

# Neue Wege in der Wissenschaftsbildung

## *Inter- und Transdisziplinarität als Schlüssel*

*Eva Feldbacher<sup>1</sup>, Carmen Sippl<sup>2</sup>, Michaela Panzenböck<sup>3</sup>, Gregor Jöstl<sup>2</sup>, Dominik Eibl<sup>3</sup>, Elmira Akbari<sup>1</sup>, Gabriele Weigelhofer<sup>1</sup>*

DOI: <https://doi.org/10.53349/resource.2024.i1.a1228>

### **Zusammenfassung**

Zahlreiche Studien zeigen, dass ein großer Teil der Bevölkerung der Wissenschaft skeptisch gegenübersteht. Die Gründe dafür liegen unter anderem in einer unzureichenden Vermittlung wissenschaftlicher Arbeitsweisen und grundlegender Merkmale wissenschaftlicher Forschung. In diesem Kontext stellt das Bildungssystem Schule einen entscheidenden Ort für eine effektive Wissenschaftsbildung dar, wobei insbesondere partizipative inter- und transdisziplinäre Ansätze das Verständnis für wissenschaftliche Prozesse verbessern können. Wir stellen das Projekt „Interdisziplinäres Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich (INSE)“ vor, das innovative Ansätze zur Wissenschaftsvermittlung in Schulen entwickelt und evaluiert. Wir präsentieren Fallbeispiele für die Wissenschaftsbildung in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften für verschiedene Schulstufen. Zusätzlich zeigen wir anhand eines Beispiels, wie Schüler\*innen aktiv in wissenschaftliche Projekte eingebunden werden können. Wir sind überzeugt, dass die neuen Lehrpläne bedeutende Möglichkeiten für die Wissenschaftsbildung eröffnen und eine frühzeitige sowie kontinuierliche Wissenschaftsbildung entscheidend ist, um der Wissenschaftsskepsis entgegenzuwirken und den Herausforderungen unserer Zeit zu begegnen.

**Stichwörter:** Wissenschaftsbildung, wissenschaftlicher Erkenntnisgewinn, Interdisziplinarität

---

<sup>1</sup> WasserCluster Lunz, Dr. Carl Kupelwieser Promenade 5, 3293 Lunz am See.

E-Mail: [eva.feldbacher@wcl.ac.at](mailto:eva.feldbacher@wcl.ac.at), [gabriele.weigelhofer@wcl.ac.at](mailto:gabriele.weigelhofer@wcl.ac.at), [elmira.akbari@wcl.ac.at](mailto:elmira.akbari@wcl.ac.at)

<sup>2</sup> Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.

E-Mail: [carmen.sippl@ph-noe.ac.at](mailto:carmen.sippl@ph-noe.ac.at), [gregor.joestl@ph-noe.ac.at](mailto:gregor.joestl@ph-noe.ac.at)

<sup>3</sup> Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie, Porzellangasse 4/2/2, 1090 Wien. E-Mail: [michaela.panzenboeck@univie.ac.at](mailto:michaela.panzenboeck@univie.ac.at), [dominik.eibl@univie.ac.at](mailto:dominik.eibl@univie.ac.at)

# 1 Wissenschaftsskepsis und Wissenschaftsbildung in Österreich: eine Bestandsaufnahme

In den letzten Jahren hat das Thema Wissenschaftsskepsis in Österreich verstärkt die Aufmerksamkeit in politischen und medialen Diskussionen auf sich gezogen. Unterschiedliche Untersuchungen, darunter die Eurobarometer Umfrage 516 (EC, Sep. 2021), das Austrian Corona Panel Project (ACPP, Universität Wien, 2021), das 1. Österreichische Wissenschaftsbarometer (Österreichische Akademie der Wissenschaften, ÖAW, 2022) und die jüngste Veröffentlichung des Instituts für Höhere Studien (Starkbaum et al., 2023) zeigen, dass in der österreichischen Gesellschaft eine erhebliche Skepsis gegenüber Wissenschaft existiert. Österreich gehört zu den drei EU-Mitgliedsstaaten, in denen die Mehrheit der Befragten meint, dass sie im täglichen Leben nicht über Wissenschaft Bescheid wissen muss und „Wissenschaft so kompliziert ist, dass ich nicht viel davon verstehe“ (EC, 2021). Viele Österreicher\*innen verlassen sich eher auf ihren Hausverstand als auf wissenschaftliche Erkenntnisse (ACPP, 2021; ÖAW, 2022). Häufig bestehen in der Bevölkerung abstrakte Vorstellungen darüber, wie Wissenschaft funktioniert (Starkbaum et al., 2023).

Was sind die Gründe für diese Wissenschaftsskepsis? Häufig können Wissenschaftler\*innen ihre Arbeitsweise und den daraus resultierenden Erkenntnisgewinn nur eingeschränkt vermitteln (Starkbaum et al., 2023; Corner et al. 2015). So wird beispielsweise selten erwähnt, dass Forschungsergebnisse sich der Wahrheit lediglich annähern, aber nie den Anspruch auf die absolute Wahrheit erheben. Damit spiegeln Forschungsergebnisse immer nur den aktuellen Kenntnisstand der Wissenschaft wider und unterliegen einer dynamischen Weiterentwicklung, was zu Widersprüchen zwischen Studien führen kann. Das „Weglassen“ derart fundamentaler Merkmale wissenschaftlicher Forschung kann nicht nur zu falschen Vorstellungen der Bevölkerung darüber führen, wie Wissenschaft funktioniert (Moser, 2016; Weber, 2010), sondern auch dazu, dass zwischen wissenschaftlich gewonnenen Erkenntnissen und Fake News („in manipulativer Absicht verbreitete Falschmeldungen“, vgl. Duden) nicht mehr unterschieden werden kann. Hierzu tragen auch die Medien bei, wenn sie in Diskussionsrunden Nicht-Wissenschaftler\*innen gleichberechtigt mit Wissenschaftler\*innen über wissenschaftliche Erkenntnisse diskutieren lassen. Wissenschaftler\*innen sollten zudem in Gesprächen zu erkennen geben, ob ihre Aussagen ihre persönliche Meinung oder ihre fachliche Expertise widerspiegeln. Des Weiteren ist die Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse in Museen, bei Veranstaltungen (z.B. Lange Nacht der Forschung) oder in Wissenschaftssendungen zweifellos wertvoll. Allerdings erklärt sie häufig nicht den zugrundeliegenden Prozess des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns an sich. Oft beschränkt sie sich auf praktische Hands-on-Erfahrungen, anstatt die in der Wissenschaft notwendige vorangehende geistige Auseinandersetzung mit dem Thema zu betonen – die „Minds-on-before-Hands-on“-Arbeitsweise.

Das Bildungssystem Schule hingegen kann einen geeigneten Rahmen für wirksame Wissenschaftsbildung bieten (Feinstein & Mach, 2020). Partizipative inter- und

transdisziplinäre Bildungskonzepte können jungen Menschen wissenschaftliche Erkenntnisse und Prozesse zielgruppengerecht vermitteln und so deren Wissenschaftsverständnis steigern (Rousell & Cutter-Mackenzie-Knowles, 2020; Keller et al., 2019; Monroe et al., 2019). Die Einbindung von Wissenschaftler\*innen in den Schulunterricht als Expert\*innen für den Erkenntnisgewinn in deren jeweiliger Disziplin kann positive Erfahrungen im Umgang mit Wissenschaftler\*innen schaffen und das Interesse an einer universitären Ausbildung wecken, wenn die Wissenschaftler\*innen über entsprechende Vermittlungskompetenzen verfügen (Rosenzweig & Wigfield, 2016). Aktive Lernstrategien, wie zum Beispiel problembasiertes Lernen (z. B. Schmidt, 1994), fördern nicht nur den Wissenserwerb (Corner et al., 2015); Schüler\*innen lernen auch, systematisch an Probleme heranzugehen und Lösungen zu entwickeln. Darüber hinaus trägt ein besseres Verständnis des wissenschaftlichen Prozesses dazu bei, Falschinformationen in sozialen und Massenmedien leichter zu identifizieren (Rousell & Cutter-Mackenzie-Knowles, 2020; Monroe et al., 2019) und Ergebnisse anzuerkennen, die auf einem breiten wissenschaftlichen Konsens beruhen (Moser, 2016).

Österreich bekennt sich dazu, dass Bildung eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung der Ziele für nachhaltige Entwicklung spielt (BNE; UNESCO, 2015; UN, 2015). Projekte und Netzwerke an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Bildung sollen gefördert werden, um diese Bildungsziele zu erreichen (Bundeskanzleramt, 2020). Das „TruSD: 10-Punkte-Programm zur Stärkung des Vertrauens in Wissenschaft und Demokratie in Österreich“ (BMBWF, 2022) betont die Notwendigkeit, die Vermittlung von wissenschaftlichen Grundlagen in allen Bildungsbereichen zu intensivieren, sei es in der Pädagog\*innenausbildung, den Curricula der Hochschulen und Universitäten oder an Schulen. In den aktuellen österreichischen Lehrplänen (BMBWF, 2023) für Mittelschule (MS) und Allgemeinbildende Höhere Schule (AHS, Unter- und Oberstufe) tritt der Begriff „Wissenschaft“ in unterschiedlichen Kontexten und Gewichtungen auf. Während er in den Allgemeinen Bildungszielen (Bildungsbereiche der Oberstufe) und der Kompetenzorientierung je einmal vorkommt, fehlt er in den übergreifenden Themen des neuen Lehrplans völlig. Im Gegensatz dazu findet sich der Begriff „Wissenschaft“ in den Lehrplänen der einzelnen Unterrichtspflichtgegenstände der MS/AHS Unterstufe (51 bzw. 47 Nennungen) und AHS Oberstufe (140 Nennungen) zahlreich. Hier wird er sowohl in den Bildungs- und Lehraufgaben als auch in den didaktischen Grundsätzen, den Kompetenzbeschreibungen und den Anwendungsbereichen genannt, jedoch mit beträchtlichen fachspezifischen Unterschieden. In den fachbezogenen Lehrplänen der MS/AHS Unterstufe wird der Begriff „Wissenschaft“ in etwa 70% der Nennungen im Kontext von Naturwissenschaften verwendet. In anderen Fächern wird auf Wissenschaft als prägenden Aspekt oder als didaktisches Prinzip Bezug genommen sowie auf andere wissenschaftliche Disziplinen verwiesen. In den Lehrplänen für Mathematik, Deutsch und lebende Fremdsprachen wird auf den Begriff „Wissenschaft“ kaum eingegangen. In der Oberstufe variiert die Verwendung des Begriffs „Wissenschaft“ in den Lehrplänen der Fächer, wobei nur etwa ein Drittel im Zusammenhang mit Naturwissenschaften steht. Im Lehrplan für Ethik werden beispielsweise zahlreiche

Bezugswissenschaften angeführt. Die Verantwortung der Wissenschaften und die Grenzen des naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts werden mehrfach als zentraler Lehrplaninhalt betont. Besonders in den Lehrplänen für Deutsch, Latein und Griechisch stehen Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens, Einblick in wissenschaftliche Fachsprachen und schriftliche Kompetenz als Voraussetzungen für wissenschaftliches Arbeiten im Vordergrund. Auch die Vermittlung der Grundprinzipien des wissenschaftlichen Forschungsprozesses wird als wichtige Bildungs- und Lehraufgabe betrachtet. Die Charakteristika naturwissenschaftlicher Forschungsarbeit sind sogar Teil der Handlungsdimensionen des Kompetenzmodells (z.B. Physik: Erkenntnisgewinnung und Experimentieren, Standpunkte begründen und aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten) und im Detail als Lernziele formuliert (z.B. „Die Schüler\*innen können naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden“). Der Schwerpunkt liegt auf dem Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung, damit Schüler\*innen in naturwissenschaftlichen Fragen kompetent handeln können.

## 2 „wissenschaft.lernen“ – wie kann das gelingen?

### 2.1 Das Projekt „Interdisziplinäres Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich (INSE)“

Wissenschaftliche Bildung beschränkt sich in der schulischen Praxis oft auf sektorale Lehrmethoden (McCright et al., 2013; Scheuch & Sippl, 2019). Außerdem werden wissenschaftliche Arbeitsweisen meist nur in den naturwissenschaftlichen Fächern behandelt (z.B. Experiment, Freilandbeobachtung), während Methoden der Geistes- (Lesen, Exzerpieren, Visualisieren) und Sozialwissenschaften (Befragung, Beobachtung) oft nicht ausdrücklich als solche behandelt werden (Sippl, 2023). Viele Menschen wissen nicht, dass verschiedene wissenschaftliche Disziplinen unterschiedliche Methoden verwenden. Wissenschaftsbildung erfordert daher einen inter- und transdisziplinären Vermittlungsansatz und eine fächerübergreifende Zusammenarbeit in der Schule.

Das FTI-Projekt „Interdisziplinäres Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich<sup>1</sup>“ ([www.science-education.at](http://www.science-education.at)) setzt genau auf dieser Forderung auf. Unser Ziel ist es, das Verständnis von Kindern und Jugendlichen für Wissenschaft zu erhöhen, indem wir die Arbeitsweise verschiedener Wissenschaftsdisziplinen erklären und erlebbar machen. Durch innovative Formen der Wissenschaftskommunikation möchten wir das Interesse an Wissenschaft fördern. Im Rahmen einer Pilotstudie entwickeln wir Ansätze für den Wissenschaftsunterricht und evaluieren ihre Wirksamkeit mithilfe einer Begleitstudie. Dabei nähern wir uns der komplexen Thematik schrittweise an (Abbildung 1). Zu Beginn beschäftigen sich die Schüler\*innen mit der Frage, welche Merkmale die Entstehung wissenschaftlicher Erkenntnisse im Vergleich zur Generierung von Fake News kennzeichnen. Anschließend

konzentrieren wir uns auf eine bestimmte wissenschaftliche Disziplin und erarbeiten gemeinsam die Prinzipien einer spezifischen Forschungsmethode anhand praktischer Beispiele. Abschließend analysieren wir Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen, um den Teilnehmenden sowohl allgemeine wissenschaftliche Prinzipien als auch die spezifischen Herangehensweisen unterschiedlicher Disziplinen zu vermitteln (Abbildung 1).

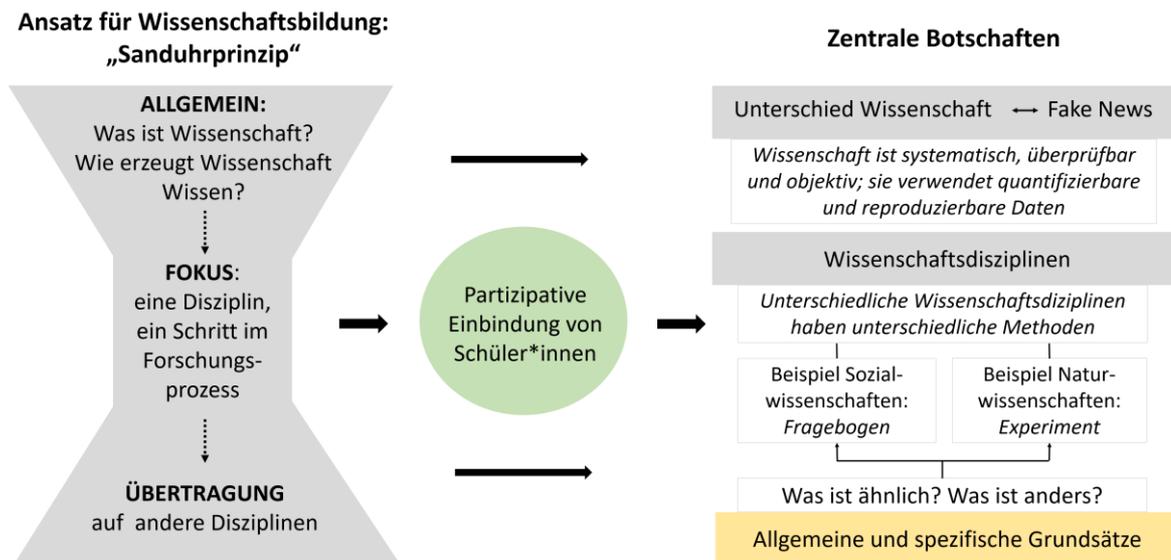


Abbildung 1: Ansatz für Wissenschaftsbildung im Projekt INSE (eigene Darstellung).

Im folgenden Abschnitt präsentieren wir bewährte Fallbeispiele zur Wissenschaftsbildung im Schulunterricht für verschiedene Schulstufen. Die Vermittlungskonzepte, Unterrichtsmaterialien und Anwendungsleitfäden sind auf der Projektwebseite frei zugänglich verfügbar.

## 2.2 Fallbeispiele Wissenschaftsbildung

### 2.2.1 Wissenschaftsbildung im Schulunterricht

Die Vermittlungskonzepte der Pilotstudie im Rahmen des FTI-Projekts INSE legen den Fokus auf geisteswissenschaftliches Forschen in der Primarstufe, naturwissenschaftliches Forschen in der Sekundarstufe 1 und sozialwissenschaftliches Forschen in der Sekundarstufe 2. Sie orientieren sich an den Prinzipien der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE 2030) und berücksichtigen Diversität und Inklusion. Darüber hinaus unterstützen sie die Weiterentwicklung von STEM/MINT zu STEAM/MINKT durch die Integration künstlerischer Aspekte. Die Aktivitäten werden im Sommersemester 2024 an einer Volksschule, zwei Mittelschulen und einem Bundesoberstufenrealgymnasium in Niederösterreich durchgeführt und evaluiert.

### *Primarstufe*

In der Primarstufe wird ein Werkstattzyklus im Stationenbetrieb durchgeführt, in dem Schüler\*innen einer 3. und einer 4. Klasse fächerverbindend den Wald als Lebensraum aus der Perspektive der Nachhaltigkeit erforschen – den „Wald der Zukunft“. Forschend-entdeckendes Lernen hat einen hohen Stellenwert im Gesamtunterricht der Primarstufe, der stark von den Themen des Sachunterrichts geprägt ist und ein didaktisches Netz in alle Lernbereiche spannt. Zur Betonung geisteswissenschaftlicher Forschungsmethoden werden lesedidaktische und theaterpädagogische Impulse gesetzt. Dabei kommen kulturelle Techniken wie Lesen, Exzerpieren, Dokumentieren, Schreiben und Visualisieren als Forschungsmethoden zum Einsatz. Storytelling spielt eine zentrale Rolle bei der Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Die Geistes- und Kulturwissenschaften tragen mit ihrer hermeneutischen Kompetenz und erzähltheoretischen Expertise maßgeblich zur Wissenschaftskommunikation bei (Finke, 2016; Rippl, 2019). Das Forschungsdesign basiert konzeptionell auf Arts-based Science Education bzw. Creative Art-Based Inquiry Learning, da die Förderung von Kreativität und vernetztem Denken als Ziel forschend-entdeckenden Lernens gesehen wird (Marshall, 2019; Gebhard et al., 2019).

Der Werkstattzyklus besteht aus einer Märchen-, einer Forschungs- und einer Zukunftswerkstatt. In der Märchenwerkstatt erkunden die Schüler\*innen das Thema Wald durch den Märchentext „Der kluge Waldgeist“ auf fantasieanregende Weise in einer Vorleserunde mit Lehrgespräch. Den Klassen werden dafür der vereinfachte Text, eine Audioaufnahme und Bildkarten zur Verfügung gestellt. In der Forschungswerkstatt formulieren die Kinder Forschungsfragen und lernen grundlegende Forschungsmethoden. Ihr Auftrag ist es, mit Hilfe analoger und digitaler Recherchequellen Steckbriefe zu den im Märchentext erwähnten Rollen zu verfassen und im Forschungstagebuch festzuhalten. Die Zukunftswerkstatt beginnt mit einem Gallery-Walk, gefolgt von einem dramapädagogischen Setting, in dem die Schüler\*innen die Perspektiven der erforschten Wald-Bewohner einnehmen und dem Waldgeist ihre Wünsche für die Zukunft mitteilen. Die Schlussreflexion wiederholt den Forschungsauftrag, reflektiert die Forschungsmethoden und beantwortet die Forschungsfragen.

### *Sekundarstufe I*

Während sechs Interventionen setzen sich die Schüler\*innen zweier Mittelschulen vertiefend mit den Charakteristika der Naturwissenschaften (Nature of Science, kurz NOS) auseinander. Das Grundgerüst der Interventionen orientiert sich am Minimalkonsens von Lederman et al. (2013), der Grundzüge und Grenzen der Naturwissenschaften, Bedeutung von Modellen sowie das Zusammenspiel von Naturwissenschaft und Gesellschaft umfasst. Dieser Ansatz identifiziert im Wesentlichen sieben Aspekte, die das Wesen der Naturwissenschaften widerspiegeln: Naturwissenschaftliches Wissen ist vorläufig (1), empirisch basiert (2) und baut auf menschlicher Kreativität und Vorstellungskraft auf (3). Es wird zwischen Beobachtung und Schlussfolgerung unterschieden (4) und es ist sozial sowie kulturell eingebettet (5). Ebenso ist

es von Gesetzen und Theorien geprägt (6) und greift auf eine Vielzahl von wissenschaftlichen Methoden zurück (7).

In den Interventionen werden verschiedene NOS-Aktivitäten durchgeführt, wie zum Beispiel die „Mystery Tube“-Aktivität von Lederman et al. (2020). Dabei handelt es sich um eine undurchsichtige Röhre, deren Funktionsweise aufgedeckt und skizziert werden soll. Diese Black-Box-Aktivität beschäftigt sich mit der wissenschaftlichen Modellbildung auf Grundlage unvollständiger Daten. Es wird gezeigt, dass Modelle keine fotorealistischen Abbildungen darstellen, sondern auf menschlicher Vorstellungskraft basieren. Neben weiteren dekontextualisierten NOS-Aktivitäten wird auch ein narrativer Ansatz durch Storytelling verwendet.

Obwohl NOS-Aktivitäten vermehrt im angloamerikanischen Raum publiziert wurden, gibt es Kritik an ihrer mangelnden Zugänglichkeit für Lehrpersonen. Dadurch finden sie wenig Einzug in den Unterricht (Bugingo et al., 2022). Unsere Pilotstudie wird die erprobten Materialien für Lehrkräfte im deutschsprachigen Raum zugänglich machen.

### *Sekundarstufe II*

In der Sekundarstufe II soll das Verständnis für sozialwissenschaftliche Forschung gesteigert werden. Besonders in Zeiten sinkenden Vertrauens in Umfrageergebnisse erscheint es wichtig, den Schüler\*innen das Zustandekommen von Erkenntnissen aus den Sozialwissenschaften transparent zu machen.

In einer 6. und einer 7. Oberstufenklasse wird ein Unterrichtsprojekt durchgeführt, in dem Schüler\*innen in fünf Workshops den gesamten Prozess der sozialwissenschaftlichen Forschung anhand eines eigenen kleinen Forschungsprojekts in Kleingruppen nachvollziehen. Zunächst wird das Forschungsinteresse durch die Formulierung einer Forschungsfrage konkretisiert. Danach werden Überlegungen zur möglichen Operationalisierung der Forschungsfrage angestellt, ein Studiendesign entwickelt und ein entsprechendes Erhebungsinstrument erstellt. Dabei sollen den Schüler\*innen die Herausforderungen bei der Operationalisierung (Itementwicklung) der interessierenden Fragestellungen vermittelt werden. Anschließend sollen sie eigenständig eine Erhebung durchführen, die Daten statistisch auswerten und die Ergebnisse darstellen, die schließlich im Rahmen einer Schulveranstaltung präsentiert werden.

Als leitendes didaktisches Prinzip kommt die Selbstbestimmungstheorie (SDT) zur Förderung intrinsischer Motivation (Deci & Ryan, 2013; Ryan & Deci, 2020) zur Anwendung. Diese geht davon aus, dass drei Grundbedürfnisse erfüllt sein müssen, um intrinsisch motiviert handeln zu können: Autonomie, Kompetenzerleben und soziale Eingebundenheit. Demnach soll den Schüler\*innen weitgehende Freiheit bei der Konzeption und Durchführung ihres Forschungsprojekts ermöglicht werden. Als strukturierender Rahmen sind das thematische Feld, die Sozialform sowie die Forschungsmethodik zu nennen. Das Thema soll im weiteren Sinne mit Wissenschaftsverständnis bzw. Wissenschaftsskepsis zu tun haben, um sich der Thematik nicht nur durch das eigene forschende Handeln, sondern auch durch die eigenen

wissenschaftlichen Erkenntnisse anzunähern. Das Projekt soll in Gruppen durchgeführt werden, wobei Gruppengröße (2-5 Personen) sowie Zusammensetzung frei wählbar sind. Als Methodik ist eine quantitative Untersuchung (Fragebogenstudie) vorgesehen, da eine tiefergehende Beschäftigung mit sowohl quantitativen als auch qualitativen Methoden den zeitlichen Rahmen sprengen würde.

Die Evaluation der Aktivitäten in den verschiedenen Schulstufen erfolgt nach dem Modell von Kirkpatrick und Kirkpatrick (2006), das Zufriedenheit, Wissen/Einstellung, Verhalten und kurzfristige Systemveränderungen unterscheidet, sowie nach dem VNOS D+ Test (Views of Nature of Science), mit dem das Verständnis naturwissenschaftlicher Aspekte untersucht werden kann (Lederman et al., 2002; Physport, 2020). Anhand eines Prä-Post-Follow-up-Kontrollgruppendesigns werden das Wissen und die Einstellungen der Schüler\*innen vor (Prä), unmittelbar nach (Post) und etwa zwei Monate (Follow up) nach den Aktivitäten erfasst, um etwaige Änderungen und deren Nachhaltigkeit zu überprüfen. In der Sekundarstufe II werden zusätzlich publizierte Skalen zu motivationalen Aspekten eingesetzt. Das Kontrollgruppendesign stellt sicher, dass keine externen Faktoren zu einer Veränderung von Wissen oder Einstellung geführt haben.

### **2.2.2 Wissenschaftsbildung durch Integration von Schüler\*innen in Wissenschaftsprojekte**

Ansätze zur aktiven Einbindung der Bevölkerung in wissenschaftliche Untersuchungen (Citizen Science) haben sich als geeignet erwiesen, um das Interesse an Wissenschaft zu steigern und das Verständnis dafür zu fördern (Zoellick et al., 2012; Vitone et al., 2016). Auch Schüler\*innen können entweder als Gruppe oder einzeln, beispielsweise im Rahmen von Diplomarbeiten und vorwissenschaftlichen Arbeiten, in Forschungsprojekten mitarbeiten und wissenschaftliche Daten generieren (Weigelhofer et al., 2019). In den Naturwissenschaften bieten sich aufgrund ihrer Plan- und Kontrollierbarkeit vor allem wissenschaftliche Experimente im Labor an. Wissenschaftliche Experimente weisen wichtige Charakteristika auf, die sie von in Schulen üblicherweise durchgeführten Versuchen, aber vor allem auch von Hands-on-Aktivitäten bei Veranstaltungen und in Museen grundlegend unterscheiden. Im Gegensatz zu Demonstrations- und (häufig auch) Schulversuchen, in denen Teilnehmende vorgefertigte Anleitungen befolgen und Ergebnisse beobachten, liegt bei naturwissenschaftlichen Versuchen der wichtigste Teil in den Vorbereitungen („Minds-on-before-Hands-on“). Basierend auf dem Status quo und den bestehenden Wissenslücken werden wissenschaftliche Hypothesen aufgestellt, die für die Ausarbeitung des Versuchsdesigns und der Versuchsprotokolle ebenso wie für die nachfolgende Interpretation der Ergebnisse essenziell sind (Abbildung 2). Diese Schritte müssen auch bei der Einbeziehung von Schüler\*innen in naturwissenschaftliche Versuche berücksichtigt werden, da ansonsten das Verständnis für die Datengenerierung in den Naturwissenschaften fehlt.

Ein Thema, das sich zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Forschung bewährt hat und in Schulen relativ einfach umgesetzt werden kann, ist die mikrobielle Atmung in Gewässersedimenten. Im Grunddesign werden feinkörnige Bachsedimente in Bachwasser in luftdichten Gefäßen im Dunkeln exponiert und die Sauerstoffabnahme über einen bestimmten Zeitraum gemessen. Als Einflussfaktoren für die Höhe der Sauerstoffabnahme können u.a. folgende Parameter getestet werden: Korngröße, Wassertemperatur, Zugabe von Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Glucose einzeln oder in Kombination, Extrakte von Laubblättern), Zugabe von Antibiotika. Einem kurzen Einstieg über die Bedeutung der mikrobiellen Respiration in Gewässern folgt eine Gruppenarbeit und anschließende Diskussion über Einflussfaktoren (Abbildung 2). Anhand theoretischer Beispiele werden danach die Charakteristika von naturwissenschaftlichen Hypothesen erarbeitet und ein Versuchskonzept für die ausgewählten Einflussfaktoren erstellt (Bsp. „Die Sauerstoffabnahme steigt mit zunehmender Temperatur/Nährstoffkonzentration, ... an“). Ebenso werden die während der Experimente zu kontrollierenden Faktoren identifiziert (z.B. Licht, Bewegung der Gefäße, Temperatur). Schlussendlich arbeiten die Schüler\*innen in Gruppen ein detailliertes Arbeitsprotokoll aus, das von den Lehrkräften oder Wissenschaftler\*innen kontrolliert und gegebenenfalls verbessert wird. Auf diese Weise erhalten die Jugendlichen einen umfassenden Einblick in den Forschungsprozess, und Fehler aufgrund von Missverständnissen beim Befolgen vorgefertigter Protokolle werden vermieden (Weigelhofer et al., 2019). Nach der Durchführung der Versuche ist es nicht nur wichtig, die Ergebnisse in Hinblick auf die a priori erstellten Hypothesen zu interpretieren, sondern auch weitere wissenschaftliche Untersuchungen zu besprechen, die sich aus den durchgeführten Experimenten ergeben (Abbildung 2). Den Jugendlichen wird so vermittelt, dass die Forschung nicht mit dem Experiment endet, sondern vielmehr den Grundstein für weitere Forschung legt.

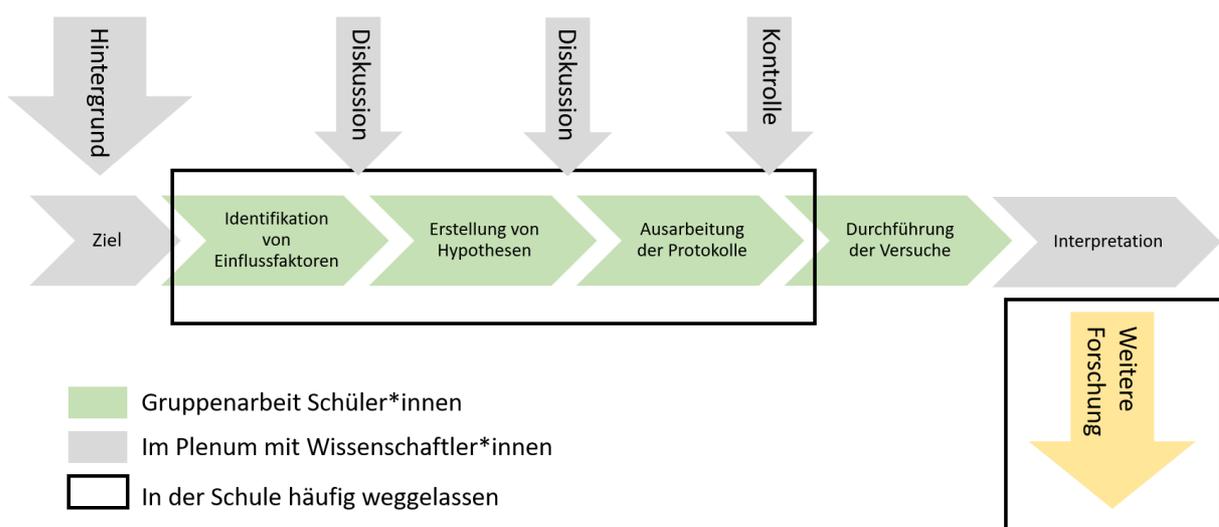


Abbildung 2: Prozessablauf für ein naturwissenschaftliches Experiment mit Schüler\*innen (eigene Darstellung)

### 3 Ausblick und Empfehlungen

Die systematische Ablehnung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden in Teilen der Bevölkerung beeinträchtigt unsere Fähigkeit, Lösungsansätze für die drängenden Herausforderungen unserer Zeit zu entwickeln. Probleme wie der Klimawandel, die Covid-19-Pandemie, der Verlust der Biodiversität und die ungleiche Verteilung von Ressourcen stellen nicht nur die Gesellschaft, sondern auch das Bildungssystem vor erhebliche Schwierigkeiten (bereits Berry, 1988; Lidstone & Stoltman, 2008; Steffen et al., 2018).

Moderne Wissenschaftsbildung betont die Relevanz kreativen Denkens und verknüpft Arts (A) mit STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) zu STEAM bzw. Kunst (K) mit MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) zu MINKT (Breda et al., 2023). MINKT konzentriert sich auf nachhaltige ganzheitliche Lehr- und Lernkonzepte, wie problemorientiertes Lernen, projektbasiertes Lernen sowie transdisziplinäres Wissen (Bianchi et al., 2022; Breda et al., 2023). Hierbei wird Forschendes Lernen, typisch für naturwissenschaftliche Fächer, mit ästhetischer Forschung aus der Kunstpädagogik kombiniert, um künstlerische Praxis mit Alltags-, Kunst- und Wissenschaftswissen zu verbinden (Gebhart et al., 2019; Kämpf-Jansen, 2021). Auch im Europäischen Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit *GreenComp* (Bianchi et al., 2022) ist forschungsorientiertes Denken im Kompetenzbereich „Visionen für eine nachhaltige Zukunft“ verankert. Es wird beschrieben als die „Aneignung einer relationalen Denkweise durch Erforschung und Verknüpfung verschiedener Disziplinen, Einsatz von Kreativität und Experimentieren mit neuen Ideen oder Methoden“ (ebd., S. 25). Im Sinne von MINKT ist die „Kombination aus kreativem Denken und Experimentieren mit neuen Ideen und neuen Ansätzen“ (ebd.) wichtig, um die gesellschaftliche Transformation mitverantwortlich gestalten zu können. Wissenschaftsbildung muss folglich von einer rein naturwissenschaftlichen Grundbildung zu einer interdisziplinär ausgerichteten wissenschaftlichen Bildung erweitert werden, die natur-, sozial- und kulturwissenschaftliche Forschungsmethoden verknüpft, um das Verstehen der Welt im Anthropozän als vernetztes System zu fördern (Leinfelder, 2020). Nur so befähigt Wissenschaftsbildung zur aktiven Teilhabe an gesellschaftlichen Veränderungen und kann eine wichtige Rolle dabei spielen, nachhaltiges Verhalten in unserer Gesellschaft zu fördern (Reid et al., 2021).

Eine nachhaltige und verhaltensändernde Wissenschaftsbildung muss zudem frühzeitig, also bereits im Kindergarten, beginnen und die Schüler\*innen kontinuierlich bis zur Matura begleiten. Studien zeigen, dass das Faktenwissen über die wissenschaftliche Erkenntnisgenerierung allein häufig nicht ausreicht, damit sich wissenschaftliche Forschungsergebnisse gegen kulturell oder sozial geprägte Fake News durchsetzen können (Nisbet & Scheufele, 2009; Reincke et al., 2020). Ein früher und lebenslanger Kontakt mit Wissenschaft, der auch das Verständnis von Wissenschaft als wesentlichem Bestandteil des Lebens im Anthropozän widerspiegelt, könnte meinungs- und erfahrungsbasierten Denkmustern in der Bevölkerung entgegenwirken.

Die neuen Lehrpläne bieten verbesserte Möglichkeiten, um ein tieferes Verständnis für Wissenschaft zu entwickeln. Die verstärkte Nennung des Begriffs „Wissenschaft“ in den Lehrplänen ab 2023 zeigt, dass die Bedeutung von Wissenschaft stärker betont wird. Um diese Potenziale zu nutzen, bedarf es einer aktiven Unterstützung der Lehrkräfte und der Bereitstellung geeigneter Materialien. Unser interdisziplinäres Projekt leistet dazu einen Beitrag, aber weitere disziplinübergreifende Initiativen sind erforderlich, um die Wissenschaftsbildung in Österreich an die Erfordernisse des Anthropozäns anzupassen.

## Literatur

- Austrian Corona Panel Project (ACPP), Corona Blog (2021). Blog 124 „Wissenschaftsbezogener Populismus: Eine österreichische Bestandsaufnahme“. Universität Wien, Vienna Center for Electoral Research. <https://viecer.univie.ac.at/corona-blog/corona-blog-beitraege/blog124/> [letzte Abfrage am 04.01.2024]
- Berry, T. (1988). *The Dream of the Earth*. Sierra Club Books, San Francisco.
- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera, M. (2022). *GreenComp – der Europäische Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit*. Redaktion: M. Bacigalupo & Y. Punie. Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. Doi:10.2760/161792, JRC128040
- Breda, A., Garcia, V., & Santos, N. (2023). Teachers’ Perceptions of STEAM Education. *International Journal of Technology in Education* 6/4, S. 700–719.
- Bugingo, J. B., Yadav, L. L., Mugisha, I. S., & Mashood, K. K. (2022). Improving teachers’ and students’ views on nature of science through active instructional approaches: A Review of the literature. *Science & Education*, S. 1–43. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00382-8>
- Bundeskanzleramt (2020). Österreich und die Agenda 2030. *Freiwilliger Nationaler Bericht zur Umsetzung der Nachhaltigen Entwicklungsziele / SDGs (FNU)*. [https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/agenda2030/bericht-2020.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/agenda2030/bericht-2020.html) [letzte Abfrage am 04.01.2024]
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2023). *Änderung der Verordnung über die Lehrpläne der Mittelschulen und der Verordnung über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht*. BGBl. II Nr. 239/2023. <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2023/239>
- Corner, A., Roberts, O., Chiari, S., Völler, S., Mayrhuber, E.S., Mandl, S., & Monson, K. (2015). How do young people engage with climate change? The role of knowledge, values, message framing, and trusted communicators. *WIREs Climate Change* 6, S. 523–534. <https://doi.org/10.1002/wcc.353>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2013). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer Science & Business Media.
- Europäische Kommission (2021). *Spezial-Eurobarometer 516: Kenntnisse und Einstellungen der europäischen Bürgerinnen und Bürger zu Wissenschaft und Technologie*. EU. doi:10.2775/844093; <https://europa.eu/eurobarometer/surveys/detail/2237> [letzte Abfrage am 04.01.2024]

- Feinstein, N. W., & Mach, K. J. (2020). Three roles for education in climate change adaptation. *Climate Policy*, 20(3), S. 317–322. doi:[10.1080/14693062.2019.1701975](https://doi.org/10.1080/14693062.2019.1701975)
- Finke, P. (2016). Citizen Science und die Rolle der Geisteswissenschaften für die Zukunft der Wissenschaftsdebatte. In K. Oswald & R. Smolarski (Hrsg.), *Bürger Künste Wissenschaft. Citizen Science in Kultur- und Geisteswissenschaften* (S. 31–56). Computus.
- Gebhard, U., Lübke, B., Ohlhoff, D., Pfeiffer, M., & Sting, W. (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.
- Kämpf-Jansen, H. (2021). *Ästhetische Forschung. Wege durch Alltag, Kunst und Wissenschaft. Zu einem innovativen Konzept ästhetischer Bildung*. 4., durchges. Aufl. Tectum. (KONTEXT Kunst – Vermittlung – Kulturelle Bildung Band 9)
- Keller, L., Stötter, J., Oberrauch, A., Kuthe, A., Körfgen, A., & Hüfner, K. (2019). Changing Climate Change Education: Exploring moderate constructivist and transdisciplinary approaches through the research-education cooperation k.i.d.Z.21. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 28, S. 35–43. doi:[10.14512/gaia.28.1.10](https://doi.org/10.14512/gaia.28.1.10).
- Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. (2006). *Evaluating Training Programs. The Four Levels* (3. Auflage). San Francisco: CA. Berrett-Koehler Publishers.
- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., & Schwartz, R. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching* 39 (6), S. 497–521. doi:[10.1002/tea.10034](https://doi.org/10.1002/tea.10034)
- Lederman, N.G., Lederman, J.S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138–147.
- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, J.S. (2020). Avoiding De-Natured Science: Integrating Nature of Science into Science Instruction. In: McComas, W.F. (eds) *Nature of Science in Science Instruction. Science: Philosophy, History and Education*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_17)
- Leinfelder, R. (2020). Von der Umwelt zur Unswelt – das Potenzial des Anthropozän-Konzeptes für den Schulunterricht. In Ch. Schörg & C. Sippl (Hrsg.), *Die Verführung zur Güte. Beiträge zur Pädagogik im 21. Jahrhundert. Festschrift für Erwin Rauscher* (S. 81–97). Studienverlag. (Pädagogik für Niederösterreich, 8) <https://doi.org/10.53349/oa.2022.a2.140>
- Lidstone, J., & Stoltman, J.P. (2008). Global Environmental Change: What is the Role of Geography and Environmental Education? *International Research in Geographical and Environmental Education*, 17(2), 89–92. doi:[10.1080/13504620220145401](https://doi.org/10.1080/13504620220145401)
- Marshall, J. (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.
- McCright, A. M., O'Shea, B. W., Sweeder, R. D., Urquhart, G. R., & Zeleke, A. (2013). Promoting inter-disciplinarity through climate change education. *Nature Climate Change*, 3(8), S. 713–716. doi:[10.1038/nclimate1844](https://doi.org/10.1038/nclimate1844)
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), S. 791–812, doi:[10.1080/13504622.2017.1360842](https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842)

- Moser, S. (2016). Reflections on climate change communication research and practice in the second decade of the 21st century: what more is there to say? *WIREs Climate Change*, 7, 345–369. <https://doi.org/10.1002/wcc.403>
- Nisbet, M. C., & Scheufele, D. A. (2009). What's next for science communication? Promising directions and lingering distractions. *American journal of botany*, 96(10), 1767–1778. doi:10.3732/ajb.0900041
- Österreichische Akademie der Wissenschaften (2022). *Wissenschaftsbarometer Österreich*. Erstellt durch Gallup International. <https://www.oeaw.ac.at/wissenschaftsbarometer/ergebnisse> [letzte Abfrage am 04.01.2024]
- PhysPort, Supporting physics teaching with research-based resources (2020). <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?I=81&A=VNOS>
- Reid, A., Dillon, J., Ardoin, N., & Ferreira, J. (2021). Scientists' warnings and the need to reimagine, recreate, and restore environmental education. *Environmental Education Research*, <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1937577>
- Reincke, C. M., Bredenoord, A. L., & van Mil, M. H. (2020). From deficit to dialogue in science communication: the dialogue communication model requires additional roles from scientists. *EMBO reports*, 21(9), e51278. doi: 10.15252/embr.202051278
- Rippl, G. (2019). Kulturwissenschaft. In Kluwick, U., & Zemanek, E. (Hrsg.), *Nachhaltigkeit interdisziplinär. Konzepte, Diskurse, Praktiken. Ein Kompendium* (S. 312–329). Böhlau.
- Rosenzweig, E. Q., & Wigfield, A. (2016). STEM Motivation Interventions for Adolescents: A Promising Start, but Further to Go. *Educational Psychologist*, 51(2), 146–163, doi:10.1080/00461520.2016.1154792
- Rousell, D., & Cutter-Mackenzie-Knowles, A. (2020). A systematic review of climate change education: giving children and young people a 'voice' and a 'hand' in redressing climate change. *Children's Geographies*, 18(2), S. 191–208, doi:10.1080/14733285.2019.1614532
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary educational psychology*, 61, 101860.
- Scheuch, M., & Sippl, C. (2019). Wasser lernen im Anthropozän. Fächerverbindender Unterricht in der Primarstufe. *R&E-Source*, S.14. <https://journal.ph-noe.ac.at/index.php/resource/article/view/659>
- Schmidt, H. G. (1994). Problem-based learning: An introduction. *Instr. Sci.*, 22, 247–250. [www.jstor.org/stable/23369986](http://www.jstor.org/stable/23369986)
- Sippl, C. (2023). Natur & Kultur IX: Wissenschaft lernen im Lernraum Schule. *#schuleverantworten*, 2023\_1, 148–155. <https://doi.org/10.53349/sv.2023.i1.a300>
- Starkbaum, J., Auel, K., Bobi, V., Fuglsang, S., Grand, P., Griessler, E., König, T., Losi, L., Seiser, F., Tiemann, G., Taschwer K., & Unger M., (2023). *Ursachenstudie zu Ambivalenzen und Skepsis in Österreich in Bezug auf Wissenschaft und Demokratie*. Institut für Höhere Studien, im Auftrag des BMBWF. [https://pubshop.bmbwf.gv.at/index.php?article\\_id=1](https://pubshop.bmbwf.gv.at/index.php?article_id=1) [letzte Abfrage am 04.01.2024]
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., Crucifix, M., Donges, J. F., Fetzer, I., Lade, S. J., Scheffer, M., Winkelmann, R., Schellnhuber, R., & Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth

- system in the Anthropocene. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 115, 8252–8259.  
doi:10.1073/pnas.1810141115
- UN General Assembly (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, 21 October 2015, A/RES/70/1.  
<https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html> [letzte Abfrage am 04.01.2024]
- UNESCO (2015). *SDG4 – Education 2030*, Incheon Declaration (ID) and Framework for Action. For the Implementation of Sustainable Development Goal 4, Ensure Inclusive and Equitable Quality Education and Promote Lifelong Learning Opportunities for All, ED-2016/WS/28
- Vitone, T., Stofer, K. A., Steininger, M. S., Hulcr, J., Dunn, R., & Lucky, A. (2016). School of ants goes to college: integrating citizen science into the general education classroom increases engagement with science. *Journal of Science Communication*, 15, S. 1–24.  
<https://doi.org/10.22323/2.15010203>
- Weber, E. U. (2010). What shapes perceptions of climate change? *WIREs Clim. Change*, 1, S. 332–342.  
<https://doi.org/10.1002/wcc.41>
- Weigelhofer, G., Pölz, E. M., & Hein, T. (2019). Citizen science: how high school students can provide scientifically sound data in biogeochemical experiments. *Freshwater Science*, 38(2), S. 236–243. <https://doi.org/10.1086/698765>
- Zoellick, B., Nelson, S.J., & Schaffler, M. (2012). Participatory science and education: bringing both views into focus. *Front Ecol Environ*, 10, S. 310–313. doi:10.1890/110277

---

<sup>1</sup> Das FTI Partnerschaftenprojekt „Interdisziplinäres Netzwerk für Wissenschaftsbildung Niederösterreich – gemeinsam das Verständnis für Wissenschaft steigern“ wird von der Gesellschaft für Forschungsförderung Niederösterreich (GFF NÖ) gefördert.