlernen	komplexe systemische Zusammenhänge zwischen Mensch und Natur, Kultur und Technik in räumlichen und zeitlichen Dimensionen kennen und verstehen	mit Unsicherheiten in Bezug auf Transformationen durch globale Herausforderungen flexibel und resilient umgehen können	eine forschende und neugierige Haltung in Bezug auf mögliche, wahrscheinliche, plausible, wünschenswerte Zukünfte entwickeln können	die Schritte zur Realisierung von Zukunftsszenarien erkennen, Folgen abschätzen und Umsetzungsmöglichkeiten planen können
Mitwelt der Zukunft erfahren & erleben	soziale und ökologische Systeme in ihrer Komplexität analysieren und die Auswirkungen menschlichen Handelns auf die Mitwelt erkennen	Empathie und Mitgefühl für Mensch und Natur als gemeinsames Ganzes empfinden und Wertschätzung entwickeln	im Miteinander alternative Zukünfte visionieren, im kreativen Austausch mit anderen Intuition und Kreativität ausschöpfen	kooperativ und kollaborativ kreative Problemlösungen und Strategien entwickeln unter Berücksichtigung inter-/transdisziplinärer Zugänge
Unswelt der Zukunft gestalten & tun	ethische Prinzipien und Werte reflektieren, die einer planetaren Caring Culture zugrunde liegen und mit Blick auf wünschenswerte Zukünfte evaluieren	eine gute Zukunft für alle wünschen, Vielfalt respektieren, emotionale Verbundenheit mit der Umwelt als Unswelt entwickeln	Regenerative und solidarische Zukünfte antizipieren, Bewusstheit für die Bedeutung von Frieden und Gemeinwohl ausbilden	Solidarität mit Mut und Beharrlichkeit stärken, Demokratie in Gemeinschaftsprojekten leben, Transition zur Nachhaltigkeit befördern
Wirwelt der Zukunft verantworten & hoffen	Kritisches Denken üben mit Blick auf technologische Innovationen und kulturell geprägte Vorannahmen, eigene Potenziale zur Zukunfts-gestaltung erkennen	offen und positiv denken über Anpassungsmöglichkeiten in unsicheren, mehrdeutigen, risikobehafteten Situationen und Entwicklungen, Entscheidungsfreude stärken und Selbstwirksamkeit erfahren	Geschichten und Bilder entwickeln, die andere dazu inspirieren, sich wünschenswerte Zukünfte vorzustellen; die Wahrnehmung mit allen Sinnen zum Ausschöpfen kreativer Potenziale nutzen	proaktiv Mitverantwortung übernehmen für nachhaltige Zukunfts-gestaltung auf persönlicher und gesellschaftlicher Ebene, basierend auf Diversität und Inklusion

Tabelle 2: In Bezug zu den Lernaspekten gesetzt, eröffnen Umwelt, Mitwelt, Unswelt, Wirwelt Vorstellungswelten für nachhaltige Zukünfte. (Grafik: Kurt Tutschek/PH NÖ)

5. Fazit: Lernen und Lehren für nachhaltige Zukünfte

Die scheinbare Distanz, die der Begriff *Umwelt* zwischen Mensch und Natur schafft, lässt sich in Lehr-/Lernkontexten produktiv nutzen für die Aneignung, Vermittlung und kritische Reflexion von altem und neuem Wissen um die materielle Welt, die den menschlichen Lebensraum darstellt, die es zu erkennen und zu erlernen gilt. *Mitwelt* betont das Miteinander von Mensch und Natur, die Verflochtenheit von allem mit allem, die erfahren und erlebt werden kann. In der *Unswelt* erfährt sich der Mensch mit Körper, Geist und Seele als Teil der Natur wie der Kultur und versteht die Sorge, die es für diese untrennbare Einheit im Gestalten und Tun zu tragen gilt. Die *Wirwelt* ist ein Auftrag zu ethischem, mitverantwortlichem Handeln, der Identifikation verlangt als solidarisches Verantworten und zukunftsorientiertes Hoffen. Zukunftsbildung im Anthropozän verbindet Selbst- und Weltverstehen, um Lernende jene Fähigkeiten zu vermitteln, die sie „zu eigenständig und ethisch denkenden und handelnden Personen“ machen, wie es der UNESCO-Report *Reimagining our Futures Together* fordert. Dieser „neue soziale Vertrag“ sieht Bildung „als eines der zentralen Elemente [...], die der Menschheit helfen, Frieden untereinander und mit der Erde zu erreichen“ (UNESCO 2021b, 47).

Literatur

Primärliteratur

Laibl, Melanie, Jegelka, Corinna & Leinfelder, Reinhold (2023). *WErde wieder wunderbar. 9 Wünsche fürs Anthropozän. Ein Mutmachbuch*. Edition Nilpferd im G&G Verlag.

Sekundärliteratur

Bianchi, G.; Pisiotis, U. & Cabrera, M. (2022). *GreenComp – der Europäische Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit*. Redaktion: M. Bacigalupo & Y. Punie, EUR 30955 DE, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, 2022. DOI: 10.2760/161792, JRC128040

Bjornerud, Marcia (2018). *Timefulness. How Thinking like a Geologist can help save the World*. Princeton University Press.

Conversi, Daniele (2025). The Anthropocene and its contenders: Cross-disciplinary tools for a nationally divided humanity. *Earth's Future*, 13, e2024EF004918. <https://doi.org/10.1029/2024EF004918>

Conversi, Daniele, Hassan, Claudia & Posocco, Lorenzo (2023). From climate change denial to war-mongering nationalism. *Cultura della Sostenibilità*, 31. DOI: 10.7402/CDS.31.01

Crutzen, Paul J. & Stoermer, Eugene (2000), The “Anthropocene”. IGBP Newsletter, 41, 17–18, <http://inters.org/files/crutzenstoermer2000.pdf>

Crutzen, Paul J. (2002). *Geology of Mankind*. *Nature*, 415, 23, <https://www.nature.com/articles/415023a>

- Galbraith, E. D., Faisal, A. A., Matitia, T., Fajzel, W., Hatton, I., Haberl, H., Krausmann, F., & Wiedenhofer, D. (2025). Delineating the technosphere: definition, categorization, and characteristics. *Earth System Dynamics*, 16, 979–999, <https://doi.org/10.5194/esd-16-979-2025>
- Hage, Volker (2009). *Schiller: Vom Feuerkopf zum Klassiker*. Btb.
- Head, Martin J., Steffen, Will, Fagerlind, David, Waters, Colin N., Poirier, Clement, Syvitski, Jaia, Zalasiewicz, Jan. A., Barnosky, Anthony D., Cearreta, Alejandro, Jeandel Catherine, Leinfelder, Reinhold, McNeill, J. R., Rose, Neil, L., Summerhayes, Colin, Wagreich, Michael & Zinke, Jens (2021). The Great Acceleration is real and provides a quantitative basis for the proposed Anthropocene Series/Epoch. *Episodes*, 18 pp., IUGS, online first 15 Nov 2021: doi.org/10.18814/epiiugs/2021/021031
- Head, M. J., McNeill, J. R., Zalasiewicz, J. (2025). *The Great Acceleration*. *Encyclopedia of Ecology*, 3rd Edition, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier, doi:10.1016/B978-0-443-21964-1.00039-2
- Hunecke, M. (2013). *Psychologie der Nachhaltigkeit. Psychische Ressourcen für Postwachstumsgesellschaften*. Oekom.
- Kant, Immanuel (1800). *Logik. Ein Handbuch zu den Vorlesungen*. Hrsg. von Gottlob Benjamin Jäsche. Königsberg: Nicolovius.
- Kant, Immanuel (2013). *Kritik der reinen Vernunft*. 2. Aufl. Berliner Ausgabe.
- Leinfelder, Reinhold (2011). Von der Umweltforschung zur Unsweltforschung. *Frankfurter Allgemeine Zeitung, Forschung und Lehre*, S. N5, 12.10.2011.
- Leinfelder, Reinhold (2013). Assuming Responsibility for the Anthropocene: Challenges and Opportunities in Education. In Helmut Trischler (ed.), *Anthropocene – Envisioning the Future of the Age of Humans*, RCC-Perspectives, 2/2013, 9–18, Rachel Carson Center, Munich, <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2510.6968>
- Leinfelder, Reinhold (2014). Das Haus der Zukunft (Berlin) als Ort der Partizipation. *Der Anthropozäniker*, <http://www.scilogs.de/der-anthropozaniker/haus-zukunft-berlin/> (pdf-Version: DOI: 10.13140/2.1.2720.5920)
- Leinfelder, Reinhold (2016). Das Haus der Zukunft (Berlin) als Ort der Partizipation. In R. Popp (Hrsg.), *Einblicke, Ausblicke, Weitblicke. Aktuelle Perspektiven der Zukunftsforschung* (S. 74–93). LIT-Verlag.
- Leinfelder, Reinhold (2017a). „Die Erde wie eine Stiftung behandeln“ – Ressourcenschutz und Rohstoffeffizienz im Anthropozän. In DWA-BW (Hrsg.), *Tagungsband 2017, Im Dialog: Phosphor-Rückgewinnung: 3. Kongress Phosphor – Ein kritischer Rohstoff mit Zukunft* (S. 11–25). DWA Landesverband Baden-Württemberg, pdf-Version: <http://dx.doi.org/10.17169/refubium-33258>
- Leinfelder, Reinhold (2017b). Das Zeitalter des Anthropozäns und die Notwendigkeit der großen Transformation. Welche Rollen spielen Umweltpolitik und Umweltrecht? *Zeitschrift für Umweltrecht*, ZUR 2017/5, 259–266.
- Leinfelder, Reinhold (2018). Nachhaltigkeitsbildung im Anthropozän – Herausforderungen und Anregungen. In LernortLabor – Bundesverband der Schülerlabore e.V. (Hrsg.), *MINT- Nachhaltigkeitsbildung in Schülerlaboren – Lernen für die Gestaltung einer zukunftsfähigen Gesellschaft* (S. 130–141). LernortLabor, pdf-Version: <https://tinyurl.com/RL-Lela> bzw. https://www.lernortlabor.de/downloads/LeLa_MIN-Tub-Brosch%C3%BCre_2018_download.pdf

- Leinfelder, Reinhold (2020a). Von der Umwelt zur Unswelt – Das Potenzial des Anthropozän-Konzeptes für den Schulunterricht. In Christine Schörg & Carmen Sippl (Hrsg.), *Die Verführung zur Güte. Beiträge zur Pädagogik im 21. Jahrhundert. Festschrift für Erwin Rauscher* (S. 81–97). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 8) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.140>
- Leinfelder, Reinhold (2020b). Das Anthropozän – mit offenem Blick in die Zukunft der Bildung. In Carmen Sippl, Erwin Rauscher & Martin Scheuch (Hrsg.), *Das Anthropozän lernen und lehren* (S. 17–65). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 9) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.130>
- Leinfelder, Reinhold (2022). „Auch Maschinen haben Hunger“. Biosphäre als Modell für die Technosphäre im Anthropozän. In Carmen Sippl & Erwin Rauscher (Hrsg.), *Kulturelle Nachhaltigkeit lernen und lehren* (S. 489–521). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 11). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.110>
- Leinfelder, Reinhold (2023). Die Zukunft als Skalen- und Perspektivenproblem. Tiefenzeit-Einsichten, Szenarien und Partizipation als Grundlage für Futures Literacy. In Carmen Sippl, Gerhard Brandhofer & Erwin Rauscher (Hrsg.), *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren* (S. 35–60). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- Leinfelder, Reinhold, Adeney Thomas, Julia, Vidas, Davor, Williams, Mark & Zalasiewicz, Jan (2024). Geoethics and the Anthropocene: Five Perspectives. In Silvia Peppoloni & Giuseppe Di Capua (eds), *Chap. 6: Geoethics for the Future: Facing Global Challenges* (pp. 69–83). Elsevier. Chap. doi: 10.1016/B978-0-443-15654-0.00005-0
- Leinfelder, Reinhold & Hamann, Alexandra (2025/im Druck). Imagining the Anthropocene with Images. The Potential of Slow-Media for Co-Designing Futures. In Carmen Sippl, Ioana Capatu & Rita Elisabeth Krebs (Hrsg.), *„Es wird einmal ...“: Wissen schaffen – Zukünfte erzählen* (S. 228–256). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich, Bd. 17) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2025.a1.170>
- Leinfelder, Reinhold & Sippl, Carmen (2023). CNL & Wissenschaftskommunikation. Wie lassen sich komplexe Mensch-Natur-Beziehungen verständlich kommunizieren? In Carmen Sippl & Berbeli Wanning (Hrsg.), *CultureNature Literacy (CNL). Schlüsselkompetenzen für Zukunftsgestaltung im Anthropozän. Ein Handbuch für den Theorie-Praxis-Transfer in Schule und Hochschule* (S. 142–152). Pädagogische Hochschule Niederösterreich. DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2023.a1.210>
- Miller, Riel (2018). Introduction. Futures Literacy: transforming the future. In Riel Miller (ed.), *Transforming the Future. Anticipation in the 21st Century* (pp. 1–12). UNESCO/Routledge.
- Rauscher, Erwin (2016). A Cultural Introduction to the Circle. In Alfred S. Posamentier & Robert Geretschläger (eds.), *The Circle. A Mathematical Exploration beyond the Line* (pp. 281–295). Prometheus Books.
- Rauscher, Erwin (2020). Unswelt als Wirwelt. Anthropozän – Herausforderung für Schulleitungshandeln. In Carmen Sippl, Erwin Rauscher & Martin Scheuch (Hrsg.), *Das Anthropozän lernen und lehren* (S. 181–202). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 9) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.130>
- Rauscher, Erwin (2022). Wenn nicht die Schule, wer dann? Zukunftsfähigkeit als Bildungsverantwortung im Anthropozän. In Carmen Sippl & Erwin Rauscher (Hrsg.), *Kulturelle*

- Nachhaltigkeit lernen und lehren* (S. 273–305). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich, 11) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.110>
- Rauscher, Erwin & Sippl, Carmen (2023). Offene Fragen zur Zukunftsbildung und zur Bildung der Zukunft. In Carmen Sippl, Gerhard Brandhofer & Erwin Rauscher (Hrsg.), *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren* (S. 13–18). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- Sippl, Carmen (2024). Denkraum Zukünfte I. Zukünfte lernen und lehren im Anthropozän. *#schuleverantworten 2024_2*, 173–178. DOI: <https://doi.org/10.53349/schuleverantworten.2024.i2.a435>
- Sippl, Carmen, Brandhofer, Gerhard & Rauscher, Erwin (Hrsg.) (2023). *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren*. Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- Steffen, W., Leinfelder, R., Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Williams, M., Summerhayes, C., Barnosky, A. D., Cearreta, A., Crutzen, P., Edgeworth, M., Ellis, E. C., Fairchild, I. J., Galuszka, A., Grinevald, J., Haywood, A., Sul, J. I. d., Jeandel, C., McNeill, J. R., Odada, E., Oreskes, N., Revkin, A., Richter, D. d. B., Syvitski, J., Vidas, D., Wagerich, M., Wing, S. L., Wolfe, A. P. and Schellnhuber, H. J. (2016). Stratigraphic and Earth System Approaches to Defining the Anthropocene. *Earth's Future*, 4 (8), 324–345, DOI:10.1002/2016EF000379
- Syvitski, Jaia, Waters, Colin N., Day, John, Milliman, John D., Summerhayes, Colin, Steffen, Will, Zalasiewicz, Jan, Cearreta, Alexandro, Galuszka, Agnieszka, Hajdas, Irka, Head, Martin J., Leinfelder, Reinhold, McNeill, John R., Poirier, Clement, Rose, Neil, Shotyk, William, Wagerich Michael & Williams, Mark (2020). Extraordinary human energy consumption and resultant geological impacts beginning around 1950 CE initiated the proposed Anthropocene Epoch. *Communications Earth & Environment*, doi: 10.1038/s43247-020-00029-y
- UNESCO (o. J.). Futures Literacy & Foresight. <https://www.unesco.org/en/futures-literacy>
- UNESCO (2021a). *Bildung für nachhaltige Entwicklung. Eine Roadmap*. UNESCO/DUK. <https://www.unesco.de/dokumente-und-hintergruende/publikationen/detail/bildung-fuer-nachhaltige-entwicklung/>
- UNESCO (2021b). *Reimagining our Futures Together. A new social contract for education. Report from the International Commission on the Futures of Education*. UNESCO. DOI: <https://doi.org/10.54675/ASRB4722>
- Waters, Colin N., Zalasiewicz, Jan, Summerhayes, Colin, Barnosky, Anthony D., Poirier, Clément, Galuszka, Agnieszka, Cearreta, Alejandro, Edgeworth, Matt, Ellis, Erle C., Ellis, Michael, Jeandel, Catherine, Leinfelder, Reinhold, McNeill, J. R., Richter, Daniel de B., Steffen, Will, Syvitski, James, Vidas, Davor, Wagerich, Michael, Williams, Mark, Zhisheng, An, Grinevald, Jacques, Odada, Eric, Oreskes, Naomi, & Wolfe, Alexander P. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science*, 351 no. 6269, DOI: 10.1126/science.aad2622
- WBGU (1993). *Welt im Wandel – Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt-Beziehungen*. Jahresgutachten 1993, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Economica Verlag. <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/welt-im-wandel-grundstruktur-globaler-mensch-umwelt-beziehungen>
- WBGU (2013). *Welt im Wandel – Menschheitserbe Meer*. Hauptgutachten, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. WBGU. <https://www.wbgu.de/de/publikationen/publikation/welt-im-wandel-menschheitserbe-meer>

Zalasiewicz, Jan, Williams, Mark, Waters, Colin N, Barnosky, Anthony D., Palmesino, John, Rönnskog, Ann-Sofi, Edgeworth, Matt, Neal, Cath, Cearreta, Alexandro, Ellis, Erle C., Grinevald, Jacques, Haff, Peter, Ivar do Sul, Juliana A., Jeandel, Catherine, Leinfelder, Reinhold, McNeill, John R., Odada, Eric, Oreskes, Naomi, Price, Simon James, Revkin, Andrew, Steffen, Will, Summerhayes, Colin, Vidas, Davor, Wing, Scott, & Wolfe, Alexander P. (2017). Scale and diversity of the physical technosphere: A geological perspective. *The Anthropocene Review*, 4 (1), 9–22 doi:10.1177/2053019616677743

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grafik: Kurt Tutschek/PH NÖ, in Anlehnung an Leinfelder 2014, 2016, 2022

Abbildungen 2 und 3: Grafik: Kurt Tutschek/PH NÖ

Tabellen 1 und 2: eigene Darstellung

Über die Kompetenz der Zukunftsbildung

Vorschläge für sechs Teilkompetenzen und vier Niveaus

1. Einleitung

Die Kompetenz der Zukunftsbildung (*Futures Literacy*) wurde bereits 2007 von Miller erwähnt (Miller 2007). Er verankerte die Zukunftsforschung in der Komplexitätstheorie und in der Theorie der Antizipation, die vom Biologen Robert Rosen (1985/2012 und 1991) mit Beiträgen von Aloisius Louie (2010), Mihai Nadi (2012) und anderen entwickelt wurde. Der Soziologe Roberto Poli (Poli 2019) ist seit Beginn des 21. Jahrhunderts ein wichtiger Brückenbauer.

Zukunftsbildung ist mit einem breiten Spektrum von Methoden und didaktischen Konzepten verbunden, darunter das hochflexible Zukunftslabor (*Futures Literacy Laboratory*), das Miller (2011, 2018) in den letzten 20 Jahren entwickelt hat. Mittlerweile gibt es zahlreiche Belege dafür, dass solche Interventionen dazu beitragen können, die Innovationsfähigkeit zu stärken, tiefe Verbindungen zwischen den Teilnehmenden einer Veranstaltung herzustellen und die Zukunftsbildung zu steigern (Bergheim 2022).

Um leichter verständlich und stärker verbreitet zu werden, fehlte bisher eine präzise Beschreibung der Kompetenz der Zukunftsbildung. Eine solche Beschreibung muss über allgemeine Aussagen hinausgehen, wie etwa „die Zukunft aus unterschiedlichen Gründen und auf unterschiedliche Weise je nach Kontext bewusst zu nutzen“ (Miller & Sandford 2019, 73, eigene Übersetzung) oder sich aus unterschiedlichen Gründen und mit einem Spektrum an Methoden unterschiedliche Zukünfte individuell oder gemeinsam mit anderen vorzustellen oder etwas länger, verschiedene mögliche Zukünfte zu antizipieren, vorzustellen und zu erkunden und die daraus resultierenden Erkenntnisse zu nutzen, um fundiertere Entscheidungen in der Gegenwart zu treffen, die unsere Fähigkeit verbessern, mit Unsicherheit und Komplexität umzugehen. Eine klare Beschreibung der Zukunftsbildung kann mehrere Vorteile haben:

- 1) Die Essenz der Zukunftsbildung könnte leichter gegenüber Menschen vermittelt werden, die sich noch nicht intensiv mit dem Thema beschäftigt haben.
- 2) Lernziele von Schulungen und Lehrveranstaltungen im Zukunftsfeld könnten leichter definiert und deren Erreichung erfasst werden: Was sollen die Teilnehmenden lernen? Und haben sie es gelernt? Im Hochschulkontext fordern de Boer et al. (2018, 1) die Operationalisierung der zugrunde liegenden Kompetenzen und die Messung von Verbesserungen als wichtigen Schritt hin zu einem evidenzbasierten Ansatz.
- 3) Möglichkeiten zur Messung der Kompetenzniveaus würden sich eröffnen. Karlsen (2021, 9) weist darauf hin, dass *Futures Literacy* messbar sein muss, um als Kompetenz zu gelten, wie wir es von anderen Kompetenzen (Lesen, Schreiben, Rechnen usw.) verlangen.

- 4) Die Diagnose unterschiedlicher, individueller Schwerpunkte von Zukunftsbildung wäre leichter möglich, um geeignete Schulungen an spezifische Bedürfnisse anzupassen und Veränderungen zu evaluieren. Dies könnte zu Eingangs- und Ausgangsbefragungen für Schulungen führen.
- 5) Zudem ließe sich leichter erkennen, welche Veröffentlichungen oder Projekte Zukunftsbildung in ihrer ganzen Tiefe widerspiegeln und welche nur bestimmte Aspekte abdecken.

Diese fünf potenziellen Vorteile einer klareren Beschreibung der Kompetenz der Zukunftsbildung zeigen, worum es hier geht. Sie deuten auch an, worum es nicht geht: Es geht nicht um die Beschreibung der Vorteile eines höheren Niveaus der Zukunftsbildung. Es geht auch nicht darum, wie Zukunftsbildung gestärkt und Trainings gestaltet werden können. Dies wurde an anderer Stelle ausführlich beschrieben, vor allem bei Miller (2018).

Eine der vielen Herausforderungen in der Entwicklung der folgenden Kompetenzbeschreibung war, dass Zukunftsbildung keine neue Kompetenz ist. Menschen haben sich die Zukunft schon immer auf unterschiedliche Weise und aus unterschiedlichen Gründen vorgestellt. Neu ist die theoretische Grundlage in der Theorie der Antizipation. Dieses Fundament ermöglicht nun eine fundiertere Beschreibung dessen, was Zukunftsbildung umfasst. Außerdem ermöglichen uns neue Methoden der Zukunftsforschung, menschliche Antizipationssysteme und -prozesse besser zu untersuchen (Bergheim 2023). Zudem werden gerade neue Begriffe und Wege erarbeitet, um zu beschreiben und zu strukturieren, was diese Kompetenz beinhaltet. Der Schwerpunkt dieses Beitrags liegt auf dem letzten Punkt.

Um Zukunftsbildung (englisch: *Futures Literacy*) als Kompetenz zu beschreiben, erscheint eine Klärung der Terminologie hilfreich. Der Begriff ‚Literacy‘ geht über Literatur- oder Schreibkenntnisse hinaus. Laut dem Merriam-Webster-Wörterbuch ist damit im Englischen auch allgemein „Wissen oder Kompetenzen besitzen“ gemeint. Zukunftsbildung umfasst also eine spezifische Art von Wissen und Können. Im Deutschen passt statt „Literarizität“ der Begriff „Bildung“ besser, weil er erstens sowohl das Niveau der Kompetenz beschreiben kann als auch den Prozess von deren Stärkung. Zweitens passt die Herkunft des Begriffs gut zu dem, was Zukunftsbildung ist. Laut Duden bedeutet das althochdeutsche ‚bildunga‘ Schöpfung, Bildnis, Gestalt (Dudenredaktion o. J.). Das Abstraktum ‚bildunga‘ bedeutet Vorstellung bzw. Vorstellungskraft, was perfekt passt. Die Bilder von Zukünften sind zudem direkt in ‚Bildung‘ enthalten.

Ein Fokus auf Kompetenz knüpft an etablierte Forschung an, unter anderem des Gemeinsamen Forschungszentrums JRC der Europäischen Kommission. Dort nahm man einen Mangel an einer gemeinsamen und konsistenten konzeptionellen Definition von Kompetenzen wahr. Im technischen Bericht 2021/02 (Rodrigues et al. 2021, 12) wird Kompetenz als allgemeine Fähigkeit definiert, eine bestimmte Aufgabe gut zu bewältigen. Sie besteht aus drei Elementen:

- 1) Wissen (*knowledge*) ist das kognitive Ergebnis einer Aufnahme von Fakten und Zahlen, Konzepten, Ideen und Theorien, die bereits etabliert sind. Wir kennen, verstehen oder erinnern uns an sie.
- 2) Können (*skill*) beschreibt die Fähigkeiten, Aufgaben gut zu erledigen. Diese umfassen körperliche, geistige und soziale Fähigkeiten.
- 3) Haltung (*attitude*) sind Persönlichkeitsmerkmale psychologischer, emotionaler und verhaltensbezogener Natur und nicht kognitiver (Wissen) oder operativer (Können) Natur.

Haltungen umfassen Werte, Bestrebungen, Prioritäten, Verantwortlichkeiten und ethische Überlegungen. Für dieses Element verwendete Verben sind schätzen, abwägen oder besorgt sein.

Also: „Kompetenz = Wissen, Können und Haltungen“. Dies erscheint als Ausgangspunkt sinnvoll, auch wenn es möglicherweise nicht jeden Aspekt von Zukunftsbildung erfassen kann. Die EU verwendet diesen Rahmen in mehreren Bereichen, wie zum Beispiel den *Digital Competences* (Vuorikari et al. 2022). Andere Organisationen wie die OECD in ihrer Arbeit zu *Financial Literacy* (OECD 2022), das Center for Curriculum Redesign (2015) oder Next Skills (Ehlers 2020, mit „Werten und Motiven“ für „Haltungen“) verwenden ihn ebenfalls.

2. Verwandte Kompetenzrahmen

Wenn man etwas beschreibt, ist es oft hilfreich zu sagen, was es nicht ist. Zukunftsbildung ist nicht dasselbe wie „Future Skills“, die eigentlich „Future Competences“ heißen müssten. *Future Skills* umfassen relevante Kompetenzen wie Zusammenarbeit, Kommunikation, Kreativität, kritisches Denken usw. und werden unter verschiedenen Bezeichnungen geführt. In Deutschland verwenden der Stifterverband (Suessenbach et al. 2021) und einige andere die englischen Bezeichnungen „Future Skills“ oder „Next Skills“. Das Weltwirtschaftsforum (World Economic Forum 2016) verwendet „21st Century Skills“. Die EU hat „Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen“, die OECD sowohl „Skills for the 21st Century“ (Martin 2018) als auch „Skills for 2030“ (OECD 2019). Es gibt auch „Transversal Skills“, zum Beispiel an der Dublin City University, die Zukunftsbildung als Element enthalten. Außerdem gibt es „Schlüsselkompetenzen in der Nachhaltigkeit“, die mit Bildung für nachhaltige Entwicklung verknüpft sind und ein interessantes Element zu Zukunftsbildern enthalten. Und sicherlich noch viele mehr.

Einen stimmigen Rahmen bieten die „Next Skills“ von Ulf-Daniel Ehlers (Ehlers 2020), da sich unter seinen 17 Kompetenzen Elemente wie „Ambiguitätskompetenz“, „Ethische Kompetenz“, „Sinnfindung“ und „Reflexionskompetenz“ finden, die auch für die Zukunftsbildung von großer Bedeutung sind. Und sie umfassen klare Beschreibungen dessen, worum es bei jeder Kompetenz geht.

Diese Rahmen sind alle wichtig, um Prioritäten für die Bildung in der Gegenwart zu diskutieren. Aber sie beinhalten in der Regel nicht das, worum es im vorliegenden Beitrag im Kern geht: die Kompetenz, die Zukunft je nach Kontext aus unterschiedlichen Gründen und auf unterschiedliche Weise bewusst und gezielt zu nutzen. Selbst Komplexitätskompetenz wird in den eben genannten Zugängen nicht explizit erwähnt.

Was den Bereich der Zukunftsforschung betrifft, so gibt es einige Kompetenz- oder Reifemodelle, die sich jedoch hauptsächlich auf die Arbeit von Profis in der Zukunftsforschung konzentrieren und weniger auf die allgemeine menschliche Kompetenz. Der „Kompetenzrahmen für innovative Politikgestaltung“ der Europäischen Kommission umfasst „Futures Literacy“ als einen seiner sieben Kompetenzcluster, verwendet jedoch andere Elemente als hier (European Commission 2023). Es gibt auch Bemühungen, das Zukunftsbewusstsein (*Futures Consciousness*) zu erfassen (Lalot et al. 2020), das einige Elemente enthält, die der Zukunftsbildung zugeordnet werden können, insbesondere die „Offenheit für Alternativen“.

3. Unterschiedliche Kompetenzniveaus

Ein Grundgedanke der Zukunftsbildung ist, dass jeder Mensch die Zukunft antizipiert und sich mit ihr auseinandersetzt. Sie ist eine allgemeine menschliche Kompetenz. Mehr noch, sie ist ein allgemeines Merkmal aller Lebewesen (Louie 2019). Außerdem kann es Zukunftsbildung auf verschiedenen Ebenen oder in verschiedenen Kompetenzstufen geben. Es ist nicht so, dass man entweder Zukunftsbildung hat oder nicht. Es ist eine Frage des Grades. Und das Bildungsniveau ist grundsätzlich veränderbar. Zukunftsbildung kann auf verschiedene Arten entwickelt oder gestärkt werden. Spätere Forschung und Praxis werden detailliertere Erkenntnisse darüber liefern, welche Aspekte von Zukunftsbildung relativ einfach gestärkt werden können.

Ein Blick auf andere Kompetenzen veranschaulicht, was dieses Denken entlang verschiedener Niveaus bedeutet. Die Europäische Union verwendet in ihrem *Digital Competence Framework for Citizens* (Vuorikari et al. 2022) ebenfalls „Kompetenz = Wissen, Können und Haltungen“ und veranschaulicht ihren Ansatz und das Entwicklungspotenzial am Beispiel des Schwimmens. Auf Basis eines allgemeinen Wissens über Wasser gibt es erste begleitete Versuche des Schwimmens, dann kann es immer leichter und flüssiger werden, und schließlich könnte man eine hohe Kompetenz zur Rettung anderer einsetzen. Unterschiedliche Niveaus können auch für andere Kompetenzen wie Lesen oder Schreiben skizziert werden. Das Grundniveau umfasst das Schreiben von Buchstaben und Wörtern und dann ganze Sätze und kurze Texte. Auf einem mittleren Niveau kann man verschiedene Arten von Texten schreiben. Dann in verschiedenen Stilen. Vielleicht bringt man anderen Menschen das Schreiben bei. Und auf einem spezialisierten Niveau tragen manche Menschen zu Fachpublikationen bei, andere schreiben Gedichte.

Die Beispiele des Umgangs mit Wasser und des Schreibens zeigen eine weitere Parallele zur Zukunftsbildung: Es scheint Konsens darüber zu herrschen, dass eine Grundkompetenz in allen drei Bereichen für alle Menschen wichtig ist. Je weiter wir auf der Kompetenzskala nach oben gehen, desto mehr erreichen wir Niveaus, die zwar gut, aber auf der spezialisiertesten Ebene wohl nur für wenige Menschen relevant sind.

4. Impulse aus der Erfassung von Kompetenzen

Ein Versuch, das zu erfassen und zu messen, worüber wir sprechen, kann die Diskussionsgrundlage erweitern und mehr Klarheit über den Untersuchungsgegenstand ermöglichen. Eine Erfassung kann nützlich sein, um Niveaus und potenzielle Verbesserungsbereiche zu diagnostizieren. Sie kann uns helfen zu erkennen, welche Aspekte von Zukunftsbildung gestärkt werden können und welche eher nicht.

Ein Ansatz zur Erfassung von Kompetenzen wurde von der Europäischen Kommission zu den digitalen Kompetenzen entwickelt. Wie oben erwähnt, verwendet sie die Struktur „Kompetenz = Wissen, Können und Haltungen“. Und sie teilt die Gesamtkompetenz in fünf Teilkompetenzen auf, wie etwa „Kommunikation und Zusammenarbeit“ oder „Problemlösung“. Für jede Unterkompetenz definiert sie, was Menschen auf unterschiedlichen Kompetenzniveaus tun. Die Idee dabei ist, dass Menschen, wenn sie etwas tun, über das dafür erforderliche Wissen und Können verfügen.

Geeignete Wege zur Erfassung zu finden, ist nicht trivial und wird nicht für jeden Aspekt funktionieren. Die Europäische Union fragt in ihrer Umfrage zur Techniknutzung in Haushalten etwa: „Haben Sie in den letzten 12 Monaten eine Website oder App genutzt, um einen Fahrdienst (z. B. mit dem Auto) von einer anderen Privatperson zu bestellen?“ (European Commission 2022). Wissen, Können und Haltungen fallen hier zusammen, lassen sich also nicht trennen. Aber die Frage ist leicht zu verstehen und mit einem klaren Ja oder Nein zu beantworten. Die Addition ähnlicher Fragen ergibt ein Bild der Gesamtkompetenz – inklusive der Möglichkeit, dass Menschen gewisse Dinge aus ethischen Gründen nicht tun. Wie im Schwimmbeispiel – und auch bei Zukunftsbildung – müssen entsprechende Rahmenbedingungen gegeben sein, damit jemand digitale Kompetenz nachweisen kann: Man muss sich einen Computer leisten können, Strom muss vorhanden sein etc.

5. Sechs Teilkompetenzen der Zukunftsbildung

Die folgenden sechs Teilkompetenzen sind für die Beschreibung der Kompetenz von Zukunftsbildung von wesentlicher Bedeutung. Sie folgen der Struktur „Kompetenz = Wissen, Können und Haltungen“ und sollten die Tür für die Messung öffnen.

Um zu diesen Teilkompetenzen zu gelangen, wurden mehrere Quellen und Zugänge verwendet. Das Buch *Transforming the Future – Anticipation in the 21st Century* (Miller 2018) war die Basis. Auf Seite 62 wird die Notwendigkeit eines sogenannten „Anticipatory Capability Profile“ (ACP) erwähnt – vielleicht kann man es auch „Anticipatory Competence Profile“ nennen. Auch die Literatur zur Theorie der Antizipation spielte eine wichtige Rolle: Robert Rosens *Anticipatory Systems* und *Life Itself* sowie die Arbeiten von Roberto Poli, Aloisius Louie und anderen. Dort wird herausgearbeitet, dass alle Lebewesen antizipieren, also ein voraussagendes Modell von sich und ihrer Umwelt haben.

Eine weitere Quelle waren Kursbeschreibungen mit Lernzielen von Zukunftsfortbildungen aus aller Welt, geleitet insbesondere von Riel Miller und Loes Damhof. Dazu kamen die Beschreibungen von Zukunftsbildung in Forschungsarbeiten und Gespräche mit einigen Zukunftsforscher*innen.

Außerdem kommt die praktische Erfahrung des Autors bei der Leitung von Dutzenden Zukunftselaboren und bei der Durchführung von Schulungen zum Design und zur Moderation dieser Methode. Dort wird immer gefragt: Was sollen die Teilnehmenden aus dieser Interaktion lernen und mit nach Hause nehmen? Was ist die Essenz dieser Schulung?

Gemäß der Idee, dass Zukunftsbildung eine allgemeine menschliche Kompetenz ist und nicht nur etwas für einige Menschen, sollen die Beschreibungen der Teilkompetenzen für viele Menschen verständlich sein – auch wenn sie selbst nicht über das genannte Wissen oder Können verfügen.

5.1 „Komplexität & Unsicherheit-Kompetenz“

Die erste Teilkompetenz ist nicht auf den Zukunftsbereich beschränkt, sondern ist für viele Disziplinen und Kompetenzen wichtig. Sie ist aber eine unverzichtbare Grundlage für eine zukunfts kompetente Arbeit. Diese „Komplexität & Unsicherheit-Kompetenz“ beinhaltet so viel wie möglich aus der Arbeit der Komplexitätsforscher Dave Snowden (Snowden &

Boone 2007) und Mika Aaltonen (2005) plus Kenntnisse von Niklas Luhmann (1987), Stuart Kauffman (1995), Manuel DeLanda (2006) und anderen. Die „Komplexität & Unsicherheit-Kompetenz“ umfasst:

- Das Verständnis, dass lebendige Systeme komplex – im Gegensatz zu kompliziert – sind, sowie die Konsequenzen und Vorteile der Komplexität und der damit verbundenen Mehrdeutigkeit.
- Ein Verständnis für die Nicht-Kennbarkeit und Unkontrollierbarkeit komplexer Systeme sowie eine daraus resultierende Haltung der Demut.
- Ein Verständnis für die Bedeutung der Wissensgenerierung durch kollektive Intelligenz für die Wahrnehmung und Einordnung des Umfelds. Dazu gehört ein Verständnis für die Bedeutung unterschiedlicher Perspektiven, von Sensoren, Experimenten, Mustererkennung usw.
- Das Können, Veranstaltungen und Prozesse zu entwerfen und durchzuführen, die die oben genannten Aspekte beinhalten.

5.2 „Multiple Zukünfte-Kompetenz“

Die zweite der sechs Teilkompetenzen dient häufig als Einstiegspunkt für Neulinge im Zukunftsfeld und führt zu klaren Lernzielen für Interventionen und didaktischen Konzepten. Die „Multiple Zukünfte-Kompetenz“ umfasst:

- Das Wissen, warum mehrere mögliche Zukünfte ein Merkmal komplexer Systeme sind.
- Die Fähigkeit, zwischen verschiedenen Zukunftsarten wie wahrscheinlichen und wünschenswerten Zukünften zu unterscheiden.
- Das Wissen über unterschiedliche Verwendungszwecke von Zukünften wie Planung, Optimierung, Vorbereitung und Emergenz.
- Das Wissen über das breite Spektrum an Elementen, die diese Zukünfte enthalten können, und die Fähigkeit, blinde Flecken zu erkunden.
- Die Fähigkeit, Inhalte aus verschiedenen Zukunftsperspektiven zu unterschiedlichen Themen zu analysieren und kritisch zu hinterfragen.
- Ein Bewusstsein für die ethische Dimension von Zukünften und Werten sowie das Können, mit unethischen Elementen angemessen umzugehen.

5.3 „Imagination & Annahmen-Kompetenz“

Die dritte und die vierte Teilkompetenz führen zum Kern dessen, worum es in der Zukunftsbildung geht. Die „Imagination & Annahmen-Kompetenz“ umfasst:

- Das Wissen, dass die Zukunft nur in unserer Vorstellung existiert.
- Das Wissen über die verschiedenen Möglichkeiten, Zukunftsbilder sichtbar zu machen, etwa durch Sprechen, Schreiben, Zeichnen, Spielen oder bildnerische Gestaltung.
- Ein Bewusstsein für die eigenen Zukunftsbilder und deren tiefe Verwurzelung in der Vergangenheit.

- Das Können und die Bereitschaft, sich die Zukunftsbilder anderer Menschen bewusst zu machen und Unterschiede zwischen den Bildern zu erkennen.
- Ein Verständnis für die Bedeutung der Annahmen und Antizipationssysteme hinter diesen Bildern.
- Das Können, Annahmen unterschiedlicher Art bei sich selbst und anderen zu erkennen und gegebenenfalls zu hinterfragen.
- Ein Bewusstsein für die psychologische Dimension und die Gefahren, die mit der Offenlegung tiefer und persönlicher antizipatorischer Systeme und Prozesse einhergehen – sowohl für den Einzelnen als auch für Gruppen.

5.4 „Neu-Rahmen & Experimentieren-Kompetenz“

Die „Neu-Rahmen & Experimentieren-Kompetenz“ umfasst:

- Ein Verständnis dafür, wie wichtig es ist, die Vorstellungskraft zu trainieren und zu erweitern.
- Die Offenheit für die Auseinandersetzung mit ungewohnten Zukunftsbildern.
- Die Fähigkeit, neue, alternative Annahmen zu entwickeln und daraus neue Zukunftsbilder zu erstellen, um die Perspektiven zu erweitern.
- Die Fähigkeit, diese experimentellen Zukunftsbilder mithilfe verschiedener Kreativitätstechniken wie Geschichtenerzählen, Spielen und Personas zu erforschen und zu vertiefen, die auch die unbewusste Vorstellungskraft aktivieren können.
- Ein Bewusstsein für die individuellen mentalen Grenzen und die organisatorischen Konsequenzen einer solchen Horizonterweiterung.

5.5 „Neues & Emergenz-Kompetenz“

Die fünfte Teilkompetenz ist charakteristisch für Zukünftebildung, spielt aber auch in anderen Kompetenzen eine Rolle: Die „Neues & Emergenz-Kompetenz“ umfasst:

- Wissen, dass Neues in komplexen adaptiven Systemen entsteht (Emergenz).
- Die Fähigkeit, die Unterschiede zwischen unterschiedlichen Zukunftsbildern und Annahmen zu erkennen und das Neue in der Gegenwart zu sehen.
- Die Fähigkeit, neue, wichtige Fragen zu stellen, die Türen zu neuen Handlungen öffnen können.
- Die Fähigkeit, ungewohnte Situationen zu kultivieren und zu bewältigen.
- Eine individuelle Offenheit, neues Terrain, neue Gedanken, neue Themen zu entdecken.
- Ein Bewusstsein für die Herausforderungen, die mit dem Weg von der Entdeckung zur tatsächlichen Innovation in der Gegenwart verbunden sind.

5.6 „Wirkung & Handlung-Kompetenz“

Schließlich ist die sechste Teilkompetenz wiederum nicht nur für Zukünftebildung relevant, aber sie vervollständigt die Beschreibung und stellt die Verbindung zur ersten Kompetenz

her. In der theoretischen Literatur ist Antizipation immer mit Handeln verbunden – einschließlich der Option, nicht zu handeln. Die „Wirkung & Handlung-Kompetenz“ umfasst:

- Die Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Antizipation, Imagination und Handeln in der Gegenwart.
- Ein Verständnis der Möglichkeiten und Grenzen der Handlungsfähigkeit in komplexen, emergenten, antizipatorischen Systemen.
- Die Fähigkeit, aus unterschiedlichen Zukunftsbildern konkrete Maßnahmen abzuleiten.
- Die Möglichkeit, aus einer Vielzahl möglicher Aktionen auszuwählen und diese Aktionen gemeinsam mit anderen Menschen zu erkunden.
- Passende Maßnahmen tatsächlich umzusetzen.

Diese sechs Teilkompetenzen sind eng miteinander verbunden. Sie ergänzen sich. Eine Hierarchie scheint es nicht zu geben. Insbesondere die Verbindung zwischen (6) „Wirkung & Handlung“ und (1) „Komplexität & Unsicherheit“ scheint es wert, durch eine kreisförmige Anordnung statt einer Liste hervorgehoben zu werden. Dies ist in Abbildung 1 dargestellt.



Abbildung 1: Sechs Teilkompetenzen der Zukunftsbildung (eigene Darstellung)

Natürlich ist es möglich, sich mehr auf eine Teilkompetenz als auf eine andere zu konzentrieren bzw. irgendwo anzufangen oder es einfacher und natürlicher zu finden, sich eher auf eine Teilkompetenz als auf eine andere zu konzentrieren. Wenn Menschen ihre Zukunftsbildung stärken, dann können spezifische Bereiche für individuelle Verbesserungsbedarfe sichtbar werden. Basierend auf den sechs Teilkompetenzen können entsprechend gestaltete Fragebögen dabei helfen, Bereiche relativer Stärken oder Schwächen zu diagnostizieren, die mit gezielten Lerninterventionen angegangen werden können.

Die Ergebnisse könnten den hypothetischen Kompetenzprofilen in Abbildung 2 ähneln, wo dunklere Felder ein höheres Kompetenzniveau signalisieren. Beispielsweise erkennt der*die „Idealist*in“ die Pluralität der Zukünfte an, ist aber nicht in der Lage oder willens, wirklich in Alternativen zu denken. Der*Die hypothetische „Analyst*in“ kann tief in verschiedene Annahmen einsteigen, tut sich aber schwer damit, im Einklang mit dieser Analyse zu

handeln. Im Gegensatz dazu ist der*die „Macher*in“ sehr zielorientiert, hat aber nur ein begrenztes Verständnis von Komplexität und multiplen Zukünften.

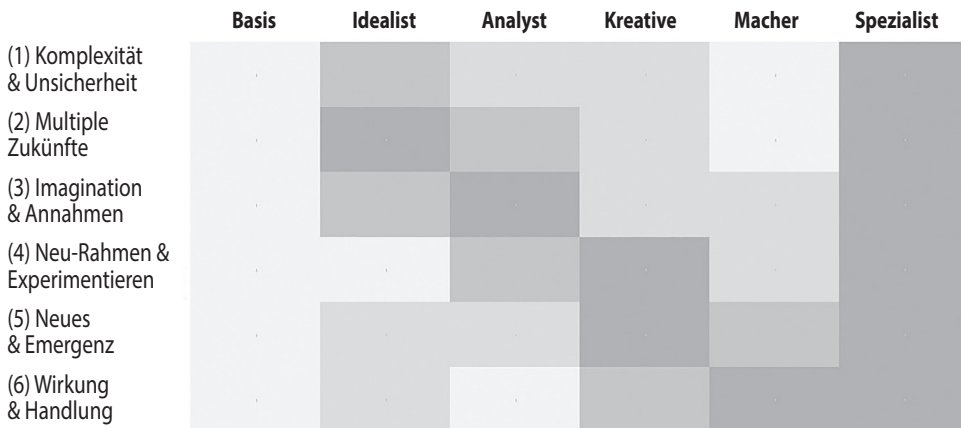


Abbildung 2: Hypothetische Profile von Stärken und Schwächen in der Zukunftsbildung (eigene Darstellung)

6. Vier Niveaus der Zukunftsbildung

Wie oben erwähnt, können Kompetenzen auf verschiedenen Niveaus oder in unterschiedlichen Ausprägungen vorhanden sein. Vier Niveaus von Zukunftsbildung werden hier vorgeschlagen:

- **A-Basis:** Alle Menschen stellen sich regelmäßig verschiedene Zukünfte vor. Sie planen ihren Tag oder einen Urlaub. Sie haben Wünsche für ihren Geburtstag, ihr Privatleben oder ihre berufliche Laufbahn. Sie wissen auch, dass die Zukunft nicht immer so verläuft, wie erwartet oder gewünscht. Aber sie sind dennoch in der Lage, in der Gegenwart zu handeln. Neuen Ideen und Aktivitäten gegenüber sind sie aufgeschlossen.
- **B-Einstieg:** Viele Menschen stellen sich verschiedene Zukunftsszenarien bewusster vor. Sie verbringen mehr Zeit als andere damit, strukturierter über verschiedene Zukünfte nachzudenken – oft gemeinsam mit anderen. Sie sind sich der Gründe bewusst, warum sie bestimmte Erwartungen und Wünsche haben. Manchmal erweitern sie ihre Vorstellungskraft, indem sie bewusst alternative Zukunftsbilder entwickeln und diese diskutieren. So wollen sie in der Gegenwart mehr Eindrücke wahrnehmen und neue Handlungs-ideen entwickeln.
- **C-Fortgeschrittene:** Manche Menschen stärken und praktizieren ihre Zukunftsbildung regelmäßig. Sie lesen zum Beispiel grundlegende Texte zu Komplexität oder Antizipation und sprechen mit anderen über diese Themen. Sie nehmen regelmäßig an Veranstaltungen teil, bei denen unterschiedliche Zukunftsbilder entworfen werden. Manchmal gestalten und moderieren sie solche Veranstaltungen. Sie haben einen starken ethischen Kompass entwickelt. Sie sind in der Lage, sich unterschiedliche Zukunftsbilder vorzustellen und entwickeln in Prozessen der kollektiven Wissensbildung regelmäßig relevante neue Handlungsoptionen für die Gegenwart.

- *D-Spezialisierte*: Einige Menschen haben sich stark auf Zukunftsbildung spezialisiert. Sie schreiben und lehren über Komplexität, Antizipation usw. Einige von ihnen entwerfen und erstellen ein breites Spektrum an Prozessen zur Entwicklung von neuem Wissen über Zukünfte auf Grundlage kollektiver Intelligenz, die für den jeweiligen Kontext geeignet sind. Einige entwickeln neue Wege und Methoden, um mit antizipatorischen Systemen und Prozessen umzugehen. Einige schulen andere darin, wie man dies auf ethische Weise tut.

7. Ausblick auf offene Fragen und nächste Schritte

In diesem Beitrag wurde die Kompetenz der Zukunftsbildung im Einklang mit anderen Kompetenzen beschrieben: Kompetenz = Wissen, Können und Haltungen. Es wurden sechs Teilkompetenzen vorgeschlagen, die gut voneinander abgegrenzt und leicht verständlich sein sollten. Außerdem wurden vier verschiedene Kompetenzniveaus vorgeschlagen.

Viele Herausforderungen rund um die Beschreibung von Zukunftsbildung konnten hier nicht behandelt werden. Derzeit arbeitet der Verfasser daran, wie die verschiedenen Kompetenzniveaus diagnostiziert oder erfasst werden können. Der Ansatz der EU zur Erfassung digitaler Kompetenzen durch die Addition der von einer Person durchgeführten Aktivitäten scheint für unseren Fall nicht angemessen zu sein. Die verschiedenen Niveaus der Zukunftsbildung erfordern unterschiedliche Aktivitäten. Daher könnte es Sinn machen, für jede Zelle in der Sechs-mal-vier-Matrix der Teilkompetenzen und Niveaus spezifische Fragen zu stellen. Erste Fragensequenzen existieren. Jede dieser Sequenzen beginnt mit einer sehr einfachen Frage zu Zukunftsbildung, die fast jeder Mensch beantworten kann. Die Idee ist, die normale, alltägliche Auseinandersetzung mit dem Später zu würdigen. Dann werden die Fragen schwieriger, da sie versuchen, höhere Kompetenzniveaus zu erfassen. Für das fortgeschrittene Niveau kann es sinnvoll sein, zur Überprüfung nach einigen Erklärungen zu fragen. Und die Frage auf dem spezialisierten Niveau sollte schwieriger zu verstehen und in allen sechs Teilkompetenzen sehr schwer zu bestätigen sein.

Literatur

- Aaltonen, Mika (2005). *Complexity as a sensemaking Framework*. FFRC Publications.
- Bergheim, Stefan (2022). *On the Evaluation of Futures Literacy Laboratories*. ZGF.
- Bergheim, Stefan (2003). *Patterns of Anticipatory Assumptions*. ZGF.
- Center for Curriculum Redesign (2015). *Four-Dimensional Education: The Competencies Learners Need to Succeed*. <https://curriculumredesign.org/our-work/four-dimensional-21st-century-education-learning-competencies-future-2030/>
- de Boer, Anke, Damhof, Loes & Wiekens, Carina (2018). *How Futures Literate are you? Exploratory research on how to operationalize and measure Futures Literacy*. Paper for the International Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA) – Future in the Making.
- DeLanda, Manuel (2006). *A New Philosophy of Society*. Continuum, London.
- Dudenredaktion (o. J.): „Bildung“ auf Duden online. URL: <https://www.duden.de/node/22675/revision/1425318> (Abrufdatum: 12.03.2025)

- Ehlers, Ulf-Daniel (2020). *Future Skills – Future Learning and Future Higher Education*. Springer VS.
- European Commission (2022). *Community survey on ICT usage in households and by individuals – Variables collected / published 2003–2022*.
- European Commission (2023). *Competence framework for 'innovative policymaking'*. https://knowledge4policy.ec.europa.eu/visualisation/competence-framework-innovative-policymaking_en
- Karlsen, Jan (2021). *Futures Literacy in the Loop*. *European Journal of Futures Research*, 9:17, <https://doi.org/10.1186/s40309-021-00187-y>
- Kauffman, Stuart (1995). *At Home in the Universe*. Oxford University Press.
- Lalot, Fanny, Ahvenharju, Sanna, Minkkinen, Matti & Wensing, Enrico (2020). Aware of the Future? Development and Validation of the Futures Consciousness Scale. *European Journal of Psychological Assessment*, 36(5), 874–888.
- Louie, Aloisius (2010). Robert Rosen's Anticipatory Systems. *Foresight*, 12(3), 18–29.
- Louie, Aloisius (2019). Relational Biology. In Roberto Poli (ed.), *Handbook of Anticipation* (pp. 191–218). Springer.
- Luhmann, Niklas (1987). *Soziale Systeme*. Suhrkamp,
- Martin, John P. (2018). *Skills for the 21st century: Findings and policy lessons from the OECD survey of adult skills*. OECD Education Working Papers No. 166. OECD Publishing, Paris.
- Miller, Riel (2007). Futures Literacy: A Hybrid Strategic Scenario Method. *Futures* 39, 341–362.
- Miller, Riel (2011). Futures Literacy – Embracing Complexity and Using the Future. *Ethos*, Issue 10, 23–28.
- Miller, Riel (Ed.) (2018). *Transforming the Future – Anticipation in the 21st Century*. Routledge.
- Miller, Riel & Richard Sandford (2019). Futures Literacy: The Capacity to Diversify Conscious Human Anticipation. In Roberto Poli (ed.), *Handbook of Anticipation* (pp. 73–91). Springer.
- Nadin, Mihai (2012). Prolegomena – What Speaks in Favor of an Inquiry into Anticipatory Processes? In Robert Rosen (ed.) (2012), *Anticipatory systems: Philosophical, mathematical and methodological foundations*. Second Edition. Springer.
- OECD (2019). *Future of Education and Skills 2030 Concept Note*. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/1-1-learning-compass/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf
- OECD (2022). *OECD/INFE Toolkit for Measuring Financial Literacy and Financial Inclusion*. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-infe-toolkit-for-measuring-financial-literacy-and-financial-inclusion-2022_cbc4114f-en.html
- Poli, Roberto (2019). Introducing Anticipation. In Roberto Poli (ed.), *Handbook of Anticipation* (pp. 3–16). Springer.
- Rodrigues, Margarida, Fernández-Macías, Enrique & Sostero, Matteo (2021). *A unified conceptual framework of tasks, skills and competences*, Seville. European Commission, JRC121897.
- Rosen, Robert (1991). *Life Itself: A Comprehensive Inquiry into the Nature, Origin, and Fabrication of Life*. Columbia University Press.
- Rosen, Robert (1985/2012). *Anticipatory systems: Philosophical, Mathematical and Methodological Foundations*. Second Edition. Springer.

- Snowden, Dave & Mary Boone (2007). *A Leaders Framework for Decision Making*. Harvard Business Review.
- Suessenbach, Felix, Winde, Mathias, Klier, Julia & Kirchherrm Julian (2021). *Future Skills 2021: 21 Kompetenzen für eine Welt im Wandel*. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.
- Vuorikari, Riina, Kluge, Stefano & Punie, Yves (2022). *DigComp 2.2 – The Digital Competence Framework for Citizens*, EUR 31006 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- World Economic Forum (2016). *New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology*.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eigene Darstellung

Abbildung 2: Eigene Darstellung

Zukünfte zeichnen und programmieren

Mit Ozobots Zukunftsperspektiven kommunizieren – ein Workshopkonzept

1. Einleitung

Die zunehmende Komplexität und Volatilität unserer Welt und die rasante Entwicklung technologischer Innovationen erfordern von jungen Menschen eine besondere Fähigkeit: Vorstellung und Gestaltung möglicher Zukünfte. Diese Kompetenz, bekannt als *Futures Literacy* (UNESCO 2019), beschreibt die Fähigkeit, sich aktiv und reflektiert mit potenziellen Zukünften auseinanderzusetzen. Um diese Zukunftsgestaltungskompetenz auch Kindern und Jugendlichen näherzubringen und um sich auch auf das Denkbarmachen alternativer Zukünfte einzulassen, braucht es entsprechende Methoden und didaktische Konzepte. Dass Roboter in verschiedenen Ausführungen in den Zukunftsvorstellungen von Kindern eine Rolle spielen, ist weithin bekannt (Sippl & Tengler 2024). Können Roboter aber auch als Werkzeug dienen, um zur kreativen Annäherung und Förderung einer Zukunftsgestaltungskompetenz zu gelangen? Ein vielversprechender Ansatz, um diese Kompetenz bereits bei Kindern und Jugendlichen zu entwickeln, liegt in der Verknüpfung narrativer Elemente mit technologischen Anwendungen, beispielsweise durch den Einsatz programmierbarer Roboter (Tengler 2023). Storytelling, eine Methode zur Wissensvermittlung, hat sich als effektives Werkzeug erwiesen, um abstrakte Konzepte in greifbare und bedeutungsvolle Erlebnisse zu übersetzen (Green et al. 2003). Durch das Erzählen und Erleben von Geschichten wird nicht nur das kognitive Verständnis gefördert, sondern auch die emotionale Auseinandersetzung mit komplexen Themen angeregt. Eine große Herausforderung ist dabei aber die Entkolonialisierung der Vorstellungskraft, wenn man sich mögliche Zukunftsszenarien vorstellt (Björkén-Nyberg & Hoveskog 2023).

Programmierbare Roboter, wie beispielsweise Ozobots, bieten eine innovative und spielerische Herangehensweise an technische und logische Denkprozesse. Ihre intuitive Handhabung macht sie besonders geeignet für Schüler*innen in Primar- und Sekundarstufe I, um in einem handlungsorientierten Kontext sowohl technische als auch kreative Fertigkeiten erlernen zu können (Bartneck et al. 2024). Indem die Schüler*innen die Roboter programmieren, um sich durch von ihnen entworfene Welten zu bewegen, wird ein Verständnis für logische Abläufe und kausale Zusammenhänge entwickelt und durch die Methode des Storytellings wird das entstandene Wissen kommuniziert (Tengler 2023). Die Kombination dieser Ansätze – Storytelling und Robotik – ermöglicht eine Lernumgebung, in der Schüler*innen spielerisch Szenarien entwerfen und umsetzen. Diese handlungsorientierte Methode regt nicht nur die Kreativität an, sondern vermittelt auch ein tiefes Verständnis für die Wechselwirkungen zwischen Technologie, Gesellschaft und Umwelt. Zusätzlich bereichern interaktive Technologien wie Robotik den Lernprozess, indem sie die Aufmerksam-

keit der Lernenden steigern und zur intrinsischen Motivation beitragen (Essien & Parbanath 2024). Heras und Tabara (2014) haben erforscht, dass narrative und performative Methoden eine effektive Strategie sind, um Schüler*innen dazu zu ermutigen, aktiv über nachhaltige Zukunftsszenarien nachzudenken und diese kritisch zu hinterfragen.

Der vorliegende Beitrag beschreibt ein Workshopkonzept, das diese Ansätze miteinander verbindet und die Methode *Tell, Draw & Code* einsetzt. Ziel ist es, Schüler*innen in die Lage zu versetzen, mithilfe von programmierbaren Robotern und Storytelling Zukunftsszenarien zu imaginieren und zu gestalten.

2. Zukünfte antizipieren

2.1 Zukünfte vorstellen und darstellen

Während das Erschaffen von Bildern für Erwachsene oftmals eine Herausforderung darstellt, gelingt es Kindern oft recht mühelos, da Zeichnen für sie eine grundlegende Ausdrucksform ist (Oberhauser 2022, 288). Durch ihren, im ersten Ansatz, unbeschwerten Zugang können sie wissenschaftliche Überlegungen altersgerecht durch Zeichnen vermitteln und dabei ihre Kreativität nutzen, um ihr Verständnis wissenschaftlicher Konzepte oder etwa Verständnis für Umwelt- und Nachhaltigkeitsthemen zum Ausdruck zu bringen (Kalafati et al. 2024). Visuelle Strukturen, ähnlich wie sprachliche Strukturen, beeinflussen die Interpretation der durch ein Bild übermittelten Bedeutungen. Beispielsweise fungieren die Anordnung der Bildelemente sowie die Unterteilungen und Verbindungen zwischen diesen als semiotische Ressourcen. Die Art und Weise, wie diese Ressourcen von Erstellenden und Rezipierenden interpretiert werden, basiert dabei auf kulturellen Annahmen (Monteira et al. 2024). Die Auseinandersetzung mit komplexen Herausforderungen, wie z. B. globale Nachhaltigkeit, Klimakrise etc., und die Vermittlung wissenschaftlicher Inhalte und durch Zeichnungen stellt einen vielschichtigen Ansatz dar. Dieser kombiniert visuelle Semiotik, gestalterische Prinzipien und innovative Illustrationstechniken, um abstrakte und multidimensionale Themen anschaulich und zugänglich zu machen. Zeichnungen dienen hierbei als kognitives Werkzeug, das insbesondere Kindern hilft, komplexe Zusammenhänge zu erfassen und eigene Ideen visuell auszudrücken (Kekeritz & Kubandt 2022). Wichtig ist dabei, Kindern die Möglichkeit zu geben, ihre Zeichnungen zu präsentieren, zu diskutieren und zu interpretieren. Dieser interaktive Prozess kann ihr Verständnis vertiefen und ihnen helfen, ihre Gedanken und Ideen klarer zu artikulieren. Zudem fördert er eine kollaborative Lernumgebung, in der Kinder voneinander lernen können (Oberhauser & Schönknecht 2022).

Die Frage, wie Kinder sich die Zukunft vorstellen, weist für sie häufig eine hohe Abstraktionsebene auf. Eine mögliche Erleichterung des Zugangs kann durch die Vorgabe konkreter Zeitangaben, wie beispielsweise „in 20 Jahren“ oder „in 50 Jahren“ (Sippl & Tengler 2024) erreicht werden oder durch die Anregung, die Zukunft aus der Perspektive von Erwachsenen zu betrachten, „was vermutlich in Bezug auf die Erwachsenen aus dem Lebenskontext des Kindes geschieht, den Zeichnerinnen und Zeichnern hilft, Ideen darüber zu entwickeln und abzubilden, wie das eigene Leben später sein könnte“ (Kleeberg-Niepage 2016, 207).

2.2 Zukünfte programmieren

Das Workshopkonzept beruht auf dem didaktischen Design der Methode *Tell, Draw & Code*¹, die Storytelling, das Zeichnen und Gestalten von Inhalten und das visuelle Programmieren von Bodenrobotern verbindet, um Schüler*innen an erstes Programmieren heranzuführen, problemlösendes Denken (*Computational Thinking*) zu fördern und sich gleichzeitig mit verschiedenen Themen auseinanderzusetzen (Tengler 2023, 96). Die in diesem Fall eingesetzten Roboter sind Ozobots, die aufgrund ihrer Sensoren an der Unterfläche Linien folgen und sich durch ihre Größe (ca. 2,5 cm) und ihre einfache visuelle Programmierung durch Farbcodes besonders für Schüler*innen der Primarstufe und Sekundarstufe I eignen. Angewendet und untersucht wurde die Methode schon zu unterschiedlichsten Themen im fächerübergreifenden Unterricht, z. B. für das Gestalten von Zukunftsmärchen (Brandhofer & Tengler 2023), aber auch mit anderen Robotern, wie z. B. mit Beebots (Tengler et al. 2021). Durch diese interaktive Lernumgebung schaffen es Schüler*innen spielerisch, Szenarien zu entwerfen und diese unter Anwendung von Farbcodes und Linien als visuelle Programmierungsumgebung praktisch umzusetzen. Die Methode wird verwendet, „um die Fähigkeit zu aktivieren, über die Vergangenheit, die Gegenwart und die Zukunft nachzudenken, und gleichzeitig Problemlösestrategien zu erkennen oder zu entwickeln“ (Brandhofer & Tengler 2023, 64). In einem solchen Szenario können die Schüler*innen beispielsweise ihre eigene Stadt der Zukunft planen und gestalten, unter Verwendung von alltäglichen Materialien, wie Papier, Folien oder Schachteln. Gleichzeitig programmieren sie die Ozobots, um diese zukünftigen Landschaften zu durchqueren. Das Konzept von *Tell, Draw & Code* bedient sich der Stärken des Analoges und des Digitalen gleichermaßen und trägt zur Förderung weiterer Kompetenzen bei, die für Schüler*innen im 21. Jahrhundert relevant sind (Stork 2020). Dazu zählen insbesondere Kommunikation, Kollaboration und Kreativität (Tengler 2020).

3. Zukünfte-Workshop

3.1 Planung des Workshops

Konzipiert ist der Workshop für einen Ganzttag (Tabelle 1) oder aufgeteilt auf zwei Halbtage für Schüler*innen der Primar- oder Sekundarstufe I, beginnend mit einer Einführung in das Arbeiten mit den Robotern und dem Kennenlernen und ersten Versuchen der Programmierung, gefolgt von einem Brainstorming zum gewählten Thema, in diesem Fall zur Stadt der Zukunft, in der Entwicklungen hinsichtlich Gebäude, Mobilität, Umwelt(-schutz) etc. thematisiert werden. Den überwiegenden Teil umfassen die Gestaltung und Programmierung der jeweiligen „Stadt der Zukunft“, die in Gruppenarbeit durchgeführt wird. Abhängig von der Zusammensetzung der Gruppe kann entweder jede Gruppe eine eigenständige Stadt konzipieren oder es können alle Teilnehmenden kollaborativ an einem gemeinsamen Projekt arbeiten.

1 Entwickelt und evaluiert wurde die Methode in einem längerfristigen, designbasierten Forschungsprojekt im Rahmen eines Dissertationsprojektes (Tengler 2022).

Workshop: Zukünfte zeichnen und programmieren				
Zeit	Programm- punkt	Inhalte/Aktivitäten	Ziele	Ressourcen
09:00 – 09:30	Begrüßung und Einführung	– Vorstellung – Annäherung an das Thema Roboter	– Einführung ins Thema – Interesse wecken	
09:30 – 10:15	– Einführung in Ozobots	– Funktionsweise der Ozobots – Einführung in Farbcode-Programmierung – Erste Übungen mit Ozobots	– Verständnis für die Technologie bekommen – Entwicklung erster Programmierfähigkeiten	– Ozobots – Filzstifte (Schwarz, Rot, Blau, Grün) – Papier – Klebepunkte
10:15 – 11:00	Erste praktische Übung	– Zeichnen und Testen von Linien mit Farbcodes – Beobachtung der Reaktionen der Ozobots	– Vertiefung der Programmierfähigkeiten – Fehleranalyse und Anpassung	– Ozobots – Farbstifte – Papier – Klebepunkte
11:00 – 11:30	Lehrgespräch und Diskussion: Stadt der Zukunft	– Diskussion: Wie könnte eine Stadt der Zukunft aussehen? (Häuser, Mobilität, Umwelt,...) – Brainstorming	– Förderung des kritischen Denkens und der Zukunftsbildung – Entwicklung erster Ideen zur Stadt der Zukunft	– Whiteboard
11:30 – 12:00	Reflexion und Ideen sammeln	– Erste Konzeptskizzen für die Gruppenarbeit	– Vorbereitung auf die kreative Arbeit am Nachmittag	– Papier und Stifte
12:00 – 13:00	Mittagspause			
13:00 – 15:00	Gruppenarbeit: Stadt der Zukunft konzipieren und Gestalten	– Entwicklung eines Stadtkonzepts der Zukunft – Zeichnen oder Bauen der Stadt mit Materialien – Integration der Ozobots	– Förderung der Kreativität und Teamarbeit – Anwendung der Programmierkenntnisse – Vorstellungskraft nutzen, um alternative Szenarien und Zukünfte zu entwickeln	– Ozobots – Farbstifte, Papier – Alltagsmaterialien (Schachteln, Folie, Klebstoff, Scheren etc.)
15:00 – 15:45	Präsentation und Feedback	– Präsentation der Städte durch die Gruppen – Feedback durch Lehrperson und Mitschüler*innen	– Üben von Präsentationstechniken – Reflektieren der Ergebnisse	– Präsentationsfläche (Tische, Whiteboard)
15:45 – 16:00	Abschlussrunde und Reflexion	– Diskussion: Was wurde gelernt? Was war besonders spannend	– Vertiefung der Lernerfahrung – Feedback geben und sammeln	– Flipchart oder Whiteboard für abschließende Stichpunkte

Tabelle 1: Planung des Workshops

3.2 Durchführung des Workshops

Durchgeführt wurde dieser Workshop in zwei aufeinanderfolgenden Jahren im Rahmen der SommerHOCHschule der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich (PH NÖ). Diese wird in Kooperation mit der Stadt Baden jedes Jahr Anfang August am Campus Baden der PH NÖ durchgeführt. Etwa 100 Schüler*innen im Alter von 10 bis 14 Jahren erhalten die Möglichkeit, eine Woche lang an einer Vielzahl von Workshops teilzunehmen, die kreative, wissenschaftliche und sportliche Themen abdecken. Die Workshops werden von Lehramtsstudierenden vorbereitet und geleitet. Diese entwickeln ihre Konzepte im Vorfeld in Zusammenarbeit mit den Lehrenden der entsprechenden Fachbereiche. Die Themen der Workshops sind breit gefächert und reichen von kreativen Gestaltungsprojekten über wissenschaftliche Experimente bis hin zu sportlichen Aktivitäten. Auch technologische Inhalte, wie der im Beitrag beschriebene Workshop mit den Ozobots, zählen zum Angebot. Die Inhalte sollen den Schüler*innen grundlegende Kompetenzen in unterschiedlichen Bereichen vermitteln und sie zur weiteren Auseinandersetzung mit den jeweiligen Themen anregen. Am Workshop „Zukünfte zeichnen“ nahmen in den vergangenen beiden Jahren ca. 35 Schüler*innen der Sekundarstufe teil.

4. Gestaltete Zukünfte

4.1 Stadt der Zukunft

Im Rahmen des Workshops wurden verschiedene Möglichkeiten zur Entfaltung individueller Potenziale angeboten, die darauf abzielen, das Interesse und die Neugier der Schüler*innen nachhaltig zu fördern. Die im Rahmen des Workshops entwickelten Zukunftsstädte zeichneten sich durch innovative und nachhaltige Konzepte aus, die Aspekte einer ressourcenschonenden und lebenswerten urbanen Umgebung berücksichtigen. Die Schüler*innen entwarfen Städte, die alternative Energiequellen wie futuristische Windräder und energieerzeugende Türme (siehe Abb. 1) nutzen, um eine nachhaltige Energieversorgung sicherzustellen.



Abbildung 1: Futuristische Windräder und energieerzeugende Türme (© Tengler)

Zudem wurde die Elektromobilität als emissionsarme Fortbewegungsmöglichkeit integriert, womit das Bewusstsein für umweltfreundliche Verkehrskonzepte widerspiegelt wird. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf einer effizienten und einfachen Bauweise, die ressourcenschonend und zugleich funktional gestaltet wurde. Als soziale Wohnform wurden Gemeinschaftswohnungen konzipiert, um den sozialen Austausch und ein nachhaltiges Zusammenleben zu fördern. Besondere Aufmerksamkeit galt innovativen Lösungen zur Klimaanpassung, wie der Wandkühlung durch Papierstreifen (siehe Abb. 2), die als kreative Maßnahme zur Regulierung von Temperaturen in Innenräumen entwickelt wurde.

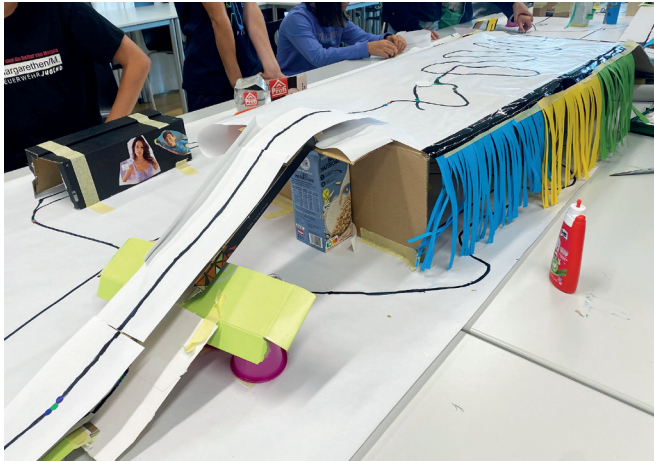


Abbildung 2: Gemeinschaftshäuser mit Wandkühlung durch Papierstreifen (© Tengler)

Zudem legten die Schüler*innen großen Wert auf eine umweltfreundliche Stadtgestaltung mit vielen Grün- und Wasserflächen, die sowohl der Erholung als auch der Verbesserung des Stadtklimas dienen (siehe Abb. 3).

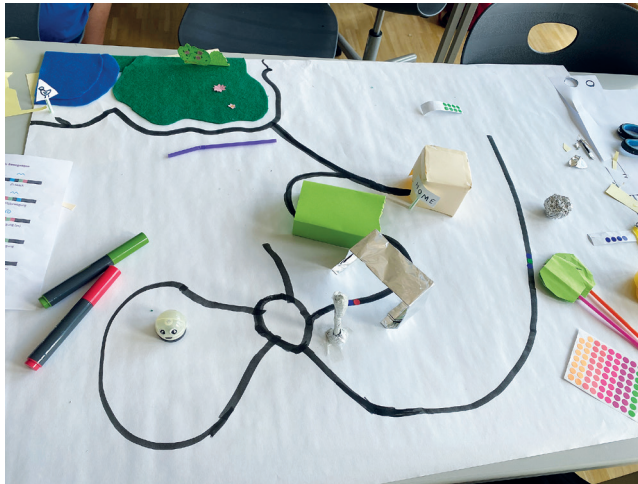


Abbildung 3: Grün- und Wasserflächen dienen zur Erholung (© Tengler)

Ergänzt wurden diese Konzepte durch die Integration von Spiel- und Freizeitmöglichkeiten, die eine hohe Lebensqualität und soziale Teilhabe ermöglichen.

4.2 Entfaltete Stärken

Im Folgenden werden jene spezifischen Kompetenzen und Stärken angeführt, die auf Grundlage der bisherigen Erfahrungen der Workshops der letzten beiden Jahre identifiziert werden konnten.

- *Kreativität und Imagination:* Die Gestaltung und Konzeptualisierung der „Stadt der Zukunft“ bot den Schüler*innen eine gute Möglichkeit, ihre Kreativität zu entfalten und innovative Ideen zu entwickeln. Sie setzten sich mit der Herausforderung auseinander, alternative Konzepte für eine lebenswerte Zukunft zu entwerfen, die über ihre alltäglichen Erfahrungen hinausgingen. Durch das Zeichnen und Modellieren visualisierten sie ihre abstrakten Ideen und setzten diese in greifbare Formen um. Der explorative und spielerische Zugang zu Zukunftsbildern förderte eine offene und kreative Auseinandersetzung mit zentralen Themen wie Umwelt, Technologie und Gesellschaft. Dabei wurde ein Denkraum geschaffen, der es den Schüler*innen ermöglichte, ohne die Einschränkung bestehender Denkmuster innovative Lösungsansätze zu entwickeln und alternative Zukunftsperspektiven zu reflektieren.
- *Problemlösefähigkeiten (Computational Thinking):* Das Programmieren der Ozobots forderte die Schüler*innen dazu auf, strukturiert und analytisch zu denken, um gewünschte Ergebnisse zu erzielen. Sie lernten, komplexe Aufgaben in kleinere, lösbare Schritte zu zerlegen, und entwickelten so ein Verständnis für strukturiertes Problemlösen. Indem sie die Farbcodes der Roboter testeten, analysierten und anpassten, durchliefen sie iterative Zyklen aus Fehlererkennung und Verbesserung. Diese praktischen Erfahrungen stärkten ihr logisches Denken und ihre Fähigkeit, die Konsequenzen ihrer Programmierentscheidungen vorherzusehen. Durch die Einführung in die Funktionsweise der Ozobots und

deren visuelle Programmierung erlernten sie, wie Roboter auf einfache Befehle reagierten, und sammelten erste Erfahrungen im Programmieren, die als Grundlage für den Einstieg in komplexere Programmiersprachen dienten.

- *Kritisches Denken und Zukunftsbildung:* Die Auseinandersetzung mit der „Stadt der Zukunft“ regte die Schüler*innen dazu an, über gesellschaftliche, technologische und ökologische Fragen nachzudenken. Sie reflektierten globale Herausforderungen wie den Klimawandel, die Urbanisierung und technologische Entwicklungen und erkannten dabei die Wechselwirkungen zwischen diesen Themen. Indem sie eigene Visionen entwarfen, lernten sie, strategisch und zukunftsorientiert zu denken, alternative Szenarien zu entwickeln und sich aktiv mit potenziellen Problemlösungen für die Zukunft zu beschäftigen.
- *Kommunikation und Teamarbeit:* Die Zusammenarbeit in Gruppen förderte die sozialen Kompetenzen der Schüler*innen, indem sie lernten, effektiv zu kommunizieren, Ideen zu teilen und gemeinsam Lösungen zu entwickeln. Durch konstruktive Diskussionen übten sie, eigene Meinungen zu äußern, auf Kritik einzugehen und sich auf gemeinsame Ziele zu einigen. Zudem hatten die Schüler*innen die Möglichkeit, unterschiedliche Rollen innerhalb der Gruppe zu übernehmen, wie etwa Planer*in, Zeichner*in oder Programmierer*in, wodurch sie verschiedene Perspektiven kennenlernten und ein Verständnis für Teamdynamiken entwickelten.

4.3 Erkenntnisse aus der Praxis

Aus den bisher durchgeführten Workshops lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten: Die effiziente und zielführende Durchführung dieses Workshops bedarf auf jeden Fall einer umfassenden Vorbereitung seitens der beteiligten Verantwortlichen, in diesem Falle der Lehramtsstudierenden. Die Studierenden sollten unbedingt mit der Funktionsweise und Programmierung der Ozobots vertraut sein und wie man diese entsprechend einführt. Dies umfasst die Anwendung von Farbcodes, das Testen von Programmiersequenzen und die Fähigkeit, mögliche Fehler zu erkennen und zu beheben. Außerdem sollten alle Ressourcen (aufgeladene Roboter, Papier, Bastelmaterial etc.) rechtzeitig vorbereitet werden, um einen reibungslosen Ablauf des Workshops zu gewährleisten.

Ebenso wichtig ist die methodisch-didaktische Vorbereitung. Die Lehramtsstudierenden sollten das didaktische Konzept *Tell, Draw & Code* kennen, um es gezielt in den Workshop zu integrieren. Dazu gehört das Überlegen von Fragen und Feedbackmethoden, um die Schüler*innen im Brainstorming und in Reflexionsphasen anzuleiten. Besonders im Hinblick auf das Thema *Stadt der Zukunft* ist es entscheidend, dass die Studierenden in der Lage sind, Lehrgespräche strukturiert durchzuführen und Impulse zu setzen, die zum Nachdenken und zur kreativen Weiterentwicklung anregen. Um das Brainstorming zur Stadt der Zukunft anzuleiten, ist es von Vorteil, wenn sich die Studierenden davor intensiv mit Zukunftsthemen wie Nachhaltigkeit, Umweltschutz und technologischen Innovationen auseinandersetzen. Dieses Hintergrundwissen macht es ihnen einfacher, fundierte und thematisch relevante Fragestellungen einzubringen, welche die Schüler*innen dazu anregen, sich mit aktuellen und zukünftigen gesellschaftlichen Herausforderungen auseinanderzusetzen.

5. Fazit

Das hier vorgestellte Workshopkonzept zeigt, dass die Kombination aus narrativen Methoden und technologiebasierten Ansätzen eine effektive Möglichkeit darstellt, junge Menschen zur aktiven Auseinandersetzung mit Zukunftsszenarien zu befähigen. Durch die Verknüpfung von Storytelling mit der Programmierung von Ozobots werden sowohl kreative als auch analytische Denkprozesse angeregt. Die Teilnehmenden entwickeln Kompetenzen in den Bereichen Zukunftsdenken, Problemlösen und technologischem Verständnis.

Das didaktische Konzept *Tell, Draw & Code* ermöglicht es den Lernenden, durch Zeichnen, Modellieren und Programmieren mögliche Zukunftsbilder zu entwerfen. Dabei wird nicht nur die Vorstellungskraft gefördert, sondern auch ein Bewusstsein für nachhaltige, technologische und gesellschaftliche Herausforderungen geschaffen. Die Ergebnisse des Workshops zeigen, dass der handlungsorientierte Zugang kollaboratives Problemlösen stärkt und ein Auseinandersetzen mit der Thematik unterstützt. Die gewonnenen Erkenntnisse unterstreichen das Potenzial dieses Konzepts zur Förderung von Zukunftsbildung, *Computational Thinking* und Wissenschaftskommunikation. Eine gezielte Weiterentwicklung und Integration in schulische und außerschulische Bildungsangebote könnte dazu beitragen, junge Menschen frühzeitig auf transformative Herausforderungen vorzubereiten und sie in ihrer Rolle als aktive Gestalter*innen möglicher Zukunftsszenarien zu stärken.

Literatur

- Bartneck, Christoph, Belpaeme, Toni, Eyssel, Friederike & Kanda, Tabayuki, Keijsers, & Šabanović Selma (2024). *An Introduction to Human-Robot Interaction*. Cambridge University Press.
- Björkén-Nyberg, Cecilia, Hoveskog, Maya (2023). Decolonizing the Imagination: Designing a Futures Literacy Workshop. In Eva Brooks, Jeanette Sjöberg, Anders Kalsgaard Møller & Emma Edstrand (eds.). *Design, Learning, and Innovation*. DLI 2022. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 493. Springer, Cham.
- Brandhofer, Gerhard & Tengler, Karin (2023). Mit Computational Thinking zu Futures Literacy – Rabotl erzählt Zukünfte. In Carmen Sippl, Gerhard Brandhofer & Erwin Rauscher (Hrsg.), *Futures Literacy – Zukunft lernen und lehren* (S. 61–71). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- Essien, George, & Parbanath, Steven S. (2024). Exploring the World of Robot-Assisted Digital Storytelling: Trends, Models, and Educational Implications. *Journal of Information Technology Education: Research*, 23, 027.
- Green, Melanie. C., Strange, Jeffrey. J., & Brock, Timothy. C. (2003). *Narrative impact: Social and cognitive foundations*. Psychology Press.
- Heras, María, & Tabara, J. David (2014). Let's play transformations! Performative methods for sustainability transformation research. *Sustainability Science*, 9(3), 379–398.
- Kalafati, Marianthi, Flogaiti, Evgenia, & Daskolia, Maria (2024). Enhancing preschoolers' creativity through art-based environmental education for sustainability. *Environmental Education Research*, 31(1), 46–73. <https://doi.org/10.1080/13504622.2023.2291319>

- Kekeritz, Mirja, & Kubandt, Melanie. (2022). *Kinderzeichnungen in der qualitativen Forschung: Herangehensweisen, Potenziale, Grenzen*. Springer Fachmedien.
- Kleeberg-Niepage, Andrea (2016). Zukunft zeichnen: Zur Analyse von Zeichnungen in der kulturvergleichenden Kindheits- und Jugendforschung. *Sozialer Sinn*, 17(2), 197–232.
- Monteira, Sabela, F., Jiménez-Aleixandre, María Pilar, & Martins, Isabel (2024). Cultural semiotic resources in young children's science drawings. *Cultural Studies of Science Education*, vol. 19, 295–315, doi: 10.1007/s11422-024-10214-6
- Oberhauser, Heiner & Schönknecht, Gudrun (2022). Zeichenanlässe in der Kinderzeichnungsforschung als forschungsmethodische und didaktische Herausforderung. In Mirja Kekeritz & Melanie Kubandt (Hrsg.), *Kinderzeichnungen in der qualitativen Forschung: Herangehensweisen, Potenziale, Grenzen* (S. 287–307). Springer Fachmedien.
- Sippl, Carmen, & Tengler, Karin (2024). Hat das Märchen eine Zukunft? Futures Literacy in intermedialer Vermittlung: eine Lesson Study. In Björn Maurer, Marco Rieckmann, & Jan-René Schluchter (Hrsg.), *Medien – Bildung – Nachhaltige Entwicklung: Inter- und transdisziplinäre Diskurse* (S. 128–143). Beltz Juventa.
- Stork, Michele G. (2020). Supporting Twenty-First Century Competencies Using Robots and Digital Storytelling. *Journal of Formative Design in Learning*, 4, 43–50, <https://doi.org/10.1007/s41686-019-00039-w>
- Tengler, Karin (2020). Klein, kreativ, Ozobot. Förderung von Kreativität und informatischem Denken durch spielerisches Programmieren. *R&E-SOURCE* (S21), <https://journal.ph-noe.ac.at/index.php/resource/article/view/825>
- Tengler, Karin (2022). A robotics-based approach supporting computational thinking skills at primary school: Development of an interdisciplinary learning environment using educational robotics and storytelling. Dissertation. urn:nbn:at:at-ubl:1-51098, abgerufen am 01.03.2025
- Tengler, Karin (2023). Educational Robotics – Zur Relevanz programmierbarer Roboter im Kontext informatischer Bildung in der Primarstufe. In Gerhard Brandhofer & Christian Wiesner (Hrsg.), *Didaktik in einer Kultur der Digitalität. Wirkmächtige Mediendidaktik, zukunftsorientierte Pädagogik* (S. 91–101). Julius Klinkhardt.
- Tengler, Karin, Kastner-Hauler, Oliver & Sabitzer, Barbara (2021). Tell, Draw and Code – Teachers' Intention to a Narrative Introduction of Computational Thinking. In Erik Barendsen & Christos Chytas (eds.), *Informatics in Schools. Rethinking Computing Education*. ISSEP 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 13057. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90228-5_3 abgerufen am 06.01.2025
- Tengler, Karin, Kastner-Hauler, Oliver, Sabitzer, Barbara, & Lavicza, Zsolt (2022). The Effect of Robotics-Based Storytelling Activities on Primary School Students' Computational Thinking. *Education Sciences*, 12(1), 10, <https://doi.org/10.3390/educsci12010010>
- UNESCO (2019). Futures Literacy, <https://en.unesco.org/futuresliteracy/about> abgerufen am 06.01.2025

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: *Futuristische Windräder und energieerzeugende Türme* (© Tengler)

Abbildung 2: *Gemeinschaftshäuser mit Wandkühlung durch Papierstreifen* (© Tengler)

Abbildung 3: *Grün- und Wasserflächen dienen zur Erholung* (© Tengler)

Sich eine bessere Zukunft vorstellen

Backcasting zum Erkunden planetarer Grenzen nutzen

1. Einleitung

*Unleash the righteous thinking mind.
Unleash the good within mankind.
Unleash the youth who could with care
rebuild our lives and clean the air.*
Benjamin Zephaniah²

Für viele Menschen ist Umweltschutz etwas, das sie nichts angeht. Da wir aber auch weiterhin auf der Erde in Frieden und Wohlstand leben möchten, sollte Umweltschutz und der Schutz unseres Planeten nicht als Wahlmöglichkeit, sondern als eine Notwendigkeit empfunden werden (IPCC 2023, 4–34). Wir Menschen leben auf einem Planeten, den wir selbst ausbeuten und zerstören, als ob es einen alternativen Planeten gäbe, auf den wir im Ernstfall zurückgreifen können. „There is no planet B“, der Spruch, der von Umweltschützer*innen weltweit auf Demonstrationen skandiert wird, spiegelt diese Tatsache wider. Klimawandel, der Verlust der biologischen Vielfalt, das Einbringen von neuartigen (und potenziell schädlichen) Substanzen und unzählige andere Einflüsse der Menschen auf den Planeten hinterlassen ihre Spuren in der Ausreizung der planetaren Belastungsgrenzen (Richardson et al. 2023). Wie Richardson et al. (2023) feststellten, wurden inzwischen sechs dieser neun Grenzen weit überschritten, ein Zustand, der zu einem sofortigen gesellschaftlichen Umdenken und Umkehren im Umweltschutz führen sollte. Auch wenn viele Jugendliche die Dringlichkeit der Situation bereits verstanden haben (Fisher 2019, 430–431), kommt bei diesem Umdenken der Bildung eine entscheidende Rolle zu: Um Umweltschutz zu betreiben, müssen wir Menschen aller Altersgruppen einerseits die Umwelt als schützenswert wahrnehmen (Bezelsjak Cerv et al. 2024). Andererseits müssen junge und ältere Menschen auch im Sinne der Zukunftsbildung mehr über diese nachdenken und sich als handlungsfähige Gestalter*innen der Zukunft wahrnehmen können (Miller 2007, 347); sie müssen erkennen, dass im Zeitalter des Anthropozäns (Zalasiewicz et al. 2024) ihre Handlungen wichtig sind und sehen, dass sie ihre Zukunft verändern und die Umwelt positiv beeinflussen können (Leinfelder 2019, 28). Deshalb kommt Lehrkräften in zweierlei Hinsicht eine wichtige Rolle beim Umweltschutz zu (Rauscher 2019, 199): Sie setzen sich für die Umwelt und den Umweltschutz ein und vermitteln ihren Schüler*innen die Wichtigkeit dieser Einstellung. Gleichzeitig sollen sie den Lernenden Gelegenheit bieten, ihre eigene Handlungsfähigkeit beim Umweltschutz zu erkennen und zu erproben. Eine wichtige Voraussetzung für die Bereitstellung solcher Lernumgebungen ist jedoch, dass die Lehrpersonen selbst sowohl

2 Zephaniah, 2020, Strophe 8.

über Wissen zu Umwelt und Umweltschutz verfügen als auch über ihre Handlungsfähigkeit reflektieren. Im Beitrag wird zuerst das Konzept der planetaren Belastungsgrenzen genauer beleuchtet; anschließend wird eine Lernumgebung vorgestellt, die in der Ausbildung von Lehramtsstudierenden – insbesondere im Fachbereich der Naturwissenschaften – eingesetzt werden kann, um mehr über die planetaren Belastungsgrenzen in einem größeren ökologischen Kontext zu erfahren und gleichzeitig über Möglichkeiten zu reflektieren, welche deren Ausreizung aufhält. Dafür wird die Methode des Backcasting eingesetzt, die von einer wünschenswerten Zukunft „rückwärts“ zur Gegenwart plant.

2. Die planetaren Belastungsgrenzen

Das Konzept der planetaren Belastungsgrenzen wurde 2009 erstmals von Johan Rockström und seinem Team vorgestellt (Krautwig & Krieger 2022). Es wurde in den folgenden Jahren von Wissenschaftler*innen wie Steffen et al. (2015) und Richardson et al. (2023) weiterentwickelt (siehe Abb. 1). Ziel des Konzepts ist es, die Stabilität der ökologischen Systeme auf der Erde zu gewährleisten und gleichzeitig die Grundlagen für das Überleben und die Weiterentwicklung der menschlichen Zivilisation langfristig zu sichern. Das Konzept definiert dafür neun ökologische Grenzen anhand von quantitativen Schwellenwerten, die nicht überschritten werden sollten. Diese Grenzen beschreiben den sogenannten „sicheren Betriebsraum“ für die Menschheit, in dem die Risiken schwerwiegender und möglicherweise irreversibler Umweltveränderungen minimiert werden. Bei der Überschreitung dieser Schwellenwerte könnten sonst Kipppunkte mit möglicherweise abrupten, irreversiblen Folgen erreicht werden. Durch das Annähern an die Grenzen erhöht sich jeweils das Risiko, dass auch diese Kipppunkte (z. B. das Abschmelzen der Polarkappen oder das Absterben von Korallenriffen) in baldiger Zukunft erreicht werden. Die planetaren Belastungsgrenzen umfassen zentrale Aspekte wie den Klimawandel, den Verlust der biologischen Vielfalt, die Veränderung von Landnutzung, die Versauerung der Ozeane, die Süßwasserressourcen, den Stickstoff- und Phosphorkreislauf, die chemische Verschmutzung sowie die Aerosolbelastung in der Atmosphäre (Richardson et al. 2023).

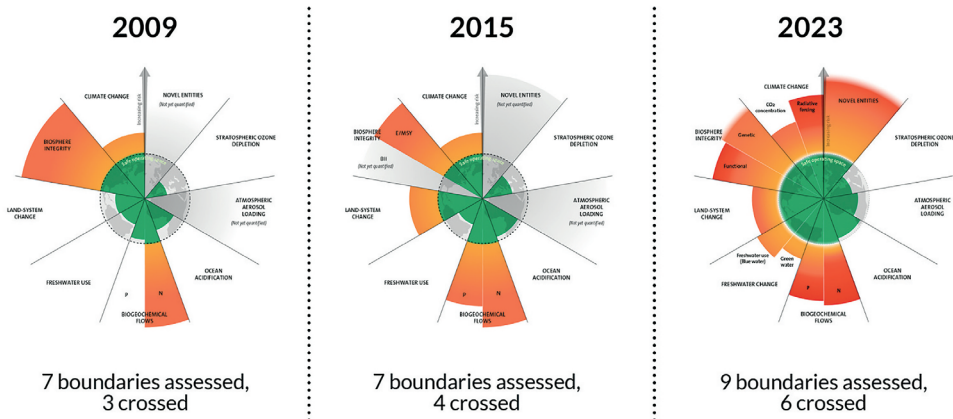


Abbildung 1: Ein Überblick über die Entwicklung der planetaren Belastungsgrenzen (Azote for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University. Based on Richardson et al. 2023, Steffen et al. 2015, and Rockström et al. 2009, lizenziert unter CC BY-NC-ND 3.0, <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>)

Die Aktualisierung durch Richardson et al. (2023) zeigt ein alarmierendes Bild: Sechs der neun Belastungsgrenzen waren 2023 weit überschritten, drei davon (Klimawandel, Verlust der Biodiversität und Stoffkreisläufe) bereits seit der Einführung der Grenzen im Jahr 2009. Als besonders kritisch ist beispielsweise die Grenze des Klimawandels anzusehen, da aufgrund des unkontrollierten Ausstoßes von Treibhausgasen die globale Temperatur kontinuierlich ansteigt. Dieser Anstieg führt nicht nur zu extremeren Wetterereignissen, sondern hat auch tiefgreifende Auswirkungen auf Ökosysteme, die Landwirtschaft und die Wasserverfügbarkeit. Besonders kritisch ist auch der Verlust der biologischen Vielfalt, der als eine der überschrittenen Grenzen betrachtet wird. Das rapide Artensterben und die Zerstörung von Lebensräumen führen dazu, dass die Stabilität von Ökosystemen weltweit gefährdet ist. Da viele Ökosysteme miteinander verknüpft sind, hat der Verlust einer einzigen Art oft weitreichende Folgen, welche die gesamte ökologische Balance destabilisieren können. Auch der Stickstoff- und Phosphorkreislauf ist gravierend gestört. Die intensive Landwirtschaft und der übermäßige Einsatz von Düngemitteln führen zu einer Anreicherung dieser Stoffe in Böden und Gewässern. Dies verursacht Umweltprobleme wie die Eutrophierung, die das Leben in Gewässern bedroht und erhebliche Schäden an den lokalen Ökosystemen anrichtet.

Das Konzept der planetaren Belastungsgrenzen macht deutlich, dass globale Umweltprobleme miteinander verknüpft sind und nur durch einen ganzheitlichen Ansatz bewältigt werden können (Krautwig & Krieger 2022). Die Überschreitung einzelner Grenzen bzw. von den damit verbundenen Schwellenwerten verstärkt oft Probleme in anderen Bereichen: Zum Beispiel kann die Veränderung der Landnutzung durch Entwaldung den Klimawandel verschärfen und gleichzeitig den Verlust der biologischen Vielfalt beschleunigen. Daher betonen Wissenschaftler*innen die Notwendigkeit eines systemischen Ansatzes, der nicht nur auf technologische Lösungen setzt, sondern auch gesellschaftliche und wirtschaftliche Veränderungen anstrebt. Insbesondere die Transformation hin zu nachhaltigen Produktions- und Konsummustern ist von zentraler Bedeutung, um die Belastungsgrenzen einzuhalten.

ten. Dabei spielen politische Maßnahmen wie die Einführung strengerer Umweltvorschriften und internationale Abkommen eine ebenso wichtige Rolle wie die Sensibilisierung der Bevölkerung (Rockström et al. 2024). Auch die Bildung ist eine der zentralen Stellschrauben, um komplexe Umweltzusammenhänge verständlich zu machen und Lösungsansätze zu entwickeln (Sippl & Rauscher 2022). Nachfolgend werden die einzelnen Grenzen kurz vorgestellt.

2.1 Klimawandel

Der Klimawandel beschreibt die Erwärmung der Erde, die durch eine erhöhte Konzentration von Treibhausgasen wie Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) in der Atmosphäre verursacht wird (Krautwig 2022a). Diese Gase wirken wie eine Wärmedämmung, welche die von der Erde abgegebene Wärme zurückhält und somit den natürlichen Treibhauseffekt verstärkt. Eine wichtige Messgröße ist die Kohlenstoffdioxidkonzentration, die 350 ppm (Teile pro Million) nicht überschreiten sollte, um das Klimasystem stabil zu halten. Aktuell liegt der Wert jedoch weit über dieser Grenze, was zu extremeren Wetterereignissen, dem Abschmelzen von Gletschern und dem Anstieg des Meeresspiegels führt (IPCC 2023).

2.2 Verlust der Biodiversität

Die biologische Vielfalt umfasst die genetische Vielfalt, die Vielfalt der Arten und die Funktionalität der Ökosysteme (Krieger 2022a). Diese Grenze wird anhand der Rate des Artensterbens gemessen, die durch menschliche Eingriffe, Lebensraumzerstörung und Klimawandel dramatisch beschleunigt wurde. Der Erhalt der Biodiversität ist essenziell, da Ökosysteme durch die Wechselwirkung verschiedener Arten stabil bleiben (Mace et al. 2014). Die aktuelle Rate des Artensterbens liegt jedoch weit über dem natürlichen Niveau, was erhebliche Risiken für die Resilienz globaler Ökosysteme birgt.

2.3 Stoffkreisläufe

Stickstoff und Phosphor sind essenzielle Nährstoffe für Pflanzenwachstum, werden jedoch durch menschliche Aktivitäten wie intensive Landwirtschaft und Düngemiteleinsatz in übermäßigen Mengen in die Umwelt eingebracht (Krieger 2022b). Dies führt beispielsweise nach einer Aufbringung als Dünger (künstlicher Dünger, Tierkot) durch Auswaschen aus den Feldern zu einer Anreicherung von Stickstoff- und Phosphorverbindungen in Gewässern. Dort dienen diese auch als Düngemittel, was eine Eutrophierung des Gewässers durch Algenblüte, fehlendes Licht für die Algen und deren Absterben sowie darauffolgenden Sauerstoffmangel zur Folge hat. Damit einhergehend ist jedoch das Sterben von Tieren im Gewässer aufgrund des Sauerstoffmangels. Gleichzeitig werden aber die natürlichen Lagerstätten von Phosphor aufgebraucht, da sich Phosphatgestein nur sehr langsam bildet, aber gleichzeitig große Mengen von verunreinigten Phosphorverbindungen in der Umwelt verteilt sind. Manche sich im Zuge der Landwirtschaft bildenden Stickstoffverbindungen

(z. B. Lachgas) wirken zusätzlich als Treibhausgase und befeuern durch ihre Freisetzung den Klimawandel. Die Balance dieser Stoffkreisläufe durch eine angemessene Verteilung von Stickstoff- und Phosphorverbindungen in Lagerstätten und Ökosystemen ist jedenfalls entscheidend, um die Wasserqualität und die Funktion von Ökosystemen zu sichern. Die planetare Belastungsgrenze in diesem Bereich wurde jedoch ebenfalls überschritten (Richardson et al. 2023).

2.4 Landnutzung

Natürliche Lebensräume, insbesondere Wälder, spielen eine zentrale Rolle bei der Regulierung des Klimas, der Speicherung von Kohlenstoff und der Erhaltung der Biodiversität (Krautwig 2022b). Die Umwandlung von Wäldern und anderen natürlichen Landschaften in landwirtschaftliche Flächen oder für den Siedlungsbau hat dazu geführt, dass diese Grenze deutlich überschritten wurde. Die Entwaldung beschleunigt den Klimawandel und den Verlust von Arten und schwächt die ökologischen Funktionen der Landschaften (Tobian et al. 2024).

2.5 Süßwassernutzung

Die Nutzung von Süßwasser aus Flüssen, Seen und Grundwasserreserven ist eine weitere kritische Belastungsgrenze (Krieger 2022c). Wasser ist eine begrenzte Ressource, die sowohl für den menschlichen Bedarf als auch für die Funktion von Ökosystemen unerlässlich ist. Der steigende Wasserverbrauch in der Landwirtschaft, Industrie und durch die wachsende Weltbevölkerung hat dazu geführt, dass viele Regionen mit Wasserknappheit konfrontiert sind. Auch diese Grenze wurde bereits überschritten.

2.6 Versauerung der Ozeane

Die Ozeane nehmen einen großen Teil des vom Menschen verursachten Kohlenstoffdioxids auf, was den pH-Wert der Meere senkt (Krieger & Nicolai 2022). Diese Versauerung beeinträchtigt marine Ökosysteme, insbesondere Korallenriffe und kalkbildende Organismen wie Schalentiere (vgl. Nash et al. 2017). Eine Abweichung von maximal 0,1 pH-Einheiten vom vorindustriellen Niveau wurde als sichere Grenze definiert. Die aktuelle Entwicklung zeigt jedoch, dass diese Grenze kritisch gefährdet ist.

2.7 Luftverschmutzung/Aerosolbelastung der Atmosphäre

Aerosole sind winzige Partikel in der Atmosphäre, die durch menschliche Aktivitäten wie Industrie, Verkehr und Landwirtschaft freigesetzt werden (Krautwig 2022c). Sie beeinflussen sowohl das Klima als auch die menschliche Gesundheit. Obwohl es bisher keine klar definierte Grenze gibt, arbeiten Wissenschaftler*innen daran, den Einfluss von Aerosolen besser zu verstehen, da sie beispielsweise durch ihre Wirkung auf Wolkenbildung und Sonneneinstrahlung das Klima direkt beeinflussen können.

2.8 Abbau der Ozonschicht

Die Ozonschicht in der Stratosphäre schützt die Erde vor schädlicher ultravioletter Strahlung. In den 1960er- und 1970er-Jahren führte der erhöhte Ausstoß von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKWs) zu einem dramatischen Abbau der Ozonschicht (Krieger & Krautwig 2022). Dank internationaler Vereinbarungen wie dem Montreal-Protokoll und dem Verbot von FCKWs hat sich die Ozonschicht mittlerweile wieder erholt, und die Belastungsgrenze sowie die damit verbundenen Emissionsgrenzwerte werden derzeit eingehalten. Dies zeigt, dass globale Umweltprobleme durch koordiniertes Handeln erfolgreich angegangen werden können.

2.9 Einbringung neuartiger Substanzen

Die Einbringung von Chemikalien, Plastikmüll und anderen menschengemachten Stoffen in die Umwelt stellt eine weitere große Bedrohung dar (Krieger 2022d). Diese Substanzen sind oft langlebig und können toxische oder hormonaktive Wirkungen auf Organismen und Ökosysteme haben. Die planetare Grenze in diesem Bereich wurde ebenfalls überschritten, da die Menge an Plastikmüll und Chemikalien in der Umwelt stetig zunimmt und es bisher keine umfassenden Maßnahmen zur Eindämmung gibt (Persson et al. 2022).

3. Entwicklung einer Unterrichtsreihe zum Erarbeiten der planetaren Belastungsgrenzen in der naturwissenschaftlichen Lehramtsausbildung

3.1 Planetare Belastungsgrenzen und deren Wichtigkeit vorstellen

Die Unterrichtsreihe für Lehramtsstudierende in den Naturwissenschaften beginnt mit einer Einführung in das Konzept der planetaren Belastungsgrenzen. Die Studierenden werden zunächst mit Fotos von Korallenbleiche konfrontiert und dem Zusammenhang zwischen Korallenbleiche, Artensterben und Ozeanversauerung konfrontiert (Galaz et al. 2012). Diese Bilder sollen das Bewusstsein für die Dringlichkeit ökologischer Probleme schärfen. Leitfragen zur Bildbeschreibung regen zur Reflexion über Ursachen und Auswirkungen an und fördern erste Diskussionen über die Bedeutung ökologischer Grenzen. In der anschließenden Arbeitsphase lernen die Studierenden die planetaren Belastungsgrenzen als unüberschreitbare ökologische Leitplanken kennen. Sie erarbeiten Definitionen und Beispiele für die neun identifizierten Grenzen. In Gruppenaktivitäten analysieren sie, warum diese Grenzen wichtig sind und welche Konsequenzen ihre Überschreitung nach sich zieht. Die Einheit endet mit einer Zusammenführung der Ergebnisse im Plenum, wobei übergreifende Merkmale und Zusammenhänge zwischen den einzelnen Belastungsgrenzen hervorgehoben werden. Dies legt den Grundstein für ein vernetztes ökologisches Verständnis.

3.2 Backcasting als Methode vorstellen

In dieser Einheit wird die Methode des Backcasting (Krebs 2024) eingeführt, um Lösungsansätze für Umweltprobleme zu entwickeln. Backcasting ist eine Unterrichtsmethode, bei der zunächst ein gewünschtes Zukunftsszenario definiert wird, bevor rückwärts analysiert wird, welche Schritte notwendig sind, um dieses Ziel zu erreichen. Im Gegensatz zum Forecasting, das von der Gegenwart in die Zukunft blickt, arbeitet Backcasting zielorientiert bzw. ausgehend von einer (wünschenswerten) Zukunft und entwickelt Strategien, um bestehende Herausforderungen zu überwinden und langfristige Ziele effektiv zu verwirklichen. Der Einstieg in die Einheit und die Erarbeitung der Methodik erfolgt durch eine Diskussion über Ansätze zur Rückgängigmachung der Korallenbleiche. Diese Fragestellung dient als Ankerpunkt, um die Methode des Backcasting zu erklären und deren Bedeutung für Zukunftsplanung und Nachhaltigkeit zu verdeutlichen. Während der Arbeitsphase lernen die Studierenden die Methodik durch ein Gruppenpuzzle kennen und erarbeiten diese anhand der übergeordneten Fragestellung, wie die Gefahr der Korallenbleiche verringert oder sogar rückgängig gemacht werden kann. Anschließend sammeln sie Hypothesen und entwickeln erste Lösungsideen. Zum Abschluss präsentieren die Gruppen ihre Erkenntnisse auf Postern im Plenum. Diese Präsentationen fördern den Austausch und geben einen Überblick über die Vielfalt der entwickelten Lösungsansätze.

3.3 Backcasting und die planetaren Belastungsgrenzen

Die dritte Einheit vertieft das Wissen über die planetaren Belastungsgrenzen und verbindet es mit der Methode des Backcasting. Der Einstieg erfolgt über eine Think-Pair-Share-Diskussion zu Strategien, mit denen planetare Grenzen eingehalten werden können. Dies regt die Studierenden dazu an, eigene Ideen und Lösungsansätze zu formulieren und zu hinterfragen. In der Arbeitsphase setzen sich die Studierenden mit der Tatsache auseinander, dass sechs von neun Belastungsgrenzen bereits überschritten wurden. Sie erarbeiten Fragestellungen und Hypothesen zur Wiederherstellung dieser Grenzen bis 2040. Mithilfe eines *Worked Example*, bei dem mithilfe von Backcasting Schritte zur Eindämmung von Korallenbleiche und der Versauerung der Ozeane dargestellt werden, entwickeln sie in Gruppen Zeitstrahle zu den einzelnen Grenzen mit konkreten Zielen und Maßnahmen. Dabei ergänzen sie eigene Ideen und priorisieren ihre Vorschläge. Die Einheit endet mit einer Reflexionsphase, in der die Studierenden Herausforderungen beim Erstellen der Zeitstrahle diskutieren und Raum für persönliche Ängste und Bedenken erhalten.

3.4 Eigene Ideen vorstellen, eigene Zukunft gestalten

Die abschließende Einheit dient dazu, die erarbeiteten Konzepte und Ergebnisse zu präsentieren und zu reflektieren. Nach einem kurzen Einstieg der Lehrperson zu den planetaren Belastungsgrenzen, in dem zentrale Begriffe und Zusammenhänge wiederholt werden, folgt die Arbeitsphase. Hier stellen die Studierenden ihre Poster aus den vorherigen Einheiten vor und präsentieren ihre Ideen und Lösungsansätze. Im abschließenden Plenum erhalten die Studierenden die Möglichkeit, Feedback zu den vorgestellten Konzepten zu geben.

Dabei werden sowohl die kreativen Ansätze als auch mögliche Herausforderungen bei der Umsetzung diskutiert. Die Einheit endet mit einer Reflexion darüber, wie die erarbeiteten Ideen in die eigene berufliche Praxis integriert werden können. Dies fördert die langfristige Verankerung der Inhalte und motiviert die Studierenden, sich aktiv für nachhaltige Entwicklungen einzusetzen.

4. Fazit

Die planetaren Belastungsgrenzen sind ein essenzielles Konzept, um zu verstehen, weshalb Umweltschutz und die Gestaltung zukünftiger Entwicklungen von großer Bedeutung sind. Sie bieten eine Grundlage, um ökologische Herausforderungen frühzeitig zu erkennen und durch gezieltes Handeln im Jetzt positive Veränderungen einzuleiten. Im Beitrag wurde dargestellt, dass sechs von neun planetaren Grenzen bzw. die damit verbundenen Grenzwerte bereits überschritten sind, was dringendes gesellschaftliches Umdenken und sofortiges Handeln erfordert: Wir sollten so handeln, „as if the house is on fire [b]ecause it is“ (Thunberg 2019). Bildung spielt dabei eine zentrale Rolle: Menschen aller Altersgruppen müssen die Umwelt als schützenswert wahrnehmen und sich als aktive Gestalter*innen einer nachhaltigen Zukunft begreifen. In Kombination mit der Methode des Backcasting eröffnen die planetaren Belastungsgrenzen die Möglichkeit, über projizierte Zukünfte hinauszudenken und sich eine „utopische“ Zukunft vorzustellen, in der die Probleme des Jetzt ernstgenommen und gelöst wurden. Diese Herangehensweise hilft den Studierenden, visionäre Lösungswege zu entwickeln und ihre Handlungsmöglichkeiten auszuloten. Die Unterrichtsreihe zielt darauf ab, den Studierenden ein Gefühl der Selbstwirksamkeit zu vermitteln und sie als aktive Gestalter*innen der Zukunft zu stärken – ein Gefühl, welches sie als Multiplikator*innen weiter an ihre künftigen Schüler*innen vermitteln sollen, denn: „There is no planet B“.

Literatur

- Bezeljak Cerv, Petra, Möller, Andrea, & Johnson, Bruce (2024). What does nature mean to you? A photo analysis of urban middle school students' perceptions of nature. *Environmental Education Research*, 30(6), 987–1006. <https://doi.org/10.1080/13504622.2023.2286930>
- Fisher, Dana (2019). The broader importance of #FridaysForFuture. *Nature Climate Change*, 9(6), 430–431. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0484-y>
- Galaz, Victor, Crona, Beatrice, Österblom, Henrik, Olsson, Per, & Folke, Carl (2012). Polycentric systems and interacting planetary boundaries—Emerging governance of climate change—ocean acidification—marine biodiversity. *Ecological Economics*, 81, 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.11.012>
- IPCC (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland. (First). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

- Krautwig, Thomas & Krieger, Anja (2022). Planetare Grenzen: Neun Leitplanken für die Zukunft. *Helmholtz-Klima-Initiative* (<https://helmholtz-klima.de/planetare-belastungs-grenzen>, abgerufen am 02.01.2025)
- Krautwig, Thomas (2022a). Der Klimawandel als planetare Belastungsgrenze. *Helmholtz-Klima-Initiative* (<https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-klimawandel>, abgerufen am 02.01.2025)
- Krautwig, Thomas (2022b). Wie wir das Land verändern und die planetare Grenze überschreiten. *Helmholtz-Klima-Initiative* (<https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-land-wald>, abgerufen am 02.01.2025)
- Krautwig, Thomas (2022c). Ist die planetare Grenze für Luftverschmutzung überschritten? *Helmholtz-Klima-Initiative* (<https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-luft-aero-sole>, abgerufen am 02.01.2025)
- Krebs, Rita Elisabeth (2024). *Backcasting*. In Methodenmosaik des UNESCO Chair in Learning and Teaching Futures Literacy in the Anthropocene. <https://www.ph-noe.ac.at/unesco-chair>
- Krieger, Anja & Krautwig, Thomas (2022). Planetare Grenzen: Wie die Ozonschicht gerettet wurde. *Helmholtz-Klima-Initiative* (<https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-ozon>, abgerufen am 02.01.2025)
- Krieger, Anja & Nicolai, Maike (2022). Planetare Grenzen: Die Ozeane werden saurer. *Helmholtz-Klima-Initiative* (<https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-meere-versauerung>, abgerufen am 02.01.2025)
- Krieger, Anja (2022a). Planetare Grenzen: Der Reichtum der Biosphäre. *Helmholtz-Klima-Initiative* (<https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-bio-sphaere-diversita-et-vielfalt>, abgerufen am 02.01.2025)
- Krieger, Anja (2022b). Planetare Grenzen: Die Balance der Nährstoffe. *Helmholtz-Klima-Initiative* (<https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-stickstoff-phosphor>, abgerufen am 02.01.2025)
- Krieger, Anja (2022c). Süßwasser als planetare Grenze: Das blaue und das grüne Wasser. *Helmholtz-Klima-Initiative* (<https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-wasser>, abgerufen am 02.01.2025)
- Krieger, Anja (2022d). Wieso Chemikalien und Plastik ein Zukunftsrisiko sind. *Helmholtz-Klima-Initiative* (<https://helmholtz-klima.de/planetare-grenzen-chemika-lien-plastik>, abgerufen am 02.01.2025)
- Leinfelder, Reinhold (2019). Das Anthropozän – mit offenem Blick in die Zukunft der Bildung. In Carmen Sippl, Erwin Rauscher & Martin Scheuch (Hrsg.), *Das Anthropozän lernen und lehren* (S. 17–68). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 9) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.130>
- Mace, Georgina, Reyers, Belinda, Alkemade, Rob, Biggs, Reinette, Chapin, F. Stuart, Cornell, Sarah, Díaz, Sandra, Jennings, Simon, Leadley, Paul, Mumby, Peter, Purvis, Andy, Scholes, Robert, Seddon, Alistair, Solan, Martin, Steffen, Will, & Woodward, Guy (2014). Approaches to defining a planetary boundary for biodiversity. *Global Environmental Change*, 28, 289–297. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.07.009>
- Miller, Riel (2007). Futures literacy: A hybrid strategic scenario method. *Futures*, 39(4), 341–362. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2006.12.001>

- Nash, Kirsty, Cvitanovic, Christopher, Fulton, Elizabeth, Halpern, Benjamin, Milner-Gulland, E. J., Watson, Reg, & Blanchard, Julia (2017). Planetary boundaries for a blue planet. *Nature Ecology & Evolution*, 1(11), 1625–1634. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0319-z>
- Persson, Linn, Carney Almroth, Bethani, Collins, Christopher, Cornell, Sarah, De Wit, Cynthia, Diamond, Miriam, Fantke, Peter, Hassellöv, Martin, MacLeod, Matthew, Ryberg, Morten, Søgaard Jørgensen, Peter, Villarrubia-Gómez, Patricia, Wang, Zhanyun, & Hauschild, Michael Zwicky (2022). Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities. *Environmental Science & Technology*, 56(3), 1510–1521. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04158>
- Rauscher, Erwin (2019). Unswelt als Wirwelt. Anthropozän – Herausforderung für Schulleitungshandeln. In Carmen Sippl, Erwin Rauscher & Martin Scheuch (Hrsg.), *Das Anthropozän lernen und lehren* (S. 181–204). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 9) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.130>
- Richardson, Katherine, Steffen, Will, Lucht, Wolfgang, Bendtsen, Jørgen, Cornell, Sarah E., Donges, Jonathan F., Drüke, Markus, Fetzer, Ingo, Bala, Govindasamy, von Bloh, Werner, Feulner, Georg, Fiedler, Stephanie, Gerten, Dieter, Gleeson, Tom, Hofmann, Matthias, Huiskamp, Willem, Kummu Matti, Mohan, Chinchu, Nogués-Bravo, David, Petri, Stefan, Porkka, Miina, Rahmstorf, Stefan, Schaphoff, Sibyll, Thonicke, Kirsten, Tobian, Arne, Virkki, Vili, Wang-Erlandsson, Lan, Weber, Lisa & Rockström, Johan (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9(37), eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Rockström, Johan, Donges, Jonathan F., Fetzer, Ingo, Martin, Maria A., Wang-Erlandsson, Lan, & Richardson, Katherine (2024). Planetary Boundaries guide humanity's future on Earth. *Nature Reviews Earth & Environment*, 5(11), 773–788. <https://doi.org/10.1038/s43017-024-00597-z>
- Rockström, Johan, Steffen, Will, Noone, Kevin, Persson, Åsa, Chapin, F. Stuart III, Lambin, Eric, Lenton, Timothy M., Scheffer, Marten, Folke, Carl, Schellnhuber, Hans Joachim, Nykvist, Björn, De Wit, Cynthia A., Hughes, Terry, Van Der Leeuw, Sander, Rodhe, Henning, Sörlin, Sverker, Snyder, Peter K., Costanza, Robert, Svedin, Uno, Falkenmark, Malin, Karlberg, Louise, Corell, Robert W., Fabry, Victoria J., Hansen, James, Walker, Brian, Liverman, Diana, Richardson, Katherine, Crutzen, Paul & Foley, Jonathan (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2), art32. <https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232>
- Sippl, Carmen & Rauscher, Erwin (Hrsg.) (2022). *Kulturelle Nachhaltigkeit lernen und lehren*. Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 11) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.110>
- Steffen, Will, Richardson, Katherine, Rockström, Johan, Cornell, Sarah E., Fetzer, Ingo, Bennett, Elena M., Biggs, Reinette, Carpenter, Stephen R., De Vries, Wim, De Wit, Cynthia A., Folke, Carl, Gerten, Dieter, Heinke, Jens, Mace, Georgina M., Persson, Linn M., Ramanathan, Veerabhandran, Reyers, Belinda, & Sörlin, Sverker (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Thunberg, Greta (2019, Januar 25). „Our house is on fire“: Greta Thunberg, 16, urges leaders to act on climate. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2019/jan/25/our-house-is-on-fire-greta-thunberg16-urges-leaders-to-act-on-climate>

- Tobian, Arne, Gerten, Dieter, Fetzer, Ingo, Schaphoff, Sibyll, Andersen, Lauren Seaby, Cornell, Sarah, & Rockström, Johan (2024). Climate change critically affects the status of the land-system change planetary boundary. *Environmental Research Letters*, 19(5), 054060. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad40c2>
- Zalasiewicz, J., Adeney Thomas, J., Waters, C. N., Turner, S., & Head, M. J. (2024). The meaning of the Anthropocene: why it matters even without a formal geological definition. *Nature*, 632, 980–984. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-02712-y>
- Zephaniah, Benjamin (2020). *Future Visions*. https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2020-09/Benjamin_Zephaniah-Future_Vision_Poem.pdf

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Ein Überblick über die Entwicklung der planetaren Belastungsgrenzen (Azote for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University. Based on Richardson et al. 2023, Steffen et al. 2015, and Rockström et al. 2009, lizensiert unter CC BY-NC-ND 3.0, <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>)

Müllfreiheit im Anthropozän

Von der Theorie zur ästhetischen und pädagogischen Praxis

1. Einleitung

Die Gegenwart ist geprägt von tiefgreifenden Widersprüchen und globalen Herausforderungen. Während Globalisierung, technologische Innovationen und der nahezu uneingeschränkte Zugang zu Wissen bislang ungeahnte Möglichkeiten für gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Fortschritt eröffnen, werden diese Potenziale von existenziellen Krisen überschattet. Armut, Kriege, soziale Ungleichheiten, der dramatische Verlust an Biodiversität sowie die ungebrochene Fixierung auf ökonomisches Wachstum destabilisieren das soziale Gefüge und reizen die planetaren Grenzen aus.

Vor diesem Hintergrund gewinnt der wachstumskritische Diskurs¹ an Bedeutung, der eine zentrale alternative Perspektive bietet und das übergeordnete Ziel dieses Beitrags darstellt. Im Anthropozän, einer Ära, in der menschliche Aktivitäten die treibende Kraft hinter geologischen und ökologischen Veränderungen sind, stellt sich dringlicher denn je die Frage: Wie können wir eine nachhaltige und gerechte Zukunft aktiv gestalten? *Futures Literacy* – ein Ansatz (vgl. Shamiyeh 2023), den ich hier als ‚Gestaltbarkeit der Zukunft‘ übersetzen möchte – bietet ein theoretisches und praktisches Instrumentarium, um dieser Herausforderung sowohl epistemologisch als auch pragmatisch zu begegnen. Entscheidend ist die Entwicklung von Konzepten und Narrativen, die ein tieferes Bewusstsein für die Komplexität globaler Zusammenhänge schaffen und transformative Ansätze ermöglichen.

Das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“² verfolgt das Ziel, innovative Ansätze zur Wissenschaftsvermittlung und zur Gestaltung zukünftiger Szenarien zu entwickeln. Diese wurden in einem hybriden Symposium am Campus Baden der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich vorgestellt. Im Mittelpunkt standen zentrale Fragen: Welche Methoden können das Verständnis für wissenschaftliche Zusammenhänge fördern? Welche innovativen Formen der Wissenschaftskommunikation erweisen sich als besonders wirkungsvoll? Wie können interdisziplinäre Zugänge und forschendes Lernen – insbesondere in der Pädagog*innenbildung – unterstützt werden? Besondere Aufmerksamkeit galt dabei narrativen und visuellen Medien – etwa Erzählungen, Grafiken und Bildern –, die geeignet sind, komplexe Themen zu vermitteln (Sippl 2023, 7). Zudem wurde untersucht, wie das

1 Mit dem wachstumskritischen Diskurs ist hier vor allem „Degrowth“ gemeint: „Das französische *Décroissance*, mit dem die Debatte eröffnet wurde, ist wie die Übersetzungsversuche ‚Degrowth‘ oder Postwachstum aber auch ein provokanter politischer Slogan. Er stellt die Selbstverständlichkeit von Wachstum als politischem Ziel infrage und macht Vorschläge für theoretische und praktische Alternativen.“ (Schmelzer & Vetter 2024, 13)

2 <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/futures-literacy/sparkling-science-projekt>

Anthropozän als transdisziplinärer Denkraum neue Perspektiven auf Wissenschaft, Bildung und Gesellschaft eröffnen kann.

Ausgehend von den im Projekt entwickelten „Wertstoffgeschichten“ greift mein Beitrag die Idee des Mülls als einen zentralen, aber auch komplexen Rohstoff³ unserer Zeit im Vergleich zu klassischen Rohstoffen wie Gold, Salz oder Kohle auf. Ziel ist es, Wissen über Müll im Sinne eines komplexen Wertstoffs zu vermitteln und neue Denkanstöße zu geben, um unser Verständnis von Müll und unser Konsumverhalten weiterzuentwickeln. Ausgangspunkt meiner Überlegungen bildet die Hypothese, die als Grundlage eines narrativen Zukunftsentwurfs dient: Es wird eine Zeit geben, in der Müll, wie wir ihn heute kennen, nicht mehr existiert. Diese Annahme soll dazu beitragen, die Potenziale der Kreislaufwirtschaft und eines nachhaltigen Ressourcenmanagements aufzuzeigen.

Zur theoretischen Fundierung meiner Argumentation beziehe ich mich auf Jeremy Rifkins Buch *Die Null-Grenzkosten-Gesellschaft* (2014). Zehn Jahre nach seiner Veröffentlichung erscheint es notwendig, seine Thesen einer kritischen Neubewertung zu unterziehen – insbesondere im Hinblick auf ihr Potenzial, die pädagogische Praxis zu inspirieren. In diesem Kontext versuche ich, Rifkins Theorien im Lichte von Michel Foucaults Konzepten neu zu interpretieren und eine neue Lesart vorzuschlagen, die auch für den Bereich der Bildwissenschaft bereichernd sein kann. Diese interdisziplinäre Perspektive soll nicht nur das Verständnis von Kreislaufwirtschaft erweitern, sondern auch neue Impulse für ästhetische Bildung und Wissenschaftskommunikation setzen.

Der Artikel ist in drei Abschnitte gegliedert: Im ersten Abschnitt wird Rifkins Werk analysiert, mit einem besonderen Fokus auf der Matrix von Energie und Kommunikation sowie den Auswirkungen sinkender Grenzkosten auf Wirtschaft und Gesellschaft. Dabei wird insbesondere die von Rifkin skizzierte Vision einer nahezu müllfreien Zukunft durch kollaborative Commons und technologische Innovationen kritisch beleuchtet. Der zweite Abschnitt widmet sich einer Reflexion dieser Ansätze im Lichte wachstumskritischer Überlegungen, wobei ästhetische Bildung als Bottom-up-Strategie zur Förderung einer ressourcensensiblen Haltung in den Vordergrund rückt. Im dritten Abschnitt wird schließlich der Bezug zur pädagogischen Praxis hergestellt: Anhand konkreter Unterrichtsbeispiele wird aufgezeigt, wie interdisziplinäre Bildungsansätze dazu beitragen können, das Konzept der Müllfreiheit im Anthropozän erfahrbar zu machen und in Handlungskompetenz zu überführen.

3 Zwar ist es umstritten, Müll als Rohstoff zu betrachten, dennoch bildet genau diese Perspektive den Ausgangspunkt meines Dissertationsprojekts mit dem Titel „Der Müll: Kritik einer ökonomischen Ontologie“. In der klassischen Sichtweise gilt Müll als etwas, das beseitigt werden soll. Im Kontext der modernen Kreislaufwirtschaft und der Recyclinglogik hingegen wird er zunehmend als ‚Rohstoff von morgen‘ verstanden. Begriffe wie ‚Werkstoff‘, ‚Wertstoff‘ oder ‚Ausgangsstoff‘ wurden als Alternative vorgeschlagen. Da sich dieser Artikel nicht auf begriffliche Fragen fokussiert, wird darauf nicht näher eingegangen.

2. Müll und Null-Grenzkosten: Transformation des Kapitalismus

2.1 Kollaborative Commons

Jeremy Rifkin entwirft in seinem Werk *Die Null-Grenzkosten-Gesellschaft* (Originaltitel: *The Zero Marginal Cost Society*, 2014) eine visionäre Zukunft, in der die Begrenzungen des kapitalistischen Systems durch technologische Innovationen und den Aufstieg kollaborativer Commons überwunden werden. Rifkin argumentiert, dass der Kapitalismus paradoxerweise die Grundlagen für seine eigene Ablösung geschaffen hat⁴. Durch die Digitalisierung und zunehmende Vernetzung sinken die Grenzkosten – also die Kosten für die Produktion zusätzlicher Einheiten eines Produkts oder einer Dienstleistung – in vielen Bereichen nahezu null. Dies führt zu einer grundlegenden Umgestaltung von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt.

Klassische wie neoklassische Wirtschaftstheorien versagen in dem Augenblick, in dem die Grenzkosten der produktiven wirtschaftlichen Aktivität einer Gesellschaft gegen null gehen. Sinken die Grenzkosten auf nahezu null, verschwinden die Profite, da die Preise für Güter und Dienstleistungen nicht an den Markt gebunden sind. Man bekommt sie im Grunde umsonst. (Rifkin 2014a, 397)

Ein Beispiel hierfür ist die Digitalisierung von Informationen: Musik, Filme, Bücher oder andere digitale Inhalte können nach ihrer initialen Erstellung nahezu ohne zusätzliche Kosten repliziert und verbreitet werden. Ähnliche Prinzipien gelten für physische Produkte, wenn Technologien wie 3D-Drucker und erneuerbare Energien und das Internet der Dinge die Produktionsprozesse revolutionieren. Rifkin deutet diese Transformationen als Erosion des Profitmaximierungsprinzips und zugleich als Grundlage für den Aufstieg einer neuen Wirtschaftsform: der „kollaborativen Commons“ (vgl. Rifkin 2014a, 227).

Der Begriff der „kollaborativen Commons“ nimmt eine zentrale Rolle in Rifkins Argumentation ein. Dieser Ansatz, der im dritten Teil des Buches ausführlich behandelt wird (vgl. Rifkin 2014a, 227), verweist darauf, dass die kollaborativen Commons eine neuartige Organisationsform ermöglichen, die auf gemeinsamer Nutzung und Partizipation basiert, anstatt auf individuellem Eigentum und Profitstreben.

Von besonderer Bedeutung ist hierbei das von Rifkin konzipierte Denkmodell, nämlich die „Kommunikation-Energie-Matrix“ (Rifkin 2014a). Diese Matrix verbindet Fortschritte in der Informations- und Energietechnologie mit einer Infrastruktur, die auf einem nachhaltigen Denken basiert.

Die ganze Geschichte hindurch kam es immer dann zu großen ökonomischen Veränderungen, wenn der Mensch eine neuer Energieordnung entdeckte und neue Kommunikationsmittel schuf, um diese zu organisieren. Das Aufeinandertreffen von Energieordnung und Kommunikationsmittel zeitigt eine neue Matrix zur Neuorientierung der

4 Diese Argumentation erinnert an Karl Marx' Überlegungen in *Das Kapital*, insbesondere in den Kapiteln 13 und 23. Marx postuliert, dass die inneren Widersprüche des Kapitalismus zwangsläufig zu dessen Transformation oder Abschaffung führen (vgl. Marx & Engels 1972).

Zeit-Raum-Dynamik, die wiederum einer größeren Zahl von Menschen erlaubt, sich in komplexeren sozialen Flechten zu organisieren. (Rifkin 2014a, 42)

Die Matrix dient als allgemeines Denkmodell, das auf verschiedene historische Perioden angewendet werden kann.

Was wir heute als Kapitalismus bezeichnen, tauchte mit dem Wechsel zu einer neuen Kommunikation-Energie-Matrix im letzten Jahrzehnt des 18. und in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts auf. (Rifkin 2014a, 66)

Die Kommunikations-Energie-Matrix kann darüber hinaus als ein Metanarrativ betrachtet werden, das nicht nur ökonomische, sondern auch kulturelle und gesellschaftliche Umwälzungen beschreibt.

Die großen Paradigmenwechsel der Menschheitsgeschichte führen nicht bloß Kommunikationsrevolutionen und Energieordnungen zu schlagkräftigen neuen Konfigurationen zusammen, die das Wirtschaftsleben einer Gesellschaft revolutionieren. (Rifkin 2014a, 433)

Doch das „Nicht-Diskursive“⁵, so Foucault, ist etwas, das ebenfalls verändert wird. Genauer gesagt, erfolgt eine Veränderung durch das Aufeinandertreffen von Diskursiven und Nicht-Diskursiven. Das verändert nicht nur die Ökonomie, sondern auch das menschliche Bewusstsein und die gesellschaftliche Struktur. Rifkin präsentiert sie als Gegenmodell zu den herkömmlichen hierarchischen Strukturen. In den Bildtheorien, insbesondere mit Blick auf die hermeneutischen Interpretationsmethoden, könnte diese Matrix als „a new common narrative“ (vgl. Rifkin 2014b, 181) begriffen werden, in das Bilder, Daten und Wissen zusammenfließen und so ein völlig neues Verständnis von Text als Gesamtbild entsteht.

Rifkins Theorie weist methodologisch bemerkenswerte Parallelen zu Foucaults Theorie auf, insbesondere zu dessen Überlegungen bezüglich des Todes des Autors. Foucault argumentiert, dass der Autor nicht mehr als individuelle, schöpferische Instanz betrachtet werden sollte, sondern vielmehr als eine Funktion innerhalb eines größeren Diskurses (vgl. Foucault 1969). In ähnlicher Weise deutet Rifkin die kollaborativen Commons als eine Rückkehr zu einer kollektiv geprägten Kultur- und Wissensproduktion. Er illustriert diese Idee durch historische Vergleiche.

Mit dem Buchdruck kam das Konzept der individuellen Autorschaft. Es hatte zwar bereits individuelle Autoren gegeben, man denke an Aristoteles und Thomas von Aquin, aber sie waren eher selten. In der Handschriftenkultur wurden Manuskripte oft über lange Zeiträume hinweg von Hunderten von anonymen Schreibern geschrieben [...]. (Rifkin 2014a, 261)

5 „Mit dem Begriff des Nichtdiskursiven, der ihm in den folgenden Jahren nicht nur zur methodischen Reflexion seines Forschungsprogramms, sondern auch zur Erkundung der Möglichkeiten politischer Praxis dienen wird, hat Foucault vor dem Hintergrund der Marxismusdebatten der 1960er Jahre und insbesondere der von Louis Althusser vorgenommenen Revision eines monokausal aufgefassten Basis-Überbau-Axioms zwar sein Bemühen um Kategorien einer nicht-marxistischen Gesellschaftsanalyse dokumentiert, theoretisch ausgearbeitet hat er diesen Begriff in der Archäologie des Wissens jedoch nicht“ (Bogdal 2006, 16 f.).

Die digitale Vernetzung und die kollaborativen Commons fördern eine ähnliche Dynamik, in der individuelle Beiträge Teil eines kollektiven Prozesses werden. Diese Entwicklung könnte als eine neue Form der Kulturproduktion interpretiert werden, die weniger auf individuelle Genialität als auf kollektive Intelligenz setzt. Rifkin betont, dass die Demokratisierung von Kultur und Technologie durch die kollaborativen Commons eine neue soziale Dynamik hervorbringt. Diese Verschiebung zeigt sich exemplarisch in der Diskussion um freie und Open-Source-Software, die Rifkin als „mehr Wahrnehmung als Substanz“ (vgl. Rifkin 2014a, 261–267) beschreibt. Die Open-Source-Bewegung und verwandte Initiativen verdeutlichen das Potenzial partizipativer, dezentraler Strukturen in der Organisation von Wissen und Ressourcen.

Diese Vision wirft jedoch kritische Fragen auf: Welche praktischen Herausforderungen birgt Rifkins (2000, 2014a, 2014b) Theorie? Sind die kollaborativen Commons als Basis einer müllfreien Zukunft tatsächlich für alle gesellschaftlichen Bereiche gleichermaßen realisierbar? Und inwiefern können solche theoretischen Modelle in Bildungskontexten operationalisiert werden? Inwieweit könnte eine Null-Grenzkosten-Gesellschaft eine müllfreie Gesellschaft ermöglichen? Oder sogar abstraktere Fragen, wie etwa: Wofür ist Müll in der Mathematik eine Metapher? Wie nennt man Müll in der formalen Wissenschaft oder, anders gefragt, was repräsentiert Müll in der Mathematik? Welche Rolle spielt Müll in einer Matrix? Was ist eigentlich Müll? Oder sind unterschiedliche Fachbereiche überhaupt nicht miteinander übersetzbar?

2.2 Einige kritische Anmerkungen

Technologische Innovationen sind stets in soziale und politische Kontexte eingebettet, die ihre Wirkung maßgeblich prägen. Entsprechend können technologische Entwicklungen nicht isoliert betrachtet werden, sondern stehen in einem engen Wechselverhältnis zu gesellschaftlichen Strukturen. Im theoretischen Modell von Rifkin wird diese Einsicht jedoch mit einem übertriebenen Optimismus verknüpft, der wichtige kritische Fragen unbeantwortet lässt.

Ein zentraler Kritikpunkt an Rifkins Ansatz ist die Annahme, dass technologische Innovationen fast automatisch zu einer besseren und gerechteren Gesellschaft führen. Doch die Geschichte zeigt, dass neue Technologien häufig bestehende soziale Ungleichheiten nicht abbauen, sondern sie sogar verstärken können. Ein deutliches Beispiel hierfür ist der Zugang zu digitaler Infrastruktur: Während in hochentwickelten Ländern immer mehr Menschen von den Vorteilen des Internets profitieren, bleibt eine große Zahl von Menschen in Entwicklungsländern aufgrund mangelnder Ressourcen ausgeschlossen.

Ein weiterer Kritikpunkt richtet sich gegen die Vision der „Sharing Economy“ (vgl. Rifkin 2014a). Diese setzt voraus, dass alle Menschen Zugang zu den erforderlichen Ressourcen und Plattformen haben, um an dieser neuen Wirtschaftsform teilzunehmen. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass der Zugang zu den Vorteilen der kollaborativen Commons nicht für alle gleichermaßen gegeben ist. Globale Unterschiede in Bildung, Technologie und Kapital können dabei eine erhebliche Rolle spielen. Rifkins Ansatz scheint in Teilen stark von westlichen Perspektiven beeinflusst zu sein, wodurch kulturelle und regionale Besonderheiten anderer Gesellschaften möglicherweise nicht in vollem Umfang reflektiert werden. Im Gegensatz zu Rifkin argumentiert Naomi Klein in ihrem Buch *Die Entscheidung: Kapitalis-*

mus vs. Klima (vgl. Klein 2015, 56), dass technologische Innovationen allein nicht ausreichen, um die grundlegenden Probleme des Kapitalismus zu lösen. Sie betont, dass systemische Veränderungen und Machtverschiebungen notwendig sind, um echte Gerechtigkeit zu erreichen. Ihr Ansatz zeigt auf, dass technologische Fortschritte ohne tiefgreifende soziale und politische Reformen kaum nachhaltige Ergebnisse erzielen können.

Die Idee, dass die Produktion von Gütern und Dienstleistungen nahezu kostenfrei werden könnte, basiert auf der impliziten Annahme, dass Ressourcen unendlich verfügbar sind. In Wirklichkeit jedoch sind viele Rohstoffe begrenzt, und ihre Gewinnung verursacht häufig erhebliche Umweltschäden. Hinzu kommen ungelöste Probleme bei der Entsorgung und Wiederverwertung von Produkten. Während er die Vorteile der Kreislaufwirtschaft betont, bleibt die Frage, wie eine Kultur des Überkonsums überwunden werden kann, unbeantwortet. Auch die psychologischen und sozialen Mechanismen, die unser Konsumverhalten bestimmen, werden kaum thematisiert.

Ein weiterer bemerkenswerter Punkt in Rifkins Werk ist sein Umgang mit dem Konzept des Materialismus.

Aber selbst, wenn sie sich mit ihrem zunehmenden Unglück konfrontiert sehen, besteht die hohe Wahrscheinlichkeit, dass materialistisch veranlagte Menschen ihr Streben nach Gewinn intensivieren in dem Glauben, nicht ihre Besessenheit von Reichtum sei das Problem, sondern sie hätten einfach noch nicht genug. (Rifkin 2014a, 402)

Interessanterweise verwendet er den Begriff nicht als einen philosophischen Fachbegriff, sondern in einem alltäglichen und banalen Sinne des Wortes. Dabei zitiert er Studien von Tim Kasser, der in seinem Werk *The High Price of Materialism* Folgendes feststellt:

People who strongly value the pursuit of wealth and possessions report lower psychological well-being than those who are less concerned with such aims [...] The more materialistic values are at the center of our lives, the more our quality of life is diminished. (Kasser 2004, 5, zit. nach Rifkin 2014a, 403)

Die Frage nach der Relevanz von Rifkins Werk – insbesondere ein Jahrzehnt nach seiner Veröffentlichung – ist berechtigt. Dennoch zeigen aktuelle technologische Entwicklungen, etwa der Aufstieg von KI-Systemen wie ChatGPT, dass viele seiner Überlegungen weiterhin von Bedeutung sind. Solche Technologien haben das Potenzial, Wissensvermittlung und akademische Institutionen grundlegend zu verändern.⁶

Gerade im pädagogischen Kontext lohnt sich eine erneute Auseinandersetzung mit Rifkins Kommunikations-Energie-Matrix – insbesondere im Hinblick auf Bildtheorien. Diese können Impulse für neue Lehrstrategien und narrative Formen geben, die nachhaltiges Denken und kritische Reflexion fördern. Im folgenden Kapitel liegt der Fokus daher auf den pädagogischen Implikationen, insbesondere auf der Rolle der Bildtheorien in der Unterrichtspraxis – im Vergleich zu Foucaults theoretischem Ansatz.

6 Vgl. den Beitrag von Norbert Pachler in diesem Band.

2.3 Didaktische Überlegungen

Rifkins Werk liefert zahlreiche Impulse für eine transformative Bildung (UNESCO 2021), die technologische, ästhetische und soziale Dimensionen miteinander verbindet. Seine Kommunikations-Energie-Matrix eröffnet Möglichkeiten für innovative Lehr- und Lernpraktiken, die nicht nur auf Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft und kollektives Handeln ausgerichtet sind, sondern auch neue Perspektiven in der Bildwissenschaft erschließen. Im Kontext der Bildwissenschaft lässt sich diese Theorie der Kommunikations-Energie-Matrix gewinnbringend mit interdisziplinären Perspektiven verbinden. Sie besitzt das Potenzial, über die Grenzen wissenschaftlicher Disziplinen hinauszudenken – wie es bereits die Schüler*innen im Rahmen ästhetischer, interdisziplinärer Projekte beim Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“ an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich erprobt haben. Das Projekt illustriert anschaulich, wie nachhaltige Wertstoffkreisläufe und Ressourcenbewusstsein auf kreative und partizipative Weise vermittelt werden können.

Die Verknüpfung von Rifkins Matrix mit Foucaults Diskursanalyse und dem Konzept der ästhetischen Bildung eröffnet Perspektiven für weitere Forschung. Rifkin postuliert, dass die Dezentralisierung von Macht und Wissen durch Technologien wie das Internet der Dinge und erneuerbare Energien transformative Auswirkungen auf gesellschaftliche Strukturen hat. Rifkins Matrix lässt sich mit Foucaults Konzepten der Diskursanalyse und des Dispositivs verknüpfen, um didaktische Ansätze zu entwickeln, die Wissen und Macht kritisch hinterfragen. Dabei rückt die ästhetische Dimension von Bildung in den Fokus: Wie können Schüler*innen durch narrative und visuelle Methoden dazu angeregt werden, über nachhaltige Zukunftsvisionen nachzudenken, bei denen Wissen nicht mehr primär als Macht verstanden wird?

Foucaults Verständnis des Nicht-Diskursiven – der Einfluss von Bildern, Räumen und symbolischen Praktiken – ergänzt Rifkins Ansatz, indem er zeigt, wie das Ineinandergreifen des Nicht-Diskursiven und Diskursiven Wandlungsprozesse prägt (Foucault 1969). Im Kontext der Bildungsarbeit bieten diese Ansätze die Möglichkeit, innovative narrative und visuelle Methoden zu entwickeln, die partizipative und kreative Lernprozesse fördern. Dabei könnte das „Bild“ nicht nur im klassischen Sinne verstanden, sondern auch als mathematische Form, etwa in der Struktur einer Matrix, begriffen werden.

Aus dieser Perspektive eröffnet die ästhetische Betrachtung der Mathematik neue Potenziale, den Mathematikunterricht didaktisch zu erweitern, indem Rechenfertigkeiten und abstraktes Denken aus ihrer traditionellen Exklusivität gelöst und für ein breiteres Spektrum an Disziplinen zugänglich gemacht werden. Dies schließt sowohl künstlerische als auch gesellschaftliche Kontexte ein und trägt dazu bei, Mathematik nicht nur als Werkzeug der Kontrolle, sondern als integrativen Bestandteil einer interdisziplinären Bildung neu zu positionieren. Beispielsweise können Schüler*innen das mathematische Konzept wie z. B. Matrizen und Vektoren nicht nur als abstrakte Ansammlungen von Zahlen verstehen, sondern als visuelle und künstlerische Darstellung von Beziehungen und Transformationen im Raum – als etwas Lebendiges, das sich verändert und entwickelt. Indem sie die Konzepte wie Matrizen oder Vektoren durch Bewegung, Kunst und Interaktion erfahren, können sie deren Bedeutung und Anwendung auf neue, kreative Weise erfassen. Zum Beispiel könnten sie die Transformationen, die eine Matrix bewirken kann – wie Rotation, Skalierung oder Spiegelung – durch eigene Körperbewegungen oder in der Darstellung von Kunstwerken nacherleben. In dieser praktischen Anwendung werden mathematische Konzepte nicht nur

als abstrakte Theorien behandelt, sondern als aktive Werkzeuge, die das Verständnis und die Wahrnehmung von Raum und Veränderung beeinflussen.

Auf der anderen Seite kann die Einführung neuer Technologien in den Unterricht zu einer Dekonstruktion traditioneller Machtverhältnisse führen, indem hierarchische Strukturen, in denen Lehrende als primäre Wissensquelle fungieren, zunehmend aufgelöst werden. Durch den Zugang zu digitalen Ressourcen und offenen Wissensnetzwerken gewinnen Lernende mehr Autonomie und können eigenständig Wissen erwerben, was den Machtanspruch der Lehrenden infrage stellt. Dies könnte zu einer Umverteilung von Macht im Bildungsprozess führen, in der Lernende nicht mehr passiv konsumieren, sondern aktiv in den Wissensproduktionsprozess eingebunden werden. Zum Beispiel können im Fach Mathematik die Schüler*innen Probleme und Lösungen posten, die von anderen Lernenden auf der Plattform überprüft und kommentiert werden. Dabei wird der Machtanspruch der Lehrkraft hinterfragt, da die Schülerinnen auch für die Vermittlung von Wissen zuständig sind.

Die Verbindung von Wissenschaft, Kreativität und Bildung, wie sie im Projekt „Es wird einmal ...“ realisiert wird, stellt ein äußerst inspirierendes Modell dar. Sie veranschaulicht, wie interdisziplinäre Ansätze dazu beitragen können, eine positive und zukunftsorientierte Beziehung zur Natur und unseren Ressourcen zu fördern. Wie können narrative und visuelle Methoden noch gezielter eingesetzt werden, um Schüler*innen für die Herausforderungen des Anthropozäns zu sensibilisieren? Welche Rolle können Technologien wie 3D-Druck oder virtuelle Realität in der ästhetischen Bildung übernehmen?

3. Fazit

Vor dem Hintergrund des Sparkling-Science-Projekts „Es wird einmal ...“ wurde in diesem Beitrag die Idee der „Gestaltbarkeit der Zukunft“ im Kontext des Anthropozäns neu interpretiert. Im Zentrum stand der Versuch, durch die Verknüpfung von Jeremy Rifkins Theorie der Null-Grenzkosten-Gesellschaft mit Michel Foucaults archäologischer Wissensanalyse innovative Wege der Wissenschaftskommunikation aufzuzeigen – insbesondere hinsichtlich der Bedeutung von Bildern und Narrativen im Denken über eine nachhaltige Zukunft.

Ausgangspunkt war die Frage: Bedeutet eine Gesellschaft mit null Grenzkosten automatisch eine müllfreie Zukunft? In Rifkins Modell entsteht durch die Kommunikations-Energie-Matrix eine neue ökonomische Ordnung: Jede historische Transformation basiert auf der Verbindung von Energieträgern und Kommunikationstechnologien – von Kohle und Buchdruck bis hin zu erneuerbaren Energien und dem Internet. In der dritten industriellen Revolution wird Müll nicht mehr als Abfall, sondern als zirkulierender Rohstoff begriffen – ein Ansatz, der es ermöglicht, Müll als globalen Stoff im Zeitalter der Globalisierung neu zu rahmen – nicht allein ökologisch oder ökonomisch, sondern epistemisch.

Die doppeldeutige Idee der „Müllfreiheit“ bleibt allerdings offen – ob als Vision oder Illusion: Bedeutet Müllfreiheit eine Zukunft ohne Müll oder eine Zukunft der Überproduktion, in der mehr konsumiert wird, um Müll als Rohstoff weiter zu verwerten?

Diese Frage abschließend zu beantworten, war nicht das Ziel meines Beitrags. Entscheidend war vielmehr aufzuzeigen, wie Rifkin überhaupt zu dieser Denkweise gelangt – was ihm ermöglicht, so zu denken. Die Matrix als Bild fungiert dabei – im Sinne Foucaults – als eine strategische Verknüpfung diskursiver und nicht-diskursiver Strukturen, die das Denken und Sprechen über Gesellschaft, Ressourcen und Wissen formt. Rifkins Matrix kann

somit als ein Denkwerkzeug gelesen werden, durch das Vergangenheit und Zukunft lesbar gemacht werden.

Zentral war die Frage, wie sich solche Denkwerkzeuge für die Bildung nutzbar machen lassen: Matrizen als Bilder zu verstehen, eröffnet neue ästhetische und didaktische Perspektiven. Nicht nur klassische Bilder, sondern auch logische und mathematische Ordnungen können visuelle Metanarrative erzeugen und dabei Epochenerzählungen prägen.

Im Anschluss an Foucaults Sichtweise, dass Wissen und Bildung nicht länger ausschließlich in Machtkategorien gedacht werden dürfen, rücken kollektive Kreativität sowie das Hinterfragen des klassischen Begriffs vom „Autor“ in den Fokus. Daraus ergibt sich die zentrale Frage: Wie lässt sich Interdisziplinarität bereits in frühen Schulstufen integrieren – und welche Auswirkungen hätte dies auf die Zukunft?

Literatur

- Bogdal, Klaus-Michael (2006). Das Geheimnis des Nichtdiskursiven. In Klaus-Michael Bogdal & Achim Geisenhanslüke (Hrsg.), *Die Abwesenheit des Werkes. Nach Foucault* (S. 13–24). Synchron Publ.
- Klein, Naomi (2015). *Die Entscheidung: Kapitalismus vs. Klima*. S. Fischer Verlag.
- Marx, Karl & Engels, Friedrich (1972). *Das Kapital: Kritik der politischen Ökonomie; erster Band, Buch I: Der Produktionsprozess des Kapitals*. Werke Bd. 23.
- Rifkin, Jeremy (2000). *The Age of Access: How the Shift from Ownership to Access Is Transforming Capitalism*. Tarcher.
- Rifkin, Jeremy (2014a). *Die Null-Grenzkosten-Gesellschaft: Das Internet der Dinge, kollaboratives Gemeingut und der Rückzug des Kapitalismus*. Campus.
- Rifkin, Jeremy (2014b). *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*. Macmillan.
- Schmelzer, Matthias & Vetter, Andrea (2024). *Degrowth/Postwachstum zur Einführung*. Junius.
- Shamiyeh, Michael (2023). Letting the Future guide our Thoughts and Actions. In Carmen Sippl, Gerhard Brandhofer & Erwin Rauscher (Hrsg.), *Futures Literacy. Zukunft lernen und lehren* (S. 21–30). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 13) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.170>
- Sippl, Carmen (2023). „Es wird einmal ...“ Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän: Leitfaden für die Citizen-Science-Forschung an den Volksschulen. Pädagogische Hochschule Niederösterreich (Teilrechtsfähigkeit). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a1.120>
- UNESCO (2021). *Reimagining Our Futures Together. A New Social Contract for Education. Report from the International Commission on the Futures of Education*. UNESCO.

Die Prinzessin auf der Erbse

Wie die Forschung Zukunftsfragen von Volksschulkindern beantworten kann

1. Einleitung

Im Zuge des Sparkling-Science-Projektes „Es wird einmal ...“ widmeten sich Schüler*innen niederösterreichischer Volksschulen der Frage, wie Märchenstoffe Impulse für zukünftige Innovationen geben können.¹ In der Märchen-, Kreislauf- und Zukunftswerkstatt stellten Kinder Fragen zu klassischen Märchen, in denen Rohstoffe eine zentrale Rolle spielen (Sippel 2023). Eine Volksschule nahm das Märchen „Die Prinzessin auf der Erbse“ von Hans Christian Andersen als Ausgangspunkt für die Auseinandersetzung mit zwei Materialien, die im Märchen thematisiert werden: die Erbse und die Eiderdaune. Dabei rückte die Erbse sowohl als Nahrungsmittel als auch als möglicher umweltfreundlicher Rohstoff für Verpackungsmaterialien in den Mittelpunkt der Überlegungen.

Besonders innovativ waren die Ideen der Kinder, die in der Zukunftswerkstatt gesammelt wurden. Im Setting einer angeleiteten Hörstation konnten die Jungforscher*innen das Buchstabieren der Zukunft proben und erste Schritte in der Kunst von Futures Literacy wagen.² Die Transkripte der Aufnahmen zeigen interessante Fragen und Vorschläge der Jungforscher*innen. So regten die Kinder unter anderem an, Erbsen widerstandsfähiger gegen Schädlinge und Krankheiten zu machen – beispielsweise durch Kreuzung mit anderen Pflanzen wie Kakteen, um den Wasserbedarf zu reduzieren. Sie dachten über den Einsatz natürlicher Schädlingsbekämpfungsmittel wie Brennnessel- oder Karottenextrakte nach und diskutierten sogar genetische Veränderungen, um Erbsen an Umweltbedingungen anzupassen. Ihre Überlegungen gingen so weit, die Erbse durch Kreuzung mit anderen Pflanzen geschmacklich zu verbessern oder neue Funktionen wie Tierabwehr durch Stacheln zu integrieren. Diese fantasievollen und zugleich wissenschaftlich relevanten Ansätze zeigen, wie Kinder durch ihre Imagination zu Forschungsideen anregen können. Im vorliegenden Beitrag werden Ideen der Kinder in Verknüpfung mit aktueller Forschung thematisiert, die Potenziale der genetischen Veränderung und Kreuzung von Erbsen wissenschaft-

1 Das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ (2022–2024, <https://www.ph-noe.ac.at/de/forschung/futures-literacy/sparkling-science-projekt>) wurde gefördert von OeAD und BMBWF. Im Projekt erkunden Schüler*innen als Zukunftsforscher*innen das Wissen über regionale Rohstoffe an ihren Schulstandorten und erforschen, wie die Menschheits- als Energiegeschichte für die Zukunft neu geschrieben werden kann (siehe auch Interview mit Robert Kamper von OeAD Bildung, abrufbar unter <https://youtu.be/Ofvk7NqHk-Y?si=2xjbKv13t8oG1dWm>).

2 In der Hörstation zur Zukunft der Erbse des Sparkling-Science-Projektes an den Schulen wurde ein Audioaufnahmegerät ins Zentrum eines Sitzkreises gestellt und die Kinder in mehreren Kleingruppen eingeladen, ihre Gedanken zur Bedeutung des Rohstoffes im jeweiligen Märchen auszusprechen. Das konnte in der Form von Interviews oder spontanen Hörspielszenen durchgeführt werden.

lich beleuchtet und deren Rolle in einer nachhaltigeren Kreislaufwirtschaft analysiert. Vor allem die Resistenz gegenüber Krankheiten steht im Fokus.

2. Ökonomische Bedeutung der Erbse und genetische Ressourcen im John Innes Centre

Die Erbse ist eine weltweit wichtige Hülsenfrucht, die für ihre Rolle bei der Stickstofffixierung im Boden und der nachhaltigen Landwirtschaft geschätzt wird. Trotz ihrer Bedeutung in der Revolution der Genetik durch Gregor Mendel (Mendel 1865) hat diese Nutzpflanze bis vor Kurzem nur geringe Aufmerksamkeit in der Forschung und Wirtschaft erhalten. Lediglich im letzten Jahrzehnt haben Erbsen durch die Zunahme an Fleischalternativen und der Präferenzen der Verbraucher*innen hin zu pflanzlichem Protein an ökonomischer und wissenschaftlicher Bedeutung gewonnen (McClements & Großmann 2021). Die steigende weltweite Nachfrage nach Erbsen liefert einen größeren Anreiz für Landwirt*innen, diese Pflanze in ihre Fruchtfolgen (Rotation von unterschiedlichen Pflanzenarten auf Feldern) aufzunehmen. Es gibt jedoch Schwierigkeiten diesem Bedarf gerecht zu werden, da Erbsenbauer*innen bei der Ernte von Erbsen auf denselben Flächen in engen Fruchtfolgen einen allmählichen Ertragsrückgang verzeichnen. Die Häufigkeit und Stärke von Krankheiten ist die Hauptursache für diesen Rückgang. Abbildung 1 veranschaulicht die miteinander verbundenen Faktoren, welche die Erbsenproduktion beeinflussen.

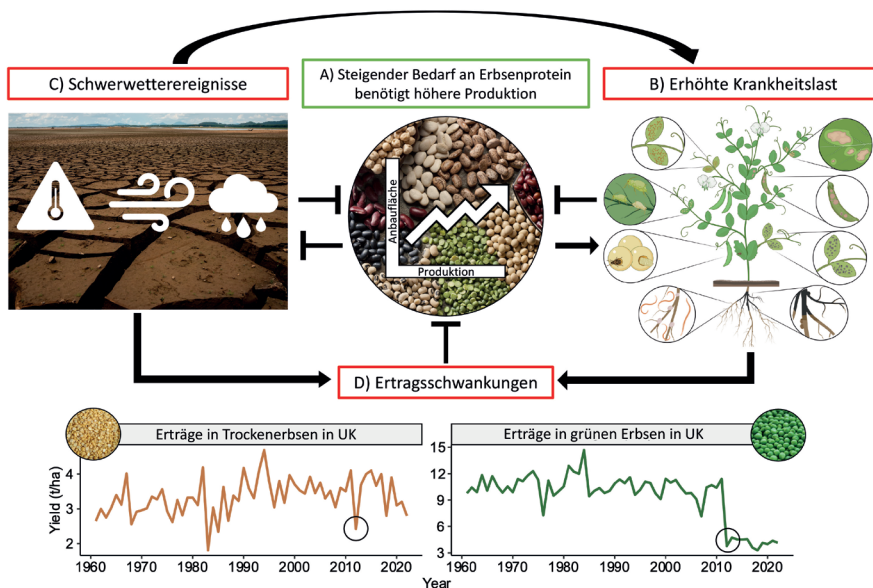


Abbildung 1: Faktoren, welche die Erbsenproduktion beeinflussen und ihre Wechselwirkungen, adaptiert von Trenk et al. (2024). Pfeile (→) zeigen einen positiven Einfluss und stumpfe Pfeile (⊥) Hemmung an. (A) Hülsenfrüchte wie die Erbse sind ein unverzichtbarer Bestandteil der nachhaltigen Landwirtschaft, die darauf abzielt, die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu mildern. Die steigende Nachfrage nach

pflanzlichem Protein erfordert eine Erhöhung der Erbsenproduktion, die derzeit hauptsächlich durch die Ausweitung der Anbaufläche und den Einsatz enger Fruchtfolgen erreicht wird.

(B) Ihre intensive Kultivierung führt jedoch zur Ansammlung von Schädlingen und Krankheitserregern, zu denen Wurzelfäule, Wurzel-Nematoden, Elefantenrüsselkäfer, Blattläuse und verwandte Virusinfektionen, Rost, bakterielle Blattfleckkrankheit, Ascochyta-Brennfleckenkrankheit und Falscher Mehltau gehören (im Uhrzeigersinn von unten rechts dargestellt).

(C) Darüber hinaus verschärft der Klimawandel biotische Belastungen, welche durch zunehmende extreme Wetterereignisse verheerender werden. Zusätzlich wird die Erbsenkultur erheblich durch Hitzestress, Dürren, Starkwind und Staunässe beeinträchtigt.

(D) All diese Faktoren tragen zur Ertragsinstabilität bei, beispielsweise im Jahr 2012 (wie durch schwarze Kreise angezeigt), als besonders nasse Bedingungen im Vereinigten Königreich biotische Ertragsverluste verschärften Daten von FAOSTAT (2024). Diese Instabilität stellt ein wirtschaftliches Risiko für Erbsenbauer*innen dar und behindert weitere Steigerungen der Erbsenproduktion.

Insbesondere verheerende Verluste durch Pilzkrankheiten, vor allem durch bodenbürtige Krankheiten wie Wurzelfäule, tragen wesentlich dazu bei, dass Landwirt*innen vor Leguminosen-Anbau abschrecken. Wurzelfäule ist eine bodenbürtige Krankheit, die durch die Kombination mehrerer Krankheitserreger verursacht wird, nämlich von mehreren Pilzen und Oomyceten wie *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Aphanomyces euteiches* und *Pythium* spp (Kraft und Pfleger 2001). Diese infizieren häufig gemeinsam, was Symptome wesentlich verschlimmern kann (Willsey et al. 2018). Abbildung 2 zeigt ein Beispiel, wie diese Symptome auf den Pflanzenwurzeln aufscheinen. Die langlebigen Sporen dieser Pathogene können bis zu zehn Jahre im Boden überleben, was kurzen Erntewechsel weiter erschwert (Wille et al. 2021). In England beträgt der jährliche Wert der Erbsenindustrie etwa £ 90 Millionen, und etwa 38 % davon gehen jedes Jahr durch Wurzelfäule verloren. Da keine chemischen Kontrollen zur Krankheitsbekämpfung verfügbar sind, besteht ein dringender Bedarf, neuartige genetische Resistenzquellen zu finden, um die Ausbreitung dieser Krankheit zu kontrollieren.

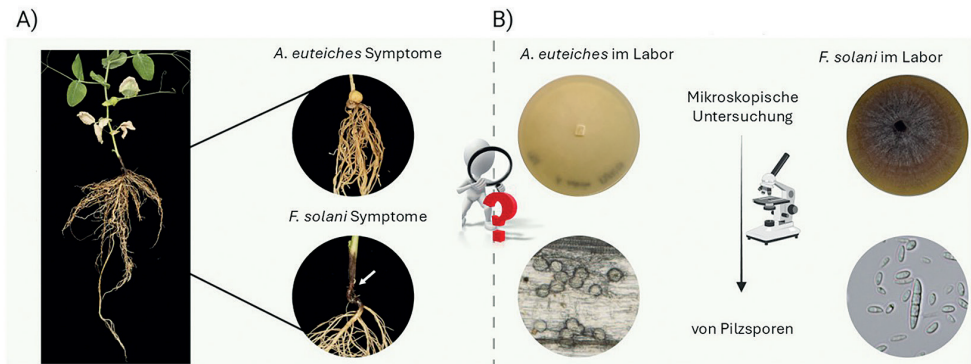


Abbildung 2: Symptome der Wurzelfäule und Pilzkulturen der Verursacher, adaptiert von Trenk et al. (2024). Der Oomycet *Aphanomyces euteiches* verursacht die Zerstörung des Wurzelkortex in weiten Teilen der Wurzel und manifestiert sich durch gelbe Verfärbung der Wurzeln, während der Pilz *Fusarium solani* das Verrotten an bestimmten Stellen der Hauptwurzel (weißer Pfeil) verursacht. Die Erreger können im Labor in Kultur isoliert und unter dem Mikroskop untersucht werden.

Um dieser Gefahr gerecht zu werden, kann das John Innes Centre³ auf eine wertvolle Ressource zurückgreifen: Die Germplasm Resources Unit beherbergt eine Vielzahl an genetisch diversen Erbsenarten von vielen Teilen der Erde, weit über 3.500 wilde und kultivierte Arten.⁴ Zu finden sind sowohl Elite-Sorten, welche in der Landwirtschaft verwendet werden, als auch wilde Verwandte, welche in den Ursprungsländern der Erbse (Mittlerer Osten) bis heute eine regionale Rolle spielen. Abbildung 3 gibt einen Überblick über die Klassifizierung dieser Arten. Dazu verfügt das John Innes Centre über zusätzliche wertvolle genetische Ressourcen, da das Genom eines Teils dieser 700 Arten in Kollaboration mit AGIS/CAAS (China) sequenziert wurde. Dunklere Farbtöne symbolisieren den Grad der Kultivierung, wobei gelblichere Töne wildere Erbsensorten zeigen. Wie erwartet, finden sich die meisten Elite-Sorten und Zuchtarten in der Subspezies *Pisum sativum*, während der wilde Verwandte der Erbse, *Pisum fulvum*, den wildesten Anteil aufweist.⁵

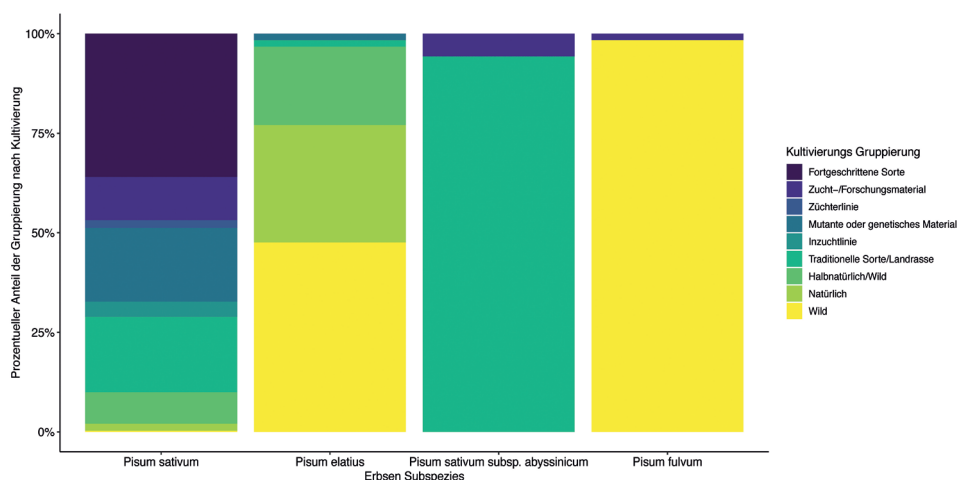


Abbildung 3: Veranschaulichung der vorhandenen genetischen Erbsen (eigene Darstellung)

3. Identifikation von genetischer Resistenz

Wie bereits sehr gut intuitiv von den Schulkindern errahnt, beherbergt die Natur eine Vielzahl an Möglichkeiten, unsere Nutzpflanzen zu verbessern. Elite-Sorten, welche für hohen Ertrag gezüchtet wurden, genießen während des intensiven Anbaus an Feldern Optimalbedingungen von Nährstoffen und sind durch starke Unterstützung von Fungiziden weniger

- Das 1910 gegründete John Innes Centre in Norwich in England ist ein unabhängiges Forschungszentrum mit Fokus auf Pflanzen- und Mikrobiologie.
- SeedStor ist ein Informationsmanagementsystem, das am John Innes Centre entwickelt wurde. Das System wird verwendet, um die verschiedenen Akzessionen in den Saatgutsammlungen der GRU-Saatgutbank zu verfolgen, zu kuratieren und ihre Verwendung zu überwachen (www.seedstor.ac.uk).
- Die Daten sind öffentlich zugänglich unter <https://www.seedstor.ac.uk/search-browseaccessions.php?idCollection=6>.

Pathogenen ausgesetzt. Das führt dazu, dass während der Domestikation in Elite-Sorten Resistenzen verloren gehen. Diese „genetische Engstelle“⁶ in der Agronomie kann durch die Einbindung von wilden Sorten oder gar nahen Verwandten der Erbse umgangen werden. Denn im Gegensatz zur fortgeschrittenen Sorte mussten wilde Varianten seit Millionen von Jahren mit einer Reihe von Mikroben koexistieren, was zu einer gegenseitigen Evolution von Anfälligkeit und Resistenz führt. Dementsprechend sind wilde Sorten oft ein wertvolles Reservoir an verlorener genetischer Resistenz. Dies bietet ein wichtiges Werkzeug für Züchter*innen, da diese Resistenzen in Elite-Sorten gekreuzt werden können. Besonders bei nahen Verwandten zur kultivierten Erbse, wie etwa *Pisum elatius*, lassen sich Kreuzungen relativ einfach vornehmen. Traditionellerweise involviert die Kreuzung von unterschiedlichen Sorten eine enorme Menge an Saatgut, welche danach ausgewachsen und auf Krankheiten untersucht werden muss. Nichtsdestotrotz ermöglicht das Vorhandensein von genetischen Ressourcen, diesen Prozess zu beschleunigen.

Ein Beispiel dazu wäre eine Kreuzung von zwei Sorten, welche einen starken Kontrast in der Krankheitsresistenz zu *Fusarium solani* vorweisen: eine stark resistente Landrasse, welche genetisch näher zu wilden Verwandten ist, und eine Elite-Sorte, welche Anfälligkeit vorweist. 300 Sorten der daraus resultierenden Kreuzungs-Population wurden auf Resistenz unter kontrollierten Konditionen untersucht (siehe Abbildung 4). Eine statistische Auswertung dieser Reaktionen enthüllte eine genetische Region, welche 29 Gene beinhaltet. Weitere Experimente, welche die Genexpressionsmuster dieser Gene untersuchten, erlaubten es, eine Handvoll von diesen Genen als wahrscheinliche Kandidaten der Resistenz zu identifizieren, darunter Enzyme, welche oft mit Resistenz verbunden sind. Das Wissen, welche Gene dieser Resistenz unterliegen, erlaubt es, genetische Marker zu kreieren, welche ermöglichen, die Resistenz eines Samens anhand des Erbgutes vorherzusagen. Dies bedeutet, dass der Prozess der traditionellen Kreuzung und dem damit verbundenen Arbeits- und Zeitaufwand wesentlich beschleunigt werden kann, da lediglich ein Sprössling genügt, um Erbgut zu extrahieren. Dies umgeht, große Mengen an Saatgut bis zur ausgewachsenen Pflanze anzubauen.

6 Genetische Engstellen (genetic bottlenecks) sind Phasen, in denen die genetische Vielfalt einer Kulturpflanze stark verringert wurde.



Abbildung 4: Ein typischer Versuchsaufbau eines Experimentes, um die diversen Reaktionen zu Wurzelfäule-Pathogenen zu untersuchen. Diese Pflanzen werden mit Pilzsporen infiziert und nach vier Wochen nach Symptomen untersucht (eigene Darstellung).

Diese Methode erlaubt es, nicht nur die genetischen Faktoren zu identifizieren, welche Krankheiten bekämpfen, sondern auch jegliche andere Charaktereigenschaft mit agronomischem Wert zu untersuchen. So kann ein umfassendes Bild des Erbsen-Genoms (Idiogramm) erstellt werden, welches die Gene dieser Charaktere visualisiert und ein Werkzeug für Züchter darstellt. Wie in Abbildung 5 ersichtlich, kann ein Beispiel davon für die Eigenschaften, welche Gregor Mendel selbst untersucht hat, geschaffen werden.

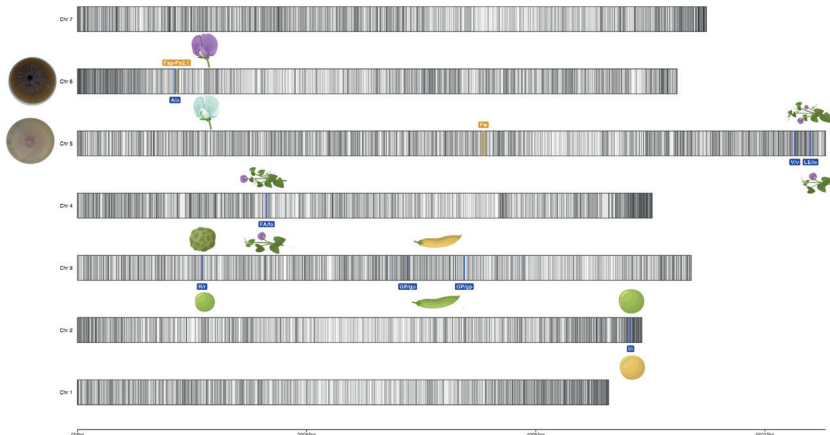


Abbildung 5: Idiogramm genetischer Resistenzen der Erbse vom Genus *Fusarium* (orange) und Visualisierung von Mendels Merkmalen der Erbse (blau), welche den Grundstein der Genetik gelegt haben. Die Abbildung wurde unter Verwendung der Erbsen-Genom-Assemblierung Zhongwan6 (CAAS_Psat_ZW6_1.0) (Yang et al. 2022) erstellt. Insgesamt wurden 46.538 Gene als vertikale schwarze Linien geplottet, um die Gen-Dichte darzustellen.

4. Fazit

Einige der von den Jungforscher*innen in der Zukunftswerkstatt des Sparkling-Science-Projektes gestellten Fragen sind relevant in der Erbsenforschung. Die Vorschläge der Volksschüler*innen, Erbsen durch Kreuzungen widerstandsfähiger gegen Schädlinge und Krankheiten zu machen oder den Wasserbedarf beim Gießen zu reduzieren, sind sinnvoll.

Nach langer Stille, seit der Zeit Gregor Mendels, erlebt die Erbsenforschung endlich wieder einen bedeutenden Aufschwung. Fallende Preise für Genom-Sequenzierung und bahnbrechende Techniken wie CRISPR-Cas9 haben großes Potenzial, Fortschritte in der Agronomie bedeutend zu verbessern. Insbesondere Genome Wide Association Studies und Kreuzungspopulationen wurden im Labor erfolgreich verwendet, um neue Resistenzen in Nutzpflanzen zu finden. Während chemische Resistenz in der Form von Fungiziden (welche oft mit umfassenden Gesundheitsschäden verbunden sind und deren Verwendung in den letzten Jahren stark eingeschränkt wurde) immer noch ein sehr wichtiger Bestandteil der Agronomie sind, wird die Bedeutung von genetischer Resistenz immer wichtiger und präsentiert eine robustere und umweltschonendere Alternative.

Es wird eine wichtige Aufgabe im Sinne der Wissenschaftskommunikation sein, diese Ergebnisse in einer Fortführung des Sparkling-Science-Projektes in einer kindgerechten Form an die jungen Forscher*innen in die Klassenzimmer weiterzugeben. So ist ein Videofilm, in dem auf die Fragen der Kinder zur Erbsenforschung eingegangen wird, verfügbar.⁷

Literatur

- FAOSTAT (2024). Food an Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat>, abgerufen am 11.03.2024.
- Kamper, Robert (2023). Interview zum Citizen-Science-Projekt „Es wird einmal ...: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“. *Newsreihe „Inside Sparkling Science 2.0“ des OeAD-Zentrums für Citizen Science*, <https://www.youtube.com/watch?v=Ofvk7NqHk-Y>, abgerufen am 14.03.2024.
- Kraft, John & Pfleger, Francis (2001). *Compendium of pea diseases and pests*. American Phytopathological Society (APS Press).
- McClements David & Großmann Lutz (2021). The science of plant-based foods: Constructing next-generation meat, fish, milk and egg analogs. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 20(4). DOI: 10.1111/1541-4337.12771.
- Mendel, Gregor (1865). *Versuche über Pflanzen-Hybriden – Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn*. 4, 3–47.
- www.zobodat.at/pdf/Verh-naturf-Ver-Bruenn_4_0003-0047.pdf [2024-03-11].
- Sippl, Carmen (Hrsg.) (2023). „Es wird einmal ...“ Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän. *Leitfaden für die Citizen-Science-Forschung an den Volksschulen*. Pädagogische Hochschule Niederösterreich (Teilrechtsfähigkeit). DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a1.120>

7 <https://medien.ph-noe.ac.at/paella7/ui/watch.html?id=99eca65e-4726-4e15-b696-2585a016c126>

- Trenk Nicolas, Pacheco-Moreno, Alba & Arora, Sanu (2024). Understanding the root of the problem for tackling pea root rot disease. *Frontiers in Microbiology* 15. DOI: 10.3389/fmicb.2024.1441814.
- Wille, Lukas, Kurmann, Mario, Messmer, Monika, Studer, Bruno & Hohmann, Pierre (2021). Untangling the pea root rot complex reveals microbial markers for plant health. *Frontiers in plant science* 12. DOI: 10.3389/fpls.2021.737820
- Willsey, Telsa, Chatterton, Syama, Heynen, Michael & Erickson, Anthony (2018). Detection of interactions between the pea root rot pathogens *Aphanomyces euteiches* and *Fusarium* spp. using a multiplex qPCR assay. *Plant Pathology*, 67(9), pp.1912–1923. DOI: 10.1111/ppa.12895.
- Yang, Tao, Liu, Rong, Luo, Yingfeng, Hu, Songnian, Wang, Dong, Wang, Chenyu, Pandey, Manish, Ge, Sond, Xu, Quanle, Li, Nana, Li, Guan, Huang, Yuning, Saxena, Rachit, Ji, Yishan, Li, Mengwei, Yan, Xin, He, Yuhua, Liu, Yujiao, Wang, Xuejun, Xiang, Chao, Varshney, Rajeev, Ding, Hanfeng, Gao, Shenghan & Zong, Xuxiao (2022). Improved pea reference genome and pan-genome highlight genomic features and evolutionary characteristics. *Nature Genetics* 54, 1553–1563. DOI: 10.1038/s41588-022-01172-2.

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Faktoren, welche die Erbsenproduktion beeinflussen und ihre Wechselwirkungen, adaptiert von Trenk et al. (2024), © Nicolas Trenk, CC BY-SA 4.0, <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Abbildung 2: Symptome der Wurzelfäule und Pilzkulturen der Verursacher, adaptiert von Trenk et al. (2024), © Nicolas Trenk, CC BY-SA 4.0, <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Abbildung 3: Veranschaulichung der vorhandenen genetischen Erbsen (eigene Darstellung)
- Abbildung 4: Ein typischer Versuchsaufbau eines Experimentes, um die diversen Reaktionen zu Wurzelfäule Pathogenen zu untersuchen (eigene Darstellung)
- Abbildung 5: Idiogramm ausgewählter genetischer Resistenzen gegen bodenbürtige Krankheitserreger (eigene Darstellung, basierend auf Yang et al. 2022)

Achtsames Zuhören für eine nachhaltige Zukunft

Experimentelle Ansätze zum Erlernen auditiver Aufmerksamkeit

1. Einleitung: achtsames Zuhören als Brücke zur Umwelt

*Take a walk at night.
Walk so silently that the bottoms
of your feet become ears.*
Pauline Oliveros¹

Das Anthropozän, die Ära des menschlichen Einflusses auf den Planeten, fordert uns dazu auf, unser Handeln und unsere Beziehung zur Umwelt kritisch zu hinterfragen. Inmitten der komplexen Herausforderungen wie Klimawandel, Digitalisierung, Ressourcenknappheit und sozialer Ungleichheit liegt ein wesentlicher Beitrag für eine positive Zukunft in der Förderung langfristiger Nachhaltigkeit, in der umsichtigen Nutzung natürlicher Ressourcen und in der Stärkung der sozialen Gerechtigkeit. Ein möglicher Ansatz, um neue Wege für ökologisches Denken und ein gerechtes Miteinander zu entwickeln, ist das Konzept des achtsamen Zuhörens.

In der musikpädagogischen Literatur wird „achtsames Hören“ häufig als eine Form des bewussten, konzentrierten und offenen Zuhörens beschrieben. Dieses Konzept betont die Bedeutung der Präsenz im Moment und die bewusste Wahrnehmung musikalischer Phänomene. Es umfasst das bewusste Wahrnehmen von Klängen, ohne diese sofort zu bewerten oder zu beurteilen (vgl. Gruhn 2008; Waid 2015). In der Praxis kann dies zunächst zu einer tieferen Verbindung mit der Umwelt und einem Bewusstsein für „akustische[n] Umweltverschmutzung“ (Gruber 2020, 433) führen. Darüber hinaus kann das achtsame Zuhören nicht nur ein auditives Verständnis von Zusammenhängen und Kreisläufen fördern, sondern auch die zwischenmenschliche Kommunikation (vgl. Olejniczak 2018, 18–25) verbessern – Kompetenzen, die für die „Verankerung von Nachhaltigkeitswerten“ (Bianchi et al. 2022, 17–19) entscheidend sind.

Die Umwelt, ob in urbanen oder natürlichen Räumen, ist durchdrungen von Klängen, welche die Spuren menschlicher Eingriffe offenbaren. Sei es der Lärm einer Großstadt oder das Summen von Insekten, vermischt mit Mähgeräuschen in einer ländlichen Gegend – diese Klänge spiegeln die Dynamik des Anthropozäns wider. Sie sind nicht nur als Lärm zu verstehen, sondern als Teil unserer menschengemachten akustischen Umgebung. Beim bewussten Zuhören muss der Klangkulisse nichts hinzugefügt werden (wie etwa Meditationsmusik); vielmehr gilt es, das wahrzunehmen, was ohnehin vorhanden ist.

1 Oliveros 1971, 9.

2. Experimentelle Musikmethoden im Unterricht

2.1 Achtsames Zuhören: Pauline Oliveros und John Cage im Zusammenspiel

*Through Pauline Oliveros and Deep Listening,
I finally know what harmony is...
It's about the pleasure of making music.*
John Cage²

Die Anwendung von Methoden aus der experimentellen Musik, wie sie von Pauline Oliveros oder John Cage entwickelt wurden, bietet vielfältige Möglichkeiten, achtsames Zuhören und Umweltbewusstsein zu fördern. Obwohl sie nicht regelmäßig zusammenarbeiteten, verband Pauline Oliveros und John Cage eine tiefgreifende künstlerische Beziehung, die auf gemeinsamen Interessen an experimenteller Musik und der Erforschung von Klang basierte. Beide Komponist*innen teilten die Überzeugung, dass aktives Zuhören und die Einbeziehung von Umgebungsgeräuschen zentrale Elemente musikalischer Erfahrung sind.

Oliveros' „Sonic Meditations“ (Oliveros 1971) regen beispielsweise dazu an, Klänge bewusst und ohne Vorurteile wahrzunehmen. Diese meditativen Übungen können im Unterricht genutzt werden, um Schüler*innen eine tiefere Verbindung zu ihrer akustischen Umwelt zu ermöglichen.

Als Einstimmung auf diese meditativen Übungen eignet sich das Stück „4'33““ von John Cage besonders gut. Cages Werk hinterfragt die Grenzen zwischen Musik und alltäglichen Geräuschen und lädt dazu ein, die Bedeutung von Stille neu zu definieren. Er selbst betonte, dass es Stille im eigentlichen Sinne nicht gibt (vgl. Cage 1961). Mit „4'33““ lädt Cage dazu ein, sich wirklich auf das Hören einzulassen, die akustische Umwelt bewusst wahrzunehmen und wertzuschätzen.³

Diese Konzepte lassen sich flexibel an den Unterricht verschiedener Altersstufen anpassen, da musikpädagogische Meditationsübungen bereits ab der 1. Schulstufe möglich sind. So beschreibt Decker-Voigt (2024, 167) ein Beispiel musiktherapeutischer Tiefenentspannung mit einem sechsjährigen Kind. Landy hingegen entwickelt – ausgehend von der Analyse von Klängen und Geräuschen, die bei einem Soundwalk oder an einem bestimmten Ort gesammelt wurden – einen Zugang zur Komposition neuer Musik, der sich an Schüler*innen im Alter von 11 bis 14 Jahren richtet (vgl. Landy 2012). In allen genannten Methoden spielt das achtsame Zuhören eine zentrale Rolle – jeweils in unterschiedlichen Ausprägungen.

John Cages Ansatz, Alltagsgeräusche als Musik wahrzunehmen, könnte in einer Unterrichtseinheit beispielsweise dazu einladen, die Klänge der Umgebung aufzunehmen und daraus eine Klangcollage⁴ zu erstellen. Solche Projekte zeigen, wie kreativ und bewusst der Umgang mit der Umwelt gestaltet werden kann.

2 Oliveros 2022, 32

3 John Cage verstand Stille nicht als Abwesenheit von Klang, sondern als aktive Wahrnehmung der Umgebungsgeräusche. Sein Werk „4'33““ lässt scheinbare Stille bewusst und als integralen Bestandteil unserer auditiven Wahrnehmung erleben – ein Ansatz, der auch heute noch von großer Relevanz für unser Verständnis von Klang und Umwelt ist (vgl. Wadle 2023).

4 Voegelin beschreibt die Klangcollage als künstlerisches Verfahren, akustische Materialien – Naturklänge, Alltagsgeräusche, Sprachfragmente oder Musiksnipsel – zu einem neuen, oft assoziativen oder narrativen Ganzen zusammenzuführen (vgl. Voegelin 2010).

Die Methode des achtsamen Zuhörens, inspiriert von Pauline Oliveros' „Sonic Meditations“, regt dazu an, die Klänge rund um uns bewusst wahrzunehmen. Eine solche Übung könnte darin bestehen, an einem Ort still zu sitzen und alle Klänge der Umgebung – sowohl natürliche als auch menschengemachte – aufmerksam zu verfolgen. Dieser Prozess macht deutlich, wie tiefgreifend die menschlichen Eingriffe die natürlichen Klangwelten verändern, und sensibilisiert uns für die Bedeutung eines respektvolleren Umgangs mit unserer Umwelt.⁵

2.2 „Sonic Meditation“ – Pauline Oliveros Anleitung zum bewussten Hören

Komponistin Pauline Oliveros reagierte in den späten 1960er-Jahren auf politische Unruhen und persönliche Herausforderungen, indem sie sich in ihre Musik und Meditation zurückzog (vgl. O'Brien 2016). Sie entwickelte die „Sonic Meditations“ (Oliveros 1971), textbasierte Anleitungen, die das bewusste Hören und die Körperwahrnehmung fördern sollten. Diese Meditationen entstanden ursprünglich in Frauengruppen und zielten darauf ab, das Bewusstsein zu erweitern und Heilung zu fördern (vgl. O'Brien 2016). Oliveros betrachtete das Zuhören als eine Form des Aktivismus und betonte die Bedeutung des tiefen Hörens (*Deep Listening*⁶) als Mittel zur persönlichen und gesellschaftlichen Transformation.

Die „Sonic Meditations“ von Pauline Oliveros sind für Gruppen jeder Altersstufe zugänglich und bieten vielfältige Möglichkeiten, achtsames Hören zu erleben. Je nach Zielsetzung können die Teilnehmer*innen entweder ohne konkreten Auftrag lauschen oder anschließend über die gehörten Klänge sprechen und die akustischen Eindrücke kreativ weiterverarbeiten.

Ein Beispiel ist der „Environmental Dialogue“:

Each person finds a place to be, either near to or distant from the others, either indoors or out of doors. Begin the meditation by observing your own breathing. As you become aware of sounds from the environment, gradually begin to reinforce the pitch of the sound source. Reinforce either vocally, mentally or with an instrument. If you lose touch with the source, wait quietly for another. Reinforce means to strengthen or sustain. If the pitch of the sound source is out of your range, then reinforce it mentally.
(Oliveros 1971, 13)

Diese „Sonic Meditation“ ist eine intuitive Übung, um sowohl Achtsamkeit als auch Umweltbewusstsein zu fördern, insbesondere bei Kindern. Die Teilnehmer*innen wählen einen Platz, an dem sie sich wohlfühlen – drinnen oder draußen, in der Nähe oder entfernt von anderen – und beginnen die Übung, indem sie ihre Atmung bewusst wahrnehmen.

5 Wie sich diese Methode konkret im Unterricht einsetzen lässt – einschließlich eines möglichen Ablaufs und Anregungen für die Weiterarbeit mit den Schüler*innen – wird in Abschnitt 3 ausführlich beschrieben.

6 *Deep Listening* bezeichnet eine Praxis des konzentrierten Zuhörens, bei der alle Klänge – aus der Umgebung, dem eigenen Körper und dem inneren Erleben – aufmerksam wahrgenommen werden. Dabei wird nicht nur passiv gehört, sondern aktiv gelauscht, mit dem Ziel, die eigene Wahrnehmung zu schärfen und das Bewusstsein für Klangräume zu erweitern (vgl. Oliveros 2005).

Anschließend werden die Teilnehmer*innen angeleitet, ihre auditive Wahrnehmung intentionell zu lenken. Das gezielte Hören von Klängen in der Umgebung, wie Vogelgesang, Windrauschen oder Alltagsgeräusche wie vorbeifahrende Autos, regt dazu an, die akustische Umgebung ohne Bewertung zu erkunden. Die Praxis des Reinforcement⁷ – das bewusste Verstärken eines Klangs durch Summen, Singen, gedankliches Nachvollziehen oder ein Instrument – vertieft die Wahrnehmung und schafft eine Verbindung zu den Klangquellen.

Die geduldige Aufmerksamkeit, die während der Übung gefördert wird, hilft den Teilnehmer*innen, die Dynamik ihrer Umwelt konzentriert wahrzunehmen. Da es beim Reinforcement darum geht, einzelne Klänge achtsam zu verstärken, braucht es oft einen längeren Zeitraum des ruhigen Zuhörens, um Klangquellen klar zu erfassen und innerlich nachzuvollziehen. Die Dauer der Übungen sind flexibel. In der Einleitung zu „Sonic Meditations“ (Oliveros 1971) schreibt Oliveros, dass die „Sonic Meditations“ für Gruppenarbeit über einen längeren Zeitraum mit regelmäßigen Treffen konzipiert sind. In *Deep Listening: A Composer's Practice* (Oliveros 2005) beschreibt Oliveros, dass die Sessions variieren können: von kurzen Übungen von etwa 20 Minuten bis hin zu intensiven Retreats, die über mehrere Tage gehen. Die Herausforderung besteht dabei darin, die Aufmerksamkeit über längere Zeit hinweg ohne Ablenkung auf – oft sehr subtile – akustische Details zu richten.

Unabhängig davon, welche Übung aus „Sonic Meditations“ (vgl. Oliveros 1972) gewählt wird, schärft diese meditative Praxis das Bewusstsein für die Vielfalt und Zerbrechlichkeit von Klanglandschaften. Die Reflexion der gesammelten Eindrücke ermöglicht es den Teilnehmer*innen, die Erfahrungen in ihren Alltag zu integrieren.

2.3 John Cage und die Bedeutung der Stille

John Cage, ein US-amerikanischer Komponist und Künstler, stellte die traditionelle Auffassung von Musik und Stille radikal infrage, indem er die Grenzen zwischen Klang, Geräusch und Stille auflöste und den Fokus auf das bewusste Hören richtete (vgl. Pritchett 1996).

Ein zentrales Beispiel dafür ist seine wohl bekannteste Komposition, „4'33““ (ausgesprochen: „Four Minutes, Thirty-Three Seconds“).⁸ Der Titel verweist präzise auf die Gesamtlänge des Werks – 4 Minuten und 33 Sekunden – und das Stück besteht aus drei Sätzen, in denen die Musiker*innen nicht spielen, also keine absichtlichen Klänge erzeugen. Die Uraufführung von „4'33““ fand am 29. August 1952 in der Maverick Concert Hall in Woodstock, New York, statt (vgl. Fowler 2023, 1–2). Der Pianist David Tudor zeigte die drei Sätze lediglich durch das Öffnen und Schließen des Klavierdeckels an. Das Publikum reagierte damals überwiegend empört, da es keine traditionelle Musik zu hören gab. Erst Jahrzehnte später wurde das Stück als bahnbrechende Reflexion über die Natur von Musik und Stille anerkannt (vgl. Davies 1997).

Während einer Aufführung von „4'33““ entstehen die „Klänge“ durch Umgebungs- und Publikumsgeräusche, wodurch Cage die Unmöglichkeit absoluter Stille (vgl. Wadle 2023) verdeutlichen versuchte.

7 Reinforcement bedeutet, einen gehörten Klang bewusst zu verstärken oder zu stützen. Dabei soll der Klang nicht imitiert, sondern in seiner Präsenz gestärkt werden (Oliveros 1971, 14).

8 Bei der Uraufführung von „4'33““ im Jahr 1952 fand erstmals ein Konzert statt, bei dem nicht gespielt wurde; stattdessen rückten die Rolle der Zuhörer*innen und die zufälligen Geräusche der Umgebung in den Mittelpunkt (vgl. Vetter 2024).

There is no such thing as an empty space or an empty time. There is always something to see, something to hear. (Cage 1961, 8)

Diese Erkenntnis gewann Cage schon 1951, als er in einer schalldichten Kammer an der University of Harvard trotz völliger Abwesenheit externer Geräusche Töne wie seinen Herzschlag und das Rauschen des Blutes wahrnahm (vgl. Holbrook 2019, 51–53). Geprägt von der Zen-Philosophie strebte er an, den Geist zu beruhigen und die Wahrnehmung alltäglicher Geräusche zu schärfen (vgl. Pritchett 1996). „4'33““ fordert das Publikum auf, die Geräusche der Umgebung als integralen Bestandteil des musikalischen Erlebnisses wahrzunehmen (vgl. Wadle 2023).

Das Stück „4'33““ sensibilisiert die Zuhörer*innen dafür, ihre akustische Umwelt bewusster wahrzunehmen und die Grenzen zwischen Musik und Geräuschen neu zu definieren. Es zeigt, dass alles Musik sein kann – von den zufälligen Klängen der Natur bis hin zu den Geräuschen des menschlichen Alltags. Indem „4'33““ dazu einlädt, den Wert jeder akustischen Erfahrung zu erkennen, bereitet es den Geist auf das achtsame und urteilsfreie Zuhören vor, das in Pauline Oliveros' „Sonic Meditations“ zentral ist. Es schafft ein Bewusstsein dafür, dass nicht nur traditionelle Musik, sondern auch die Klänge der Umgebung ein tieferes Verständnis von Achtsamkeit und Verbundenheit fördern können – essenzielle Grundlagen für die erfolgreiche Durchführung einer „Sonic Meditation“.

3. Achtsames Zuhören: ein innovativer Bildungsansatz

Ein zentraler Weg, achtsames Zuhören im Bildungskontext zu fördern, ist die Integration von Konzepten wie „Sonic Meditation“ und „4'33““ in schulische und außerschulische Lernprogramme. Diese Ansätze bieten Schüler*innen die Möglichkeit, ihre Wahrnehmung zu schärfen und ein sensibleres Verständnis für die Umwelt zu entwickeln.

3.1 „Sonic Meditation“ und „4'33““ in der Praxis

Die Kombination aus Pauline Oliveros' „Sonic Meditations“ und John Cages „4'33““ eignet sich hervorragend, um achtsames Zuhören in Bildungskontexte zu integrieren. Bereits die gemeinsame Übung des Zuhörens in Stille – wie es „4'33““ ermöglicht – schafft eine meditative Grundlage, die Schüler*innen hilft, sich auf Klänge in ihrer Umgebung einzulassen.

Nach dieser Einstimmung können die Schüler*innen einen ausgewählten Klangort erkunden, sei es eine Wiese, ein Schulhof oder ein Platz in der Natur. Dort sitzen oder stehen sie still, nehmen ihre Umwelt bewusst wahr und lassen die Klänge auf sich wirken. Die Dauer der Übung kann individuell dem Alter der Kinder angepasst werden. Anschließend reflektieren die Schüler*innen im Gespräch ihre Erfahrungen, beschreiben gehörte Klänge und teilen ihre emotionalen Eindrücke. Solche Momente fördern nicht nur Konzentration, sondern auch ein tiefes Gefühl der Verbundenheit mit der Umwelt.

3.2 Kreative Klangprojekte und Lernmethoden

Nach der Einführung in das achtsame Zuhören können weiterführende Projekte die Kreativität und das Umweltbewusstsein der Schüler*innen stärken⁹:

- *Sonic Walks*: geführte Klangspaziergänge, bei denen Klänge der Umgebung bewusst wahrgenommen und dokumentiert werden.
- *Klangtagebücher*: persönliche Aufzeichnungen von Hörerfahrungen, die die Wahrnehmung schärfen und reflektieren.
- *Klangkarten und Geräuschejagd*: aktives Erkunden der Umgebung und Kartieren der Klanglandschaften.
- *Naturinstrumente und Found Footage*: Schüler*innen bauen Instrumente aus gefundenen Materialien oder Objekten, um Klänge zu erzeugen und gleichzeitig auf Umweltprobleme wie Müll aufmerksam zu machen.

Ein besonderes Highlight ist die Möglichkeit, die gesammelten Klänge und Eindrücke in Form einer „Geräuschesinfonie“ zu präsentieren. Die Schüler*innen können gemeinsam improvisieren, ein „Orchester“ bilden und ihre Hörerfahrungen in einem kreativen Abschlusskonzert teilen.

Der Unterricht könnte durch den bewussten Einsatz neuer Medien erweitert werden, indem beispielsweise das iPad zum Aufnehmen und Gestalten von Klangkollagen genutzt wird (vgl. Sander-Steinert 2021).

3.3 Verknüpfung mit Kreislaufdenken und Storytelling

Achtsames Zuhören kann das Konzept des Kreislaufdenkens auf einer emotionalen und sensorischen Ebene zugänglich machen. Klänge wie das Rauschen eines Flusses, das Rascheln von Blättern oder auch Baustellenlärm bieten ideale Anknüpfungspunkte für narrative Projekte. Schüler*innen könnten beispielsweise die Klänge eines Ortes aufnehmen und daraus Geschichten entwickeln, die ökologische Zusammenhänge und den Wert von Kreisläufen verdeutlichen.

Diese Geschichten lassen sich kreativ in Form von Klanginstallationen, Podcasts oder Theaterstücken umsetzen. Der Einsatz von Klang als erzählerisches Mittel verbindet achtsames Zuhören mit dem akustischen Erkunden von Kreisläufen und inspiriert zur Reflexion über nachhaltiges Handeln.

3.4 Lernen außerhalb des Klassenzimmers

Achtsames Zuhören eignet sich besonders gut für den Unterricht im Freien oder an außerschulischen Lernorten. Die direkte Verbindung zur Umwelt ermöglicht ein intensiveres

9 Weitere vielfältige Möglichkeiten für den Unterricht im Freien sowie Anleitungen zum achtsamen Zuhören in der Natur, zum Bauen von Naturinstrumenten, Klangkarten und Sonagrammen, aber auch Anregungen zu Klanggeschichten und Naturliedern finden sich in Stiftung SILVIVA 2019, 258–283.

Erleben und nachhaltigeres Lernen (vgl. Junker & von Au 2022). Dabei profitieren die Schüler*innen nicht nur durch das „Lernen am realen Objekt“ (Stiftung SILVIVA 2019, 15), sondern auch durch die Förderung von Sozialkompetenzen und der eigenen Gesundheit.

Naturaufenthalte wirken sich nachweislich positiv auf das Wohlbefinden aus und unterstützen soziale Prozesse in der Gruppe, etwa durch gemeinsames Erleben, gegenseitige Rücksichtnahme und eine stärkere emotionale Bindung an die Umwelt (vgl. Stiftung SILVIVA 2019, 15).

4. Positive Auswirkungen des achtsamen Zuhörens auf Kinder

Achtsames Zuhören bietet zahlreiche Vorteile für Kinder. Nachfolgend werden einige der wichtigsten positiven Effekte aufgeführt:

- *Förderung der Konzentration:* Durch das bewusste Einlassen auf Klänge und Stille lernen Kinder, ihre Aufmerksamkeit gezielt zu lenken und ihre Wahrnehmung zu schärfen. Dies hilft ihnen, Ablenkungen zu minimieren und fokussierter zu arbeiten (vgl. Gruhn 2008, Decker-Voigt 2024).
- *Ablenkung von Konsum:* Das intensive Erleben von Klängen und natürlichen Prozessen lenkt den Fokus auf das Wesentliche. Kinder entdecken die Freude an einfachen, unmittelbaren Erfahrungen und entwickeln ein Bewusstsein dafür, sich nicht von materiellen Werten leiten zu lassen (vgl. Decker-Voigt 2024).
- *Beruhigung des Geistes:* Achtsame Klangübungen und Atemtechniken wirken entspannend und unterstützen die emotionale Regulation (vgl. Decker-Voigt 2024).
- *Sensibilisierung für die Umwelt:* Hörübungen in der Natur fördern nicht nur die Achtsamkeit, sondern schärfen auch die Wahrnehmung für die klanglichen Aspekte der Umwelt (vgl. Gruhn 2008).
- *Stärkung der Gruppenverbundenheit:* Gemeinsame meditative Erfahrungen stärken die soziale Verbundenheit und fördern ein Gefühl der Zusammengehörigkeit innerhalb der Gruppe (vgl. Decker-Voigt 2024).

Zusammenfassend zeigt sich, dass achtsames Zuhören ein wichtiger Schlüssel zur Förderung von Konzentration, emotionaler Regulation, sozialer Bindung und Umweltbewusstsein ist. Die positiven Effekte sind in musikpädagogischen und musiktherapeutischen Konzepten umfassend belegt (vgl. Decker-Voigt 2024, Gruhn 2008, Jucker & von Au 2022).

5. Fazit

Achtsames Zuhören ist weit mehr als eine Methode – es ist eine tief verwurzelte Haltung, die auf Respekt, Reflexion und einem bewussten Umgang mit der Welt basiert. Diese Haltung hilft uns, die komplexen Wechselwirkungen des Anthropozäns zu verstehen, indem wir nicht nur die Geräusche unserer Umwelt wahrnehmen, sondern auch die Geschichten, Werte und menschlichen Eingriffe erkennen, die sie transportieren (vgl. Voegelin 2010). So eröffnet achtsames Zuhören neue Wege, um die Herausforderungen unserer Zeit kreativ, verantwortungsvoll und nachhaltig zu bewältigen.

Der Ansatz der „Sonic Meditations“ von Pauline Oliveros (vgl. Oliveros 1971, Oliveros 2005, O'Brien 2016) sowie John Cages revolutionäre Sichtweise auf Stille (vgl. Cage 1961, Pritchett 1996) verdeutlichen, wie das bewusste Hören unser Verständnis von Umwelt und Gesellschaft transformieren kann. Oliveros' Übungen fördern die Achtsamkeit, schärfen die Sinne und helfen dabei, menschliche Eingriffe in natürliche Klanglandschaften bewusster wahrzunehmen (vgl. Oliveros 2022). Cages Konzept der Stille zeigt, dass selbst die scheinbare Abwesenheit von Klang eine Fülle von Eindrücken bietet, die uns zu Reflexion, Wissensgenerierung und neuen Perspektiven anregen können (vgl. Davies 1997, Fowler 2023).

Achtsames Zuhören ist darüber hinaus ein kraftvolles Werkzeug, um Wissen zu schaffen (vgl. Voegelin 2010, Waid 2014). Durch gezielte Wahrnehmung und Reflexion gewinnen wir tiefere Einsichten in die Zusammenhänge unserer Umwelt und erkennen die Auswirkungen menschlichen Handelns präziser. So entwickeln wir die Fähigkeit, nachhaltige und zukunftsweisende Entscheidungen zu treffen (vgl. Bianchi et al. 2022).

Die Integration transdisziplinärer Ansätze ist dabei essenziell. Das Anthropozän verlangt, verschiedene Perspektiven aus Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften, Musik, Kunst und Technik zusammenzubringen (vgl. Gruber 2020). Achtsames Zuhören spielt hier eine Schlüsselrolle, da es ermöglicht, andere Erfahrungen und Sichtweisen wirklich zu verstehen und innovative, ganzheitliche Lösungsansätze zu entwickeln (vgl. Holbrook 2019).

Bildung und Klangprojekte wie die „Sonic Meditations“ tragen dazu bei, generationsübergreifende Brücken zu schlagen und kollektive Verantwortung für die Umwelt zu fördern (vgl. Jucker & von Au 2022, Stiftung SILVIVA 2019). Insbesondere in schulischen und außerschulischen Kontexten kann achtsames Zuhören junge Menschen dazu befähigen, Eingriffe in die Natur bewusst zu erkennen und nachhaltiges Handeln als persönliche Aufgabe zu begreifen (vgl. Sander-Steinert 2021, Olejniczak 2018).

Der transformative Akt des achtsamen Zuhörens liegt letztlich in seiner Fähigkeit, Perspektiven zu erweitern, Gemeinschaften zu stärken, Wissen zu generieren und kreative Lösungen für eine lebenswerte Zukunft zu inspirieren. Wenn wir lernen, der Welt wirklich zuzuhören – sei es durch die Praxis der „Sonic Meditations“ oder durch das bewusste Erleben von Stille – können wir nicht nur unsere eigene Beziehung zur Umwelt vertiefen, sondern auch aktiv an der Gestaltung einer gerechteren, empathischeren und nachhaltigeren Welt mitwirken (vgl. O'Brien 2016, Oliveros 2005).

Literatur

Primärliteratur

- Cage, John (1961). *Silence: lectures and writings*. Wesleyan University Press.
- Oliveros, Pauline (1971). *Sonic Meditations*. Smith Publications.
- Oliveros, Pauline (2005). *Deep Listening. A Composer's Sound Practice*. Deep Listening Publications.
- Oliveros, Pauline (2022). *Sonic Meditations*. PoPandMoM Publications.

Sekundärliteratur

- Bianchi, G., Pisiotis, U. & Cabrera Giraldez, M. (2022). *GreenComp. The European sustainability competence framework*. EUR 30955 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. DOI: 10.2760/13286
- Davies, Stephen (1997). John Cage's 4'33": Is it music? *Australasian Journal of Philosophy*, 75(4), 448–462. DOI: 10.1080/00048409712348031
- Decker-Voigt, Hans-Helmut (2024). *Musiktherapeutische Tiefenentspannung. Leitfaden für die Praxis*. Ernst Reinhardt.
- Fowler, Michael (2023). Composing Cagean Silence. *Journal of Mathematics and Music*. DOI: 10.1080/17459737.2023.2210346
- Gruber, Hubert (2020). Vom Lärm der Menschen, dem Klang ihrer Musik und der tönenden Stille der Natur. Betrachtungen zur Themenstellung Anthropozän aus dem Blickwinkel des Hörens und der Musikpädagogik. In Carmen Sippl, Erwin Rauscher & Martin Scheuch (Hrsg.), *Das Anthropozän lernen und lehren* (S. 429–442). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich Bd. 9) DOI: <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.130>
- Gruhn, Wilfried (2008). *Der Musikverstand: Neurobiologische Grundlagen des musikalischen Denkens, Hörens und Lernens*. Olms Forum.
- Holbrook, Ulf A. S. (2019). A question of backgrounds: Sites of listening. In Monty Adkins & Simon Cummings (eds.), *Music Beyond Airports – appraising ambient music* (pp. 51–66). University of Huddersfield Press. DOI: 10.5920/beyondairports.03
- Jucker, Rolf & von Au, Jakob (Hrsg.) (2022). *High-Quality Outdoor Learning. Evidence-based Education Outside the Classroom for Children, Teachers and Society*. Springer. DOI: 10.1007/978-3-031-04108-2
- Landy, Leigh (2012): *Making Music with Sounds*. Routledge.
- O'Brien, Kerry (2016). Listening as Activism: The "Sonic Meditations" of Pauline Oliveros. *The New Yorker* 9. Dez. 2016. https://www.newyorker.com/culture/culture-desk/listening-as-activism-the-sonic-meditations-of-pauline-oliveros?utm_source=chatgpt.com, abgerufen am 26.04.2025.
- Olejniczak, Jonas (2018). Achtsames Hören im Musizierunterricht. In Christoph Richter (Hrsg.), *Diskussion Musikpädagogik*, Heft 78, 3.
- Pritchett, James (1996). *The Music of John Cage*. Cambridge University Press.
- Sander-Steinert (2021). *Anbahnung ästhetischer Erfahrung im Musikunterricht. Möglichkeiten und Grenzen beim Einsatz des iPads*. LIT Verlag.
- Stiftung SILVIVA (Hrsg.) (2019). *Draussen unterrichten. Das Handbuch für alle Fachbereiche*. Hep.
- Vetter, Marc (2024). Warum ist das Musikstück „4'33“ von John Cage so berühmt? *Rollingstone Germany*. <https://www.rollingstone.de/warum-ist-das-musikstueck-433-von-john-cage-so-beruehmt-2631425/> abgerufen am 24.04.2025.
- Voegelin, Salomé (2010). *Listening to Noise and Silence. Towards a Philosophy of Sound Art*. Continuum.
- Wadle, Douglas C. (2023). Organized Sound, Sounds Heard, and Silence. *Ergo an Open Access Journal of Philosophy* 10. DOI: <https://journals.publishing.umich.edu/ergo/article/id/4632/>
- Waid, Albin (2014). *Die Psychologie des Hörens. Theoretische Fundierung von und empirische Erhebungen zu Audiobiografie, Hörerleben und Hörverhalten als Grundlage für eine integrative Theoriebildung*. Kassel University Press.

Anhang

Die Autor*innen

Shaghayegh Bandpey, BA MA, ist Doktorandin der Philosophie an der Universität Innsbruck und Mitglied des Doktoratskollegs „Ungleichheit und Differenz im Zeitalter der Globalisierung“. In ihrer Dissertation beschäftigt sie sich mit dem Thema Müll in der praktischen Philosophie. Zuvor studierte sie Ästhetik bzw. Kunstphilosophie an der Universität Teheran.

shaghayeghbandpey@gmail.com

Dr. **Stefan Bergheim** ist Direktor der gemeinnützigen Denkfabrik „Zentrum für gesellschaftlichen Fortschritt“ in Frankfurt am Main. Seit 2019 entwickelt und moderiert er Zukünfteprozesse mit der Methode der Zukünfte labore. Zudem kuratiert er ein Netzwerk von Aktiven aus Hochschulen, Unternehmen und Zivilgesellschaft zum Thema Zukünftebildung. Für Jugendliche hat er 2023/24 die Zukünfte expeditionen angeboten.

stefan.bergheim@zukuenfte.net

Ioana Capatu, Mag. phil., ist Mitarbeiterin am Zentrum Zukünfte-Bildung an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich und Lehrende im Bereich Diversität. Schwerpunkte: Anthropozän, Mehrsprachigkeit, DaF/DaZ, Theater- und Dramapädagogik, kreatives Schreiben.

ioana.capatu@ph-noe.ac.at

Mag. **Cyril Dworsky**, Archäologe, KUW-Projektleiter, zuständig für Projektentwicklung und -umsetzung in verschiedenen Bereichen mit Schwerpunkt internationale Vernetzung, STEAM-Engagement- und Citizen Science-Spezialist, aktiver Wissenschaftskommunikator, UNESCO-Welterbe-Koordinator in Österreich, EUCU.NET International Liaison Coordinator.

cyril.dworsky@univie.ac.at

Chris Gary, B.A., Soziologe und gelernter Maschinenbauingenieur, KUW-Projektleiter, verantwortlich für Projektentwicklung und -evaluierung, Spezialist für STEAM-Engagement und soziale Eingliederung, Koordinator und Projektleiter von EU-finanzierten Projekten unter FP6, FP7, H2020, Horizon Europe und Erasmus+, internationale Beziehungen und Vernetzung, EUCU.NET-Generalsekretär.

christian.gary@univie.ac.at

Ronja Grossar, MA, ist Designforscherin am Institute of Design Research Vienna (IDRV) und mit Harald Gründl Co-Autorin der Circular Design Rules. In ihrer Arbeit befasst sie sich mit sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit mit dem Fokus auf Wissensproduktion und Partizipationsprozesse. Neben ihrer wissenschaftlichen Mitarbeit am Fraunhofer Center for Responsible Research and Innovation (CeRRI) in Berlin und ihrer Tätigkeit am IDRV war sie Lehrbeauftragte an der TU Berlin und der Universität für Angewandte Kunst Wien.

rg@idrv.org

Sophia Guggenberger, MA, betreute zusammen mit Dorothea Born und Adis Šerifović die Begleitforschung des Open Innovation in Science Center der Ludwig Boltzmann Gesellschaft zum Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“. Ihre Arbeit beschäftigt sich mit Nachhaltigkeit und der Entwicklung von multiperspektivischen Ansätzen für das Zusammenspiel von Wissen, Material und Werkzeug.
office.ois@lbg.ac.at oder hello@sophiaguggenberger.com

Christian Haider arbeitet derzeit am Arbeitsbereich Bildungspsychologie des Instituts der Psychologie der Entwicklung und Bildung der Universität Wien als wissenschaftlicher Mitarbeiter (prae-doc). In seiner Dissertation beschäftigt er sich mit Digitalisierungsprozessen, ihrer Implementierung im Bildungsbereich und deren Auswirkungen auf unterschiedliche Faktoren des Lehrens und Lernens. Außerdem lehrt er die Veranstaltung „Wissenschaftsvermittlung und Kommunikation in der Psychologie“ des Bachelorcurriculums.
christian.haider@univie.ac.at

Alexandra Hamann ist Wissenschaftskommunikatorin mit Fokus auf Graphic Science. Als Herausgeberin, Autorin und Storyboarderin entwickelt sie wissenschaftliche Sachcomics, vor allem zu Lebens- und Naturwissenschaften. Ihre Expertise liegt in der verständlichen Aufbereitung komplexer Inhalte. Sie arbeitet mit Institutionen wie dem WBGU, PIK, der Charité und Universitäten zusammen. Alexandra Hamann ist Co-Autorin mehrerer Studien zum Mehrwert von Comics in der Wissenschaftskommunikation. www.mintwissen.com.
ah@mintwissen.com

Mag. **Karoline Iber**, Bildungsexpertin, KUW-Geschäftsführerin; Spezialistin für Innovationsmanagement, Initiatorin zahlreicher Projektaktivitäten im Bereich der Bildungsförderung und der Wissenschaftsvermittlung, EUCU.NET Präsidentin.
karoline.iber@univie.ac.at

HS-Prof. Dr. **Gregor Jöstl** ist Bildungspsychologe und Professor für Begabungs- und Begabtenförderung an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich und Lektor an verschiedenen österreichischen Universitäten. Schwerpunkte: Motivationsförderung, selbstreguliertes Lernen, Genderaspekte in der Bildungssozialisation.
gregor.joestl@ph-noe.ac.at

Sebastian Kainz ist Lehrer an der Beruflichen Oberschule (FOSBOS) Erding. Er unterrichtet die Fächer Deutsch, Geschichte sowie Politik und Gesellschaft. Sein besonderes Interesse gilt dabei neben der Medienpädagogik vor allem auch Themen, die zur Wertebildung im Allgemeinen und einer Bildung für nachhaltige Entwicklung im Besonderen beitragen.
sebastian.kainz@fosbos-erding.de

Prof. Mag. Dr. **Robert Kamper** ist am Department 1 für Bildungswissenschaften an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich tätig. Schwerpunkte sind: Einführung in die Grundlagen der qualitativen Bildungsforschung, Persönlichkeitsentwicklung und Praxisbetreuung der Studierenden, Interkultureller Dialog. Er war Projektleiter des von BMBWF/OeAD geförderten Sparkling-Science-Projekts „Es wird einmal ...: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“. robert.kamper@ph-noe.ac.at

Mag. Dr. **Rita Elisabeth Krebs**, BA, ist Mitarbeiterin am UNESCO Chair in Learning and Teaching Futures Literacy in the Anthropocene und am Zentrum Zukünfte·Bildung an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich sowie Lehrbeauftragte an der Fachhochschule Wiener Neustadt und der Universität Wien. Schwerpunkt in Lehre und Forschung: Anthropozän, Sprachbildung, Naturwissenschaftsdidaktik, Nachhaltigkeit.
rita.krebs@ph-noe.ac.at

Mag.a **Maria Legenstein** studierte Musikwissenschaft an der Universität Wien und der Sorbonne Paris und erwarb ein Zertifikat in elektronischer Musik am SAE Institute Vienna. Sie arbeitet selbstständig in der Kunst- und Kulturvermittlung sowie als DJ und Klang- und Konzeptkünstlerin im Grenzbereich von Musik, Natur und Sprache. Zuletzt war sie in Forschung und Lehre am Zentrum Zukünfte·Bildung an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich tätig.
mialegenstein@gmx.net

Univ.Prof. Dr. **Reinhold Leinfelder**, Geologe, lehrte und forschte u. a. an der Freien Universität Berlin. Seit 2022 ist er Associate Partner der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich. Er ist Mitglied der internationalen Anthropocene Working Group. Seine Schwerpunkte sind Erdgeschichte, Vergangenheit und Zukunft der Riffe, das Anthropozän sowie Wissenschaftskommunikation komplexer Themen. Zu seinem Portfolio gehören auch Ausstellungen, Zukunftsstudien und Graphic Novels.
reinhold.leinfelder@fu-berlin.de oder reinhold.leinfelder@ph-noe.ac.at

Babette Lughammer, MEd BEd, ist Mitarbeiterin am Zentrum Zukünfte·Bildung an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich und Lehrende im Bereich der Zukünftebildung, Politischen Bildung und der Naturwissenschaften. Schwerpunkte: Anthropozän, Didaktik der Primarstufe, Nachhaltigkeitsnetzwerke.
babette.lughammer@ph-noe.ac.at

Corinna Lüdicke (1. Staatsexamen) arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der TU Darmstadt im Fachgebiet Germanistik – Angewandte Linguistik und beschäftigt sich dort im Rahmen ihrer Dissertation mit der Wissensvermittlung in ökologischer belletristischer Kinder- und Jugendliteratur.
corinna.luedicke@tu-darmstadt.de

Univ.-Prof. Magr.rer.nat. Dr.mont. **Frank Melcher** leitet den Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenlehre an der Montanuniversität Leoben. Nach dem Studium in Mainz, Innsbruck und Leoben erforscht er seit 35 Jahren kritische mineralische Rohstoffe in aller Welt. Seit 2013 bildet er Studierende der Angewandten Geowissenschaften und verwandter Fachrichtungen aus.
frank.melcher@unileoben.ac.at

Dr. **Jana Mikota** ist Oberstudienrätin im Hochschuldienst am Germanistischen Seminar der Universität Siegen. Forschungsschwerpunkte: historische und aktuelle Kinderliteratur, CultureNature Literacy, Theorie des Kinderromans, jüdische sowie migrantische/postmigrantische Kinderliteratur und Kinder- und Jugendliteratur der DDR.
mikota@germanistik.uni-siegen.de

Norbert Pachler, Mag.phil., Dr.phil. FAcSS, PFHEA, is Professor of Education and Vice-Dean Enterprise at the UCL Institute of Education. His areas of academic interest are education technology, teacher education and professional development and language education. n.pachler@ucl.ac.uk

Univ.-Prof. HR MMag. DDr. **Erwin Rauscher**, *venia docendi* in Religionspädagogik und in Pädagogik, Kard.-Innitzer-Preis „für herausragende wissenschaftliche Leistungen“; seit 2006 (Gründungs)Rektor der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich; davor seit 1973 AHS-Professor, seit 1977 Administrator und seit 1989 Direktor an Gymnasien; Lehraufträge am IUS der Universität Klagenfurt sowie an den Universitäten Graz, Linz und Salzburg; Mitglied der Europäischen Akademie der Wissenschaften; Lehrerfortbildner inter/national; zahlreiche Buch- und Zeitschriftenpublikationen zu Schulinnovation, Schulentwicklung und Schulmanagement. erwin.rauscher@ph-noe.ac.at

HS-Prof. Mag. Dr. **Carmen Sippl**, MA, ist Chairholder des UNESCO Chair in Learning and Teaching Futures Literacy in the Anthropocene, Hochschulprofessorin für Kultursemiotik und Mehrsprachigkeit und Leiterin Zentrum Zukünfte.Bildung an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich sowie Lehrbeauftragte an der Philologisch-Kulturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien. Schwerpunkte in Lehre und Forschung: Anthropozän & Literatur, Literaturdidaktik & Kulturpädagogik, Futures Literacy, wissenschaftliches Schreiben. carmen.sippl@ph-noe.ac.at

Prof. Dr. **Christian Spreitzer** ist an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich tätig, seine Schwerpunkte in Lehre und Forschung sind Mathematik und Physik, er publiziert in beiden Fachwissenschaften und in der Fachdidaktik, sein Interesse gilt auch interdisziplinären Themen, insbesondere in Zusammenhang mit der globalen Erwärmung. christian.spreitzer@ph-noe.ac.at

Mag. Dr. **Johannes Steiner**, MAS., ist Musiker, Dozent für Jazz-Pop-Gesang, Autor sowie musikdidaktischer und künstlerischer Forscher. Er unterrichtet Musikdidaktik an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich und ist als Chorleiter auf Jazz, Pop und Bodymusic spezialisiert. johannesleo.steiner@ph-noe.ac.at

Lea Tanner studierte an der Ludwig-Maximilians-Universität Lehramt für Grundschulen und absolvierte dort das Zertifikatsprogramm „el mundo – Bildung für nachhaltige Entwicklung im Lehramt“. Sie ist Lehramtsanwärterin für Grundschulen an einer Münchener Grundschule mit den Fächern Deutsch, Mathematik, Kunst, Englisch und Beratung. lea.tanner@posteo.de

HS-Prof. **Karin Tengler**, PhD MA MEd BEd, lehrt im Department Medienpädagogik und ist Co-Chairholder des UNESCO Chair in Learning and Teaching Futures Literacy in the Anthropocene an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich. Zu ihren Arbeits- und Forschungsschwerpunkten zählen Futures Literacy, Künstliche Intelligenz in der Hoch-

schullehre, Mediendidaktik und Informatische Bildung in der Primarstufe.
karin.tengler@ph-noe.ac.at

Nicolas Trenk ist Doktorand im Labor von Dr. Sanu Arora am John Innes Centre in Norwich, England. Das Arora-Labor spezialisiert sich auf die Pflanzenpathologie von Erbsen. In seiner Doktorarbeit befasst sich Nicolas Trenk mit Wurzelfäule, um die genetische Basis für Resistenz gegen Pilze des Genus *Fusarium* durch eine Kombination von Bioinformatik und Genomik aufzuklären.
nicolas.trenk@jic.ac.uk

Thomas Troy, BA, Bildungswissenschaftler, KUW-Projektmitarbeiter, Experte für Demokratieerziehung und Extremismusprävention, Koordinator des Jugendparlaments, didaktische Konzeption und Umsetzung im Bereich der politischen Bildung, Experte für Co-Creation und First Generation, Koordinator des Schulnetzwerks im Kinderbüro.
thomas.troy@univie.ac.at

Kathrin Twiesselmann-Steigerwald, zertifizierte Hochschuldozentin mit Lehrbefähigung für das Gymnasiallehramt, ist als Referentin für Bildung und digitale Lehre an der Hochschule für Gesellschaftsgestaltung in Koblenz tätig. Neben ihren Aufgaben im Bereich Impact und Kommunikation ist sie in der Lehre im Modul Persönlichkeitsbildung eingesetzt, unterstützt die Seminare des wissenschaftlichen Arbeitens und bietet Kurse in *English for Academic Purposes* an.
kathrin.twiesselmann@hfgg.de

Abstracts

Carmen Sippl, Ioana Capatu & Rita Elisabeth Krebs

Einleitung: Wissenschaftsbildung ist Zukunftsbildung

Was haben die Erforschung einer sich wandelnden Wirklichkeit und die Imagination einer nachhaltigen Zukunft gemeinsam? Dieser Sammelband lotet die Schnittmengen von Wissenschaftsbildung und Zukunftsbildung aus. Vorgestellt werden forschungsgeleitete und praxiserprobte Konzepte, welche die Bedeutsamkeit inter- und transdisziplinärer Zugänge zeigen, um in Schule und Hochschule Neugier auf Forschung zu fördern und das Vertrauen in Wissenschaft zu stärken. Nicht das technologische Fortschrittsnarrativ steht im Vordergrund, vielmehr die Erkundung des Weltwissens in kreativer Verbindung wissenschaftlicher, kultureller, künstlerischer Praktiken. Denn ökologisches Bewusstsein für die Verwobenheit von Mensch und Natur, von Kultur und Technik ist im Anthropozän die Grundlage für die mitverantwortliche Gestaltung nachhaltiger Zukünfte.

Erwin Rauscher & Carmen Sippl

Wissenschaft in die Sprache der Schule bringen

Offene Fragen zur Wissenschaftsbildung als Zukunftsbildung

Im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ haben niederösterreichische Volksschüler*innen als Citizen Scientists über Rohstoffe als Wertstoffe geforscht. Im Erasmus+-Projekt „CultureNature Literacy (CNL): Schulische Schlüsselkompetenzen für Zukunftsgestaltung im Anthropozän“ wurden in europäischer Zusammenarbeit Lehr-/Lernmaterialien zur Förderung von kultureller Nachhaltigkeit erarbeitet und beforscht. Die beiden beispielhaften Projekte unter dem Lead der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich haben als gemeinsames Ziel, Wissenschaftsbildung als Zukunftsbildung in der Pädagog*innenbildung zu verankern. Rektor Erwin Rauscher gibt Auskunft, was es bedeutet und wie es gelingen kann, Wissenschaft in die Sprache der Schule zu bringen.

Norbert Pachler

About the insufficiency of a focus on curricular ‘core knowledge’ in an age of AI

This chapter critically explores the relative merits of the notion of curricular ‘core knowledge’ in the context of the seemingly unstoppable ascendancy of AI and the fundamental changes to knowledge generation, management and use associated with it. After a brief exploration of the purposes of education and schooling, and the role of knowledge in the curriculum, the chapter explores some of the impacts of AI on knowledge generation and knowledge work outside of school and on human cognition. The chapter concludes that an urgent shift is needed from atomised knowledge acquisition for its own sake towards agentic knowledge construction with reference to the inherent affordances and dangers of AI.

I. „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän

Frank Melcher & Carmen Sippl

Das „System Erde“, mineralische Rohstoffe und das Anthropozän

Menschliche Gesellschaften leben von und mit mineralischen Rohstoffen. Durch Abbau, Verwendung und Entsorgung von mineralischen Rohstoffen wurde das „System Erde“ nachhaltig verändert. Daher wurde vorgeschlagen, das Anthropozän als Zeitalter zu definieren, in dem Menschen maßgeblichen Einfluss auf die geologischen, biologischen und atmosphärischen Prozesse genommen haben. Die Internationale Stratigraphische Kommission hat nach langjährigen Diskussionen abgelehnt, das Anthropozän als neue geochronologische Epoche anzuerkennen und empfiehlt, es als informellen Begriff zu verwenden. Die Versorgung der menschlichen Zivilisation mit mineralischen Rohstoffen hat im Anthropozän gewaltige Ausmaße erreicht und umfasst alle Lebensbereiche. Das Bewusstsein über die Bedeutung von Rohstoffen für die menschliche Daseinsvorsorge ist jedoch wenig ausgeprägt. Es muss das gemeinsame Ziel von Schulen und Universitäten sein, dieses Bewusstsein zu entwickeln.

Ronja Grossar & Sophia Guggenberger

Wissenschaft verstehen – Zukünfte gestalten

Circular Narratives als Werkzeug für Zukunftsforschung

Im Zusammenspiel der Märchen-, Kreislauf- und Zukunftswerkstatt positioniert das Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“ Forschung als multiperspektivischen und multimodalen Prozess. Die Begleitforschung des Institute of Design Research Vienna und des Open Innovation in Science Center der Ludwig Boltzmann Gesellschaft reflektiert im Rahmen der Zusammenarbeit mit den Schüler*innen das Potenzial, Forschung nicht als statisches Konstrukt zu erlernender Fakten, sondern als dynamischen Prozess zu verstehen, der es ermöglicht, Forschung spielerisch erfahrbar zu machen, neues Wissen zu generieren und sie als Impuls zur Gestaltung von Zukunftsvorstellungen zu nutzen. Können die Schüler*innen das erarbeitete Wissen nutzen und es in Geschichten übersetzen? Welche Rückschlüsse lassen die Circular Narratives auf den Prozess des Wissenstransfers innerhalb des Werkstattzyklus zu? Welches Potenzial haben die Circular Narratives für Wissenschaftskommunikation?

Carmen Sippl & Ioana Capatu

„Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten als Zukunftserzählungen im Anthropozän

Zum Potenzial der Zukunftswerkstatt für Wissenschafts- als Zukunftsbildung in der Primarstufe

Im Sparkling-Science-Projekt „Es wird einmal ...“: Wertstoffgeschichten erzählen für Zukünfte im Anthropozän“ haben Volksschüler*innen in einem dreiteiligen Werkstattzyklus von Märchen-, Kreislauf- und Zukunftswerkstatt regionale Rohstoffe erforscht. Das

Ziel ihrer Forschung als Citizen Scientists war es, ein Verständnis für Stoffkreisläufe und Nutzungszusammenhänge und damit für Rohstoffe als Wertstoffe zu entwickeln. Einen Ausgangspunkt stellten dabei Märchen in ihren materialen Kontexten dar, die den Perspektivenwechsel unterstützen und zu Wertstoffgeschichten als Zukunftserzählungen weitergesponnen werden sollten. Dieser Beitrag stellt das zugrunde liegende didaktische Konzept und die in der Zukunftswerkstatt entstandenen multimodalen Texte vor. Deren Auswertung wird mit Blick auf die Fragen reflektiert, ob Rückschlüsse auf die Teilkompetenzen von *Futures Literacy* als Zukünftegestaltungskompetenz möglich sind und inwiefern sich die Zukunftswerkstatt als methodisches Format für Wissenschafts- als Zukünftebildung in der Primarstufe eignet.

Robert Kamper

„Es wird einmal ...“: ein Sparkling-Science-Projekt niederösterreichischer Volksschulen als Impuls zur Wissenschaftskommunikation

Der Beitrag von Citizen-Science-Projekten zur Forschungsakzeptanz am Beispiel der Wertschätzung von Rohstoffen

Ausgehend von Märchen beforchten Volksschüler*innen Rohstoffe mit regionalen Bezügen. Dabei lernten sie in der Märchen-, Kreislauf- und Zukunftswerkstatt die Bedeutung der Kreislaufwirtschaft kennen und vertieften bei Exkursionen zu Rohstofflagerstätten, Universitätslabors und Betrieben ihr Umweltwissen. Die Begleitforschung untersuchte die Frage, inwiefern das Forschen der Volksschüler*innen die Bezugspersonen aus ihrem Umfeld als weitere Citizen Scientists beeinflusst. Lässt sich während des Projektes eine veränderte Werthaltung zu Rohstoffen beobachten? Die Ergebnisse zeigen, dass Forschungsprojekte an der Primarstufe die erfolgreiche Vermittlung von Wissenschaftskommunikation begünstigen können. Das Projekt löst viele Gespräche mit Bürger*innen zu Forschung, Wissenschaft und Rohstoffen aus. Eine Steigerung des Bewusstseins um die Bedeutung regionaler Wertstoffe kann festgestellt werden. Auch Berufswünsche der Jungforscher*innen in Richtung Nachhaltigkeit werden neu formuliert. Forschung und Wissenschaft werden als eine spannende Art der Aneignung von Welt erfahren und in die Peergroups der Volksschüler*innen und Bezugspersonen weitergetragen. Die Volksschule wird in der Bevölkerung als ein Ort der Wissenschaftskommunikation wahrgenommen.

II. Wissen schaffen – Zukünfte erzählen

Carmen Sippl, Ioana Capatu, Babette Lughammer & Gregor Jöstl

Der Wald der Zukunft

Interdisziplinäre Wissenschaftsbildung in der Primarstufe: eine Pilotstudie

Wie lässt sich Wissenschaftsverständnis bereits ab der Primarstufe fördern? Das Projekt INSE (Interdisziplinäres Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich – gemeinsam das Verständnis für Wissenschaft steigern) hat sich das Ziel gesteckt, im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsnetzwerks innovative Unterrichts- und Vermittlungsmethoden zu erkunden, die Antworten auf diese Frage geben können. Im Fokus stehen dabei die

wissenschaftlichen Arbeitsprozesse und Denkweisen, denn sie sind es, die Kindern und Jugendlichen eine forschende Haltung vermitteln. So lautet die Grundthese einer Pilotstudie, die in der Primarstufe durchgeführt wurde. Zur Umsetzung kam dabei ein Werkstattzyklus aus Märchen-, Forschungs- und Zukunftswerkstatt, in dem die Schüler*innen durch entdeckend-forschendes Lernen und dramapädagogische Impulse eine tiefere Verbindung zur Natur aufbauen und zugleich wissenschaftliche Arbeitsweisen kennenlernen konnten. Der Beitrag stellt das didaktische Konzept und die Ergebnisse der Studie vor.

Kathrin Twiesselmann-Steigerwald

Zukunftsbebildung in 4FutureLabs

Skalierung eines hochschulischen Formats

Die 4FutureLabs sind ein innovatives Bildungsformat der Hochschule für Gesellschaftsgestaltung (HfGG), das darauf abzielt, Teilnehmende durch die Vermittlung und Kultivierung von *Futures Literacy* zur aktiven Mitgestaltung ihrer Zukunft zu befähigen. Vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Herausforderungen wie Zukunftsängsten, Demokratiekrise und mangelnder Selbstwirksamkeit bietet das Format eine strukturierte Methodik, die auf Imagination, Reflexion und Handlungsorientierung basiert. In den 4FutureLabs lernen Teilnehmende, wünschenswerte Zukunftsbilder zu entwickeln, deren zugrundeliegende Annahmen zu hinterfragen und konkrete Handlungsansätze zu formulieren. Das Konzept basiert auf der Spirale transformativen Lernens und verbindet wissenschaftliche Grundlagen mit Imaginationsübungen, kreativen Methoden, der *Causal Layered Analysis* (CLA) und körpergestützten Übungen. Neben der Integration in die Hochschullehre wird das Format durch Workshops mit Multiplikator*innen skaliert und kontinuierlich wissenschaftlich begleitet. Erste Studien weisen auf eine signifikante Stärkung von Optimismus, Selbstwirksamkeit und Zukunftskompetenzen bei den Teilnehmenden hin. Die Skalierung des Formats zielt darauf ab, Zukunftsbebildung als festen Bestandteil in Bildungsprozessen zu etablieren und gesellschaftliche Transformation aktiv zu fördern.

Thomas Troy, Chris Gary, Cyril Dworsky & Karoline Iber

Von *Science and Society* zu *Futures Literacy*?

EU-Förderprogramme als Impulse für Wissenschaftskommunikation

Der Beitrag untersucht am Beispiel des Kinderbüros der Universität Wien die Wechselwirkungen (europäischer) Förderprogramme auf die Entwicklung von Projekten im Bereich der Wissenschaftskommunikation und Teilhabe an Forschung und höherer Bildung. So stehen intrinsische Motivation der Organisation und ihrer Akteur*innen, gesellschaftliche Verantwortung zu übernehmen, im Wechselspiel mit politischen Rahmenbedingungen und Fördermechanismen und prägen die Ausrichtung und Umsetzung von Projekten maßgeblich. Anhand einer Betrachtung der Programmatiken im Zeitablauf wird gezeigt, wie das Kinderbüro im Spannungsfeld zwischen externen Förderrichtlinien und Förderschwerpunkten und eigenen Zielen eine nachhaltige und partizipative Kultur der Wissenschaftsvermittlung etabliert hat. Das Konzept von *Futures Literacy* wird abschließend als zukunftsorientierte Herangehensweise betrachtet und den aktuellen Projekten gegenübergestellt.

In dem hier vorgestellten Beispiel für Wissenschaftskommunikation setzen sich Schüler*innen zunächst mit Fragen und Problemen der Wissenschaft im Kontext des Anthropozäns auseinander, woraus durch kreatives Schreiben Texte als Zukunftsprojektionen, Utopien und Dystopien entstehen. Eine Künstliche Intelligenz (KI) transformiert diese Texte („Prompts“) in Bilder, die von anderen Schüler*innen rezipiert und in Textform interpretiert oder künstlerisch verarbeitet werden, woraus wiederum neue Bilder erzeugt werden. Diese Methode wurde anhand ausgewählter Fragestellungen im Kontext der Erderhitzung durchgeführt; die Dialogpartner*innen waren Schüler*innen einer Fachoberschule und einer Grundschule in Oberbayern, Studierende an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich und die künstliche Intelligenz DALL-E. Im Beitrag werden die Ergebnisse dieses Dialogs präsentiert und besondere Aspekte des Kommunikationsmodells diskutiert und reflektiert.

Christian Haider

Bildung durch die virtuelle Brille sehen

Potenziale von Virtual Reality in schulischen Kontexten

Dieser Beitrag untersucht das Potenzial von Virtual Reality (VR) als Bildungswerkzeug und analysiert die Herausforderungen und Limitationen der Anwendung im Bildungskontext. Es wird argumentiert, dass VR, basierend auf der konstruktivistischen Lerntheorie, durch interaktive und immersive Erfahrungen Lernprozesse sowie die Motivation und das Engagement der Lernenden fördern und zu einem besseren Verständnis von komplexen Konzepten beitragen kann. Trotz der finanziellen Kosten und der erforderlichen Schulung von Lehrkräften wird an einem Fallbeispiel gezeigt, dass VR ein effektives Instrument zur Förderung von Lernzielen sein kann, wenn es gezielt in den Unterricht integriert wird.

Ioana Capatu

Welche Zukünfte verbergen sich hinter dem Vorhang?

Wissenschaft spielerisch erleben und Zukünfte visionieren durch performative Impulse

Dieser Beitrag untersucht den Einsatz von dramapädagogischen Methoden zur Förderung von *Futures Literacy* und Wissenschaftskommunikation im (Hoch-)Schulunterricht. Angesichts des wachsenden Misstrauens gegenüber der Wissenschaft ist es entscheidend, innovative Ansätze zu finden, um komplexe wissenschaftliche Themen zugänglicher und emotional nachvollziehbar zu machen. Performative Methoden der Drama- und Theaterpädagogik ermöglichen eine intellektuelle und emotionale Auseinandersetzung mit Wissenschaft und Zukunftsnarrativen; ihr partizipativer Charakter lädt ein, kreativer, offener und innovativer mit Zukunft umzugehen und eine kritische Haltung einzunehmen. Durch die emotionale Beteiligung mithilfe performativer Ansätze wird Wissen nicht nur vermittelt, sondern emotional verankert, was eine tiefgreifende Auseinandersetzung mit Wissenschaft ermöglicht.

Johannes Steiner

Artistic Research als Vermittlerin zwischen Kunst und Wissenschaft
Zur ästhetischen Klangforschung im Schulunterricht

Die künstlerische Forschung hat sich seit den 1990er-Jahren als eigenständiges Feld zwischen Kunst und Wissenschaft etabliert, ringt jedoch weiterhin um Anerkennung innerhalb der akademischen Welt. Sie bietet das Potenzial, durch künstlerische Prozesse neuartiges Wissen zu generieren bzw. ungewöhnliche Perspektiven zu eröffnen und kann besonders im schulischen Unterricht eine wichtige Rolle als Vermittlerin zwischen künstlerischer Praxis und wissenschaftlicher Reflexion einnehmen. Der Artikel argumentiert, dass die künstlerische Forschung sich von bestimmten traditionellen wissenschaftlichen Paradigmen lösen sollte, um sich als eigenständige Forschung zu etablieren. Dies eröffnet in der Folge auch neue Möglichkeiten für den Musikunterricht, indem Schüler*innen durch künstlerisches Experimentieren die musikalische Erfahrung und das Lernen auf einer tieferen Ebene erfahren können.

III. Lesewelten für junge Forscher*innen

Jana Mikota

Von Sommerhäusern, Häusern an Grachten und Farmen
Wie Häuser Geschichte erzählen

Können und sollen erzählende Bilderbücher auch Geschichte vermitteln? Innerhalb der Geschichtswissenschaft wird die Frage nach historischem Lernen mit erzählender Kinder- und Jugendliteratur vor allem anhand von aktuellen Jugendbüchern untersucht und ihr Potenzial immer wieder betont. Dabei wird deutlich, dass Geschichte in fiktionalen Erzählwelten eingebettet auch Fakten vermitteln und das Interesse junger Leser*innen wecken kann. Im Mittelpunkt des Beitrages steht die Haus-Reihe von Thomas Harding und Britta Teckentrup – *Sommerhaus am See* (2020), *Das alte Haus an der Gracht* (2023) und *Das alte Haus auf der Farm* (2024). Die Bilderbücher setzen sich mit unterschiedlichen historischen Ereignissen auseinander, erzählen von Verfolgung und Rassismus und mittels der Perspektive des Hauses werden neue Einblicke gewährt. Geschichte wird dabei nicht auf ein Ereignis reduziert, sondern über eine längere Zeitspanne erzählt.

Carmen Sippl

Forschen wie im Bilderbuch

Zum ästhetischen Potenzial von Bild-Text-Narrationen für Wissenschafts- als Zukunftsbildung im Anthropozän

Als Medien, die im Zusammenspiel von Bild, Text und Layout Leser*innen aller Altersstufen ansprechen können, verfügen Bilderbücher und Wissenschaftscomics über ein vielfältiges Potenzial, um komplexe Themen zu vermitteln und Forschungsprozesse verstehbar zu machen. Dieses Potenzial kann für transdisziplinäre, transkulturelle, transgenerationale Wissenschafts- als Zukunftsbildung genutzt werden, so die These dieses Beitrags. Es

werden ausgewählte Beispiele vorgestellt, in denen reale Wissenschaftler*innen als Bilderbuchheld*innen fungieren oder fiktive Kinder wissenschaftlich forschen, um Mensch-Natur-Verhältnisse im Anthropozän zu verstehen und Handlungsoptionen für Zukunftsgestaltung abzuleiten. Aus der anthropozänen Lektüre dieser Beispiele werden im Kontext einer Didaktik der Zukunftsbildung Impulse abgeleitet, durch die Literatur als Wissensform und ästhetisches Phänomen in Lehr-/Lernkontexten wissenschaftsbildend wirken kann.

Corinna Lüdicke

Fachwörter im ökologischen Kinderbuch
Zielgruppenspezifische Anpassungsmethoden

Themen des Natur-, Umwelt- und Klimaschutzes nehmen in der belletristischen Kinder- und Jugendliteratur zu. Im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung spielt die Kinder- und Jugendliteratur eine immer größer werdende Rolle, um Kinder zu nachhaltigem und ökologischem Verhalten zu erziehen, und sollte daher in den Forschungsfokus gerückt werden, wozu der Beitrag einen methodischen Ansatz liefern möchte. Entsprechend der jungen Adressat*innengruppe müssen bei der ökologischen Kinderliteratur verschiedene Anpassungen des Themenfeldes und seiner textuellen Präsentation vorgenommen werden, wozu in diesem Beitrag eine Methodentriangulation genutzt wird. Es wird gezeigt, dass Fachwörter in ökologischer Belletristik für junge Leser*innen nur wenig genutzt werden. Wenn sie jedoch vorkommen, werden sie meist mit Erklärungen versehen, die oft durch erkläreinleitende Fragen oder metasprachliche Formulierungen eingeführt werden, die der Aufmerksamkeitsgenerierung dienen. Zudem greifen weitere rezeptionsfördernde Maßnahmen wie ausgiebige Beispielgebung oder typografische Veränderungen, um die Fachwörter hervorzuheben und zu umschreiben und dadurch leichter verständlich zu machen.

Reinhold Leinfelder & Alexandra Hamann

Imagining the Anthropocene with Images
The Potential of Slow-Media for Co-Designing Futures

Our world faces growing societal and anthropogenic Earth system challenges, often addressed in black-and-white terms that hinder cooperation and fuel populism. A major barrier is the lack of understanding of temporal dynamics. The Anthropocene concept, grounded in scientific analysis of human impact on the Earth system—as evident in modern sediments—can foster awareness of accelerated temporal change. Recognising it as a new geological epoch could prevent misleading comparisons and promote responsible action. Due to its spatial and temporal complexity, imaginative thinking is essential. Image-based books and graphic science novels can enhance this capacity across age groups by enabling time jumps, parallel narratives, and exploration of future scenarios. Such formats foster participation, creativity, and deeper understanding of complex challenges—supporting more engaged, imaginative co-design of desirable futures.

IV. Wissenschaftsbildungspraxis für die Zukunft

Reinhold Leinfelder, Erwin Rauscher & Carmen Sippl

Die Vierfalt der Weltverantwortung

Lernen und Lehren für nachhaltige Zukünfte im Anthropozän

Während Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) auf die Zusammenführung von kognitiven, affektiven und konativen Aspekten in Lernprozessen setzt, erweitert Zukunftsbildung diese um den imaginativen Aspekt. Um den Herausforderungen von Umweltbildung im Anthropozän zu begegnen, kommt dem Verständnis der Mensch-Natur-Beziehung als ein wechselseitiges Unterfangen eine bedeutsame Rolle zu: Es gilt, Natur nicht als eine Umwelt auf Distanz und nicht als beiläufige *Mitwelt*, sondern als *Unswelt*, in der die Menschheit ein integrativer Teil ist, zu verstehen. Das Anthropozän, das ‚Erdzeitalter des Menschen‘, ist eine schulpädagogische Herausforderung, insofern es Fächergrenzen sprengt und stattdessen zur Entwicklung lösungsorientierter gesamtheitlicher Zukunftsszenarien einlädt. Die *Unswelt* wird so zur *Wirwelt* der Schule als gelebte Mitverantwortung. Dieser Beitrag setzt *Umwelt*, *Mitwelt*, *Wirwelt* und *Unswelt* in Relation zu den vier Lernaspekten, um sie in Lehr-/Lernkontexte übersetzbar zu machen.

Stefan Bergheim

Über die Kompetenz der Zukunftsbildung

Vorschläge für sechs Teilkompetenzen und vier Niveaus

Dieser Beitrag beschreibt die Kompetenz der Zukunftsbildung (*Futures Literacy*), also den vielfältigen Umgang mit verschiedenen Zukünften. Dazu wird die bewährte Struktur „Kompetenz = Wissen, Können und Haltungen“ verwendet. Es wird auf benachbarte Konzepte wie „Future Skills“ eingegangen und darauf, wie Zukunftsbildung erfasst werden kann. Den Kern des Beitrags bilden Beschreibungen von sechs Teilkompetenzen: Komplexität & Unsicherheit; Multiple Zukünfte; Imagination & Annahmen; Neu-Rahmen & Experimentieren; Neues & Emergenz; Wirkung & Handlung. Der Beitrag schließt mit der Darstellung von vier Kompetenzniveaus der Zukunftsbildung und mit Vorschlägen zu deren Erfassung.

Karin Tengler

Zukünfte zeichnen und programmieren

Mit Ozobots Zukunftsperspektiven kommunizieren – ein Workshopkonzept

Die zunehmende Volatilität globaler Systeme, der beschleunigte technologische Wandel sowie die fortschreitende Klimakrise stellen beachtliche Herausforderungen der Gegenwart dar. Die Bewältigung dieser erfordert von jungen Menschen die Fähigkeit, alternative Zukunftsszenarien zu antizipieren und aktiv an der Gestaltung einer lebenswerten, nachhaltigen Zukunft mitzuwirken. Im Rahmen der Sommer^{HOCH}schule nahmen Schüler*innen der Sekundarstufe I an einem Workshop teil, der ihnen die Möglichkeit bot, sich aktiv und reflektiert mit Zukunftsperspektiven zu befassen. Dieser Beitrag stellt das didaktische Konzept des Workshops vor, in dem Schüler*innen im Alter von 10 bis 14 Jahren mithilfe

programmierbarer Roboter und der Methode *Tell, Draw & Code* eine Stadt der Zukunft gestalten. Die Erfahrungen aus den Workshops zeigen, dass das didaktische Konzept junge Menschen dazu ermutigt, sich aktiv mit globalen Herausforderungen auseinanderzusetzen und innovative Lösungsansätze zu entwickeln, aber zugleich auch Wissenschaftskommunikation forciert.

Rita Elisabeth Krebs

Sich eine bessere Zukunft vorstellen

Backcasting zum Erkunden planetarer Grenzen nutzen

Dieser Beitrag behandelt die planetaren Belastungsgrenzen als zentrales Konzept zum Schutz der ökologischen Stabilität und menschlichen Zivilisation. Da sechs von neun Grenzen bereits überschritten wurden, betont der Artikel die Notwendigkeit sofortigen Handelns. Er präsentiert ein Unterrichtskonzept für die Lehramtsausbildung, das Umweltbewusstsein und Handlungsfähigkeit fördert. Die Unterrichtsreihe umfasst vier Einheiten: Einführung in die planetaren Grenzen, Anwendung der Backcasting-Methode zur Entwicklung nachhaltiger Lösungen, deren Verknüpfung mit den planetaren Grenzen und die Präsentation eigener Zukunftsvisionen. Ziel ist es, Lehrkräfte als Multiplikator*innen zu stärken, um so die Schüler*innen zu nachhaltigem Denken und Handeln zu befähigen. Damit trägt der Beitrag zu zukunftsorientierter Bildung im Anthropozän bei.

Shaghayegh Bandpey

Müllfreiheit im Anthropozän

Von der Theorie zur ästhetischen und pädagogischen Praxis

Dieser Artikel untersucht und analysiert Jeremy Rifkins Werk *Null-Grenzkosten-Gesellschaft* (2014), das eine nahezu müllfreie Zukunft durch den Aufstieg „kollaborativer Commons“ und technologische Fortschritte verspricht. Rifkins innovatives Denkmodell wird mit Michel Foucaults Theorien verknüpft, und es werden neue Ansätze für die Bildwissenschaft entwickelt und reinterpretiert. Die Relevanz solcher Denkmodelle als Metanarrative für die Bildungspraxis wird ebenfalls beleuchtet. Der Artikel zeigt auf, wie ästhetische Bildung und interdisziplinäre Ansätze, die Mathematik, Kunst und Naturwissenschaften verbinden, die Wahrnehmung von Ressourcen und Technologien erweitern können. Zudem wird Rifkins Vision kritisch hinterfragt, insbesondere im Hinblick auf soziale Gerechtigkeit und ökologische Grenzen, und die Bedeutung neuer Denkansätze für die Zukunftsgestaltung, wie etwa *Futures Literacy*, wird hervorgehoben.

Nicolas Trenk & Robert Kamper

Die Prinzessin auf der Erbse

Wie die Forschung Zukunftsfragen von Volksschulkindern beantworten kann

Dieser Artikel stellt Fragen in den Mittelpunkt, die junge Forscher*innen im Rahmen eines Sparkling-Science-Projektes gestellt haben. Welche Bedeutung kann eine Erbse, die im Mär-

chen von Hans Christian Andersen erwähnt wird, für die Zukunft haben? Wie können Erbsen der Zukunft vor Krankheiten geschützt werden? Die Erbse (*Pisum sativum*) gewinnt aufgrund ihres hohen Proteingehalts und ihrer ökologischen Vorteile wieder an Bedeutung in der nachhaltigen Landwirtschaft. Ihre Kultivierung steht jedoch vor erheblichen Herausforderungen, beispielsweise durch Wurzelfäule. Diese Krankheit führt zu erheblichen Ertragsverlusten, die durch die dynamischen Wechselwirkungen zwischen Krankheitserregern, Bodenbedingungen, Wetter und landwirtschaftlichen Praktiken weiter erschwert werden. Untersucht wird, wie die Verfügbarkeit der natürlich vorhandenen Diversität an Erbsenarten am John Innes Centre ausgenutzt werden kann, um die grundlegenden genetischen Faktoren für Resistenz zu identifizieren. Ergebnisse dieser Forschung wurden den Volksschulkindern in kindgerechter Sprache im Rahmen des Projektes vorgestellt. Junge Menschen können so erfahren, wie die Wissenschaft wichtige Fragen von Schulkindern ernst nimmt und damit Vertrauen in die Forschung gewinnen.

Maria Legenstein

Achtsames Zuhören für eine nachhaltige Zukunft

Experimentelle Ansätze zum Erlernen auditiver Aufmerksamkeit

Ausgehend von den Herausforderungen des Anthropozäns wird achtsames Zuhören als innovativer Bildungsansatz und wertvolles Werkzeug für eine nachhaltige Zukunft vorgestellt. Dieser Ansatz zielt darauf ab, Klänge in der jeweiligen Umgebung bewusst und zunächst ohne Bewertung wahrzunehmen, um menschliche Eingriffe in die Natur zu erkennen und reflektierte, nachhaltige Entscheidungen zu fördern. Experimentelle Ansätze aus der Musik, wie Pauline Oliveros' „Sonic Meditations“ und John Cages Werk „4'33\"", zeigen Wege auf, die ein auditives Kreislaufdenken inspirieren können. Die dabei gewonnenen Hörerfahrungen lassen sich gezielt in Bildungsprozesse integrieren. Die Verbindung von Klangwahrnehmung mit narrativen Ansätzen schafft eine emotionale und sensorische Verbundenheit mit der Umwelt. Zudem eröffnet die transdisziplinäre Zusammenarbeit von Musik, Kunst, Wissenschaft und Bildung neue Perspektiven und Lösungsansätze. Achtsames Zuhören wird als transformative Praxis beschrieben, die Gemeinschaft stärkt, Perspektiven erweitert und zu einem respektvollen Umgang mit der Umwelt ermutigt.



Simone Breit | Michael Schratz | Kerstin Zechner (Hrsg.)

Caring Culture

Fürsorge und sorgende Verantwortung
in der Pädagogik

Pädagogik für Niederösterreich, Band 16

Innsbruck: Studienverlag, 2025,

276 Seiten

ISBN 978-3-7065-6389-5



Jana Mikota | Carmen Sippl (Hrsg.)

Ökologische Kinder- und Jugendliteratur

Grundlagen – Themen – Didaktik

Pädagogik für Niederösterreich, Band 15

Innsbruck: Studienverlag, 2024,

588 Seiten

ISBN 978-3-7065-6388-8



Johannes Dammerer | Christian Wiesner |
Elisabeth Windl (Hrsg.)

Mentoring als Möglichkeitsraum

Professionalisierung und Qualifizierung von
Lehrpersonen
Wahrnehmen, wie wir gestalten

Pädagogik für Niederösterreich, Band 14
Innsbruck: Studienverlag, 2023,
396 Seiten
ISBN 978-3-7065-6274-4



Carmen Sippl | Gerhard Brandhofer |
Erwin Rauscher (Hrsg.)

Futures Literacy

Zukunft lernen und lehren

Pädagogik für Niederösterreich, Band 13
Innsbruck: Studienverlag, 2023,
464 Seiten
ISBN 978-3-7065-6263-8



Christian Wiesner | Elisabeth Windl |
Johannes Dammerer (Hrsg.)

Mentoring als Auftrag zum Dialog

Professionalisierung und Qualifizierung von
Lehrpersonen
Wahrnehmen, wie wir interagieren

Pädagogik für Niederösterreich, Band 12

Innsbruck: Studienverlag, 2022,

524 Seiten

ISBN 978-3-7065-6164-8



Carmen Sippl | Erwin Rauscher (Hrsg.)

Kulturelle Nachhaltigkeit lernen und lehren

Pädagogik für Niederösterreich, Band 11

Innsbruck: Studienverlag, 2022,

732 Seiten

ISBN 978-3-7065-6180-8



Johannes Dammerer | Christian Wiesner |
Elisabeth Windl (Hrsg.)

**Mentoring im pädagogischen Kontext:
Professionalisierung und Qualifizierung von
Lehrpersonen**

Wahrnehmen, wie wir bilden

Pädagogik für Niederösterreich, Band 10
Innsbruck: Studienverlag, 2020,
320 Seiten
ISBN 978-3-7065-6048-1



Carmen Sippl | Erwin Rauscher |
Martin Scheuch (Hrsg.)

Das Anthropozän lernen und lehren

Pädagogik für Niederösterreich, Band 9
Innsbruck: Studienverlag, 2020,
676 Seiten
ISBN 978-3-7065-5598-2



Christine Schörg | Carmen Sippl (Hrsg.)
Die Verführung zur Güte
 Beiträge zur Pädagogik im 21. Jahrhundert
 Festschrift für Erwin Rauscher

Pädagogik für Niederösterreich, Band 8
 Innsbruck: Studienverlag, 2020,
 432 Seiten
 ISBN 978-3-7065-4967-7



Claudia Mewald | Erwin Rauscher (Hrsg.)
Lesson Study
 Das Handbuch für kollaborative
 Unterrichtsentwicklung und Lernforschung

Pädagogik für Niederösterreich, Band 7
 Innsbruck: Studienverlag, 2019,
 264 Seiten
 ISBN 978-3-7065-5935-5

Erwin Rauscher (Hg.)

Von der Lehrperson zur Lehrerpersönlichkeit

Pädagogik
für
Niederösterreich
Band 6



StudienVerlag

Erwin Rauscher (Hg.)

Von der Lehrperson zur Lehrerpersönlichkeit

Pädagogik für Niederösterreich, Band 6
Baden: PH NÖ/Innsbruck: Studienverlag, 2015,
400 Seiten
ISBN 978-3-7065-5520-3

Erwin Rauscher (Hg.)

Lernen und Raum

Gebaute Pädagogik
und pädagogische Baustellen

Pädagogik
für
Niederösterreich
Band 5



Erwin Rauscher (Hg.)

Lernen und Raum

Gebaute Pädagogik und
pädagogische Baustellen

Pädagogik für Niederösterreich, Band 5
Baden: PH NÖ, 2012, 399 Seiten
ISBN 978-3-7065-5564-7

Erwin Rauscher (Hg.)

Unterricht als Dialog

Von der Verbindung der Fächer
zur Verbindung der Menschen

Pädagogik
für
Niederösterreich
Band 4



Erwin Rauscher (Hg.)

Unterricht als Dialog

Von der Verbindung der Fächer zur Verbindung
der Menschen

Pädagogik für Niederösterreich, Band 4

Baden: PH NÖ, 2010, 490 Seiten

ISBN 978-3-7065-5563-0

Erwin Rauscher (Hg.)

Schulkultur

Schuldemokratie, Gewaltprävention, Verhaltenskultur

Pädagogik
für
Niederösterreich
Band 3



Erwin Rauscher (Hg.)

Schulkultur

Schuldemokratie, Gewaltprävention,
Verhaltenskultur

Pädagogik für Niederösterreich, Band 3

Baden: PH NÖ, 2009, 448 Seiten

ISBN 978-3-7065-5562-3

Erwin Rauscher (Hg.)

LehrerIn werden/sein/bleiben

Aspekte zur Zukunft der LehrerInnenbildung

Pädagogik
für
Niederösterreich
Band 2



Erwin Rauscher (Hg.)

LehrerIn werden/sein/bleiben

Aspekte zur Zukunft der LehrerInnenbildung

Pädagogik für Niederösterreich, Band 2

Baden: PH NÖ 2008, 320 Seiten

ISBN 978-3-7065-5561-6

Erwin Rauscher (Hg.)

Pädagogik
für
Niederösterreich

Festschrift zur
Gründung der



Erwin Rauscher (Hg.)

Pädagogik für Niederösterreich

Festschrift zur Gründung der PH NÖ

Pädagogik für Niederösterreich, Band 1

Baden: PH NÖ, 2007, 326 Seiten

ISBN 978-3-7065-5560-9