

# LERNEN IN CITIZEN SCIENCE

## DIE AUSWIRKUNGEN UNTERSCHIEDLICHER PARTIZIPATIONSANSÄTZE AUF DIE LERNENDEN

von

Josephine Berndt  
aus Mönchengladbach

Angenommene Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Naturwissenschaften  
Fachbereich 7: Natur- und Umweltwissenschaften  
Universität Koblenz-Landau

Berichterstatter:  
Prof. Dr. Sandra Nitz, Universität Koblenz-Landau  
Prof. Dr. Dirk Felzmann, Universität Koblenz-Landau

Tag der Disputation:  
05.11.2021



# Danksagung

---

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen, die mich während meiner Promotion unterstützt haben, bedanken:

Zuerst möchte ich mich bei meiner Doktormutter Prof. Dr. Sandra Nitz bedanken, die mir die Möglichkeit gab am Lehrstuhl Biologiedidaktik zu promovieren. Liebe Sandra, ich danke Dir für Deine fachliche und persönliche Unterstützung, Deine wertschätzende Begleitung und Deine Rückmeldungen während des Schreibprozesses.

Ich danke Prof. Dr. Dirk Felzmann für seine Betreuung und seinen Ideen zu dieser Arbeit, die mir halfen andere Perspektiven einzunehmen.

Ich danke meinen Kolleginnen und Kollegen der AG Biologiedidaktik, die stets meine Fragen mit mir diskutierten, meine Vorträge Probe hörten und zu allen Späßen bereit waren. Ebenso danke ich meinen Kolleginnen und Kollegen des Instituts für naturwissenschaftliche Bildung, die die Entwicklung meiner Promotion im Kolloquium unterstützt und gefördert haben. Mein Dank gilt auch den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Ökosystemforschungsanlage Eußerthal, vor allem Tanja Joschko möchte ich herzlich für die Kooperation und Unterstützung danken.

Ich bedanke mich auch bei allen Lehrkräften und Schülerinnen und Schüler, die so zahlreich und motiviert an dem Citizen Science Projekt QueichNet teilgenommen haben und mich so bei meiner Promotion unterstützt haben. Ganz besonders möchten ich den Lehrkräften danken, die mir bei der Planung von QueichNet mit Rat und Tat zur Seite standen.

Auch dem Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz, die das Projekt QueichNet finanziell unterstützt haben, gilt mein großer Dank.

Mein ganz besonderer Dank geht an meine Familie und meine Freunde. Ich danke euch für die Unterstützung während der verschiedensten Phasen meiner Promotion. Besonders meinen Korrekturleserinnen und -lesern möchte ich danken: Liebe Anastasia, lieber Papa, liebe Gabi und lieber Marvin: Vielen Dank für eure Rückmeldungen und eure Zeit und Mühe!



# Zusammenfassung

---

Unsere Welt und die technischen und naturwissenschaftlichen Erkenntnisse verändern sich aktuell sehr schnell. Dies betrifft auch die naturwissenschaftliche Forschung und erfordert vermehrten Einsatz der Wissenschaftskommunikation und der Bildung. Ein Instrument der Wissenschaftskommunikation und eine Erweiterung des schulischen Unterrichts kann die Beteiligung von Freiwilligen bei wissenschaftlichen Arbeiten sein, welches auch als Citizen Science (CS) bezeichnet wird. CS Projekte erfreuen sich einer wachsenden Beliebtheit, unter anderem von Schulen (Burger, 2016). Dabei werden unter anderem die Förderung des Kontextwissens, der Scientific Literacy, der Umwelteinstellung und des -verhaltens versprochen (Peter et al., 2019). Interventionsstudien zu den Bildungspotentialen kommen jedoch zu unterschiedlichen Ergebnissen (Gommermann & Monroe, 2012; Turrini et al., 2018). Diese inkonsistenten Ergebnisse der Studien können auf die unterschiedliche Gestaltung der einzelnen evaluierten CS Projekte zurückgeführt werden. Es wird angenommen, dass Teilnehmende, die in mehr Schritten des wissenschaftlichen Prozesses eingebunden werden, ein größeres Bildungspotential haben, als Teilnehmende, die nur in wenige Schritte eingebunden werden (Burger, 2016; Shirk & Bonney, 2018). Bonney, Ballard et al. (2009) haben dazu ein dreistufiges Modell entwickelt. Das Modell wird unter anderem auch von Shirk et al. (2012) und Jordan et al. (2015) unterstützt, ist jedoch bezüglich der Lernwirksamkeit nicht empirisch überprüft (Edwards et al., 2018; Jordan et al., 2015). Deswegen schließt die Forschungsfrage dieser Studie hier an: Unter welchem Partizipationsansatz sind die Lerneffekte in einem CS Projekt am größten für Schülerinnen und Schüler? Um diese Frage zu beantworten, wurde ein CS Projekt mit drei Experimentalgruppen geplant und durchgeführt. Insgesamt nahmen 199 Schülerinnen und Schüler an dem Projekt teil. Innerhalb der Interventionsstudie wurden die Schülerinnen und Schüler zu drei Testzeitpunkten zur Umwelteinstellung und -verhalten, Nature of Science, Einstellung zur Wissenschaft und dem Kontextwissen befragt. Die Analysen über die Messzeitpunkte zeigen keine statistisch signifikanten Einflüsse der Experimentalgruppen auf die abhängigen Variablen. Jedoch ist die Teststärke bei allen Tests zu gering, um abschließende Aussagen über die Annahmen zu treffen. Wird jedoch die generelle Wirkung der Intervention betrachtet, zeigen sich signifikante Effekte auf alle Schülerinnen und Schüler, unter anderem steigt das Verständnis über Nature of Science. Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Schlussfolgerungen von Phillips (2017), Phillips et al. (2019) und Del Bianco (2018) überein, die ebenfalls Zweifel an dem Modell von Bonney, Ballard et al. (2009) äußerten. Innerhalb dieses CS Projektes konnte sich keiner der drei Partizipationsansätze bezüglich des Bildungspotential für Schülerinnen und Schüler hervorheben lassen. Jedoch ist diese Studie unter anderem durch die geringe Teststärke limitiert und endgültige Aussagen bedürfen weiterer systematischer Forschung.



## ABSTRACT

---

Our world and technical and scientific knowledge are currently changing very rapidly. This also affects scientific research and requires an increased use of science communication and education. One instrument of science communication and an extension of school education can be the participation of volunteers in scientific work, which is also called Citizen Science. Citizen Science projects are becoming increasingly popular, including among schools (Burger, 2016). Among other benefits, they promise to expand contextual knowledge, scientific literacy as well as environmental attitudes and behaviour (Peter et al., 2019). However, intervention studies on the educational potential of Citizen Science projects show varying results (Gommermann & Monroe, 2012; Turrini et al., 2018). These inconsistent findings can be attributed to differences in the design of the individual Citizen Science projects that are evaluated. It is assumed that participants who are involved in more stages of the scientific process exhibit greater learning outcomes than participants who are involved in fewer stages (Burger, 2016; Shirk & Bonney, 2018). Bonney, Ballard et al. (2009) have developed a three-step model for this presumption. The model is also supported by Shirk et al. (2012) and Jordan et al. (2015), among others, but has not been empirically tested with regards to learning effectiveness (Edwards et al., 2018; Jordan et al., 2015). Therefore, the research question of this study is: Under which participation approach offers the learning effects in a Citizen Science project greatest for students? To answer this question, a Citizen Science project with three experimental groups was planned and implemented. A total of 199 students participated in the project. During the intervention study, the students' environmental attitudes and behaviour, understanding of Nature of Science, attitudes towards science and contextual knowledge were evaluated at three time points. The analyses across the different measurements show no statistically significant influences of the experimental groups on the dependent variables. However, the statistical power of all tests was too low to draw definite conclusions about the effectiveness of the different participation approaches. Nonetheless, an evaluation of the general effects of the intervention on all students shows significant effects, including an increase in understanding about Nature of Science. These findings concur with previous conclusions of Phillips (2017), Phillips et al. (2019) and Del Bianco (2018) who also expressed doubts about the Bonney, Ballard et al. (2009) model. Within this Citizen Science project, none of the three participation approaches stood out in terms of educational potential for students. However, acknowledging the limitations of this study due to low test power, definitive conclusions about the ideal level of participation in a Citizen Science project require further systematic research.





# INHALT

---

Danksagung .....	I
Zusammenfassung.....	III
Abstract .....	V
1 Einleitung.....	1
2 Theoretischer Hintergrund und Stand der Forschung .....	5
2.1 Citizen Science: Definition und Entwicklung .....	5
2.2 Potenziale von Citizen Science .....	10
2.3 Bildung durch Citizen Science.....	15
2.3.1 Lerntheorien und Citizen Science .....	15
2.3.2 Ableitungen für das Lernen in Citizen Science .....	18
2.4 Scientific Literacy und Citizen Science.....	21
2.4.1 Definition von Scientific Literacy .....	21
2.4.2 Nature of Science und Einstellung zu den Naturwissenschaften.....	23
2.4.3 Förderung von Nature of Science.....	26
2.5 Umweltbildung und Citizen Science.....	29
2.5.1 Definition und Entwicklung der Umweltbildung .....	29
2.5.2 Umwelteinstellung und Umweltverhalten .....	30
2.5.3 Förderung der Umwelteinstellung und des -verhaltens .....	34
2.6 Motivation und Citizen Science.....	36
2.6.1 Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation .....	36
2.6.2 Citizen Science und Motivation .....	39
2.7 Stand der Forschung zu Citizen Science .....	41
2.8 Einteilung von Citizen Science Projekten .....	47
2.8.1 Definition von Partizipation.....	47
2.8.2 Partizipation am wissenschaftlichen Prozess als Kategorisierung .....	48
3 Forschungsfragen und Hypothesen.....	53
4 Material und Methoden .....	57
4.1 Die Intervention.....	58
4.1.1 Das Citizen Science Projekt QueichNet .....	58
4.1.2 Die Gestaltung der Experimentalgruppen.....	59
4.2 Variablen und Erhebungsinstrumente .....	63
4.3 Auswertungsverfahren.....	68

4.3.1	Datenaufbereitung und die Berechnung der deskriptiven Statistik.....	68
4.3.2	Berechnung der statistischen Tests.....	69
4.4	Die Stichprobe .....	71
4.4.1	Planung der Stichprobengröße.....	71
4.4.2	Beschreibung der Stichprobe .....	72
5	Ergebnisse.....	75
5.1	Ergebnisse zu Nature of Science .....	75
5.1.1	Deskriptive Ergebnisse zu NOS.....	75
5.1.2	Ergebnisse der Varianzanalyse zu NOS.....	79
5.1.3	Einfluss von Geschlecht, Schulart und Klassenstufe.....	82
5.2	Ergebnisse zur Einstellung zu den Naturwissenschaften .....	85
5.2.1	Deskriptive Ergebnisse zur Einstellung zu den Naturwissenschaften .....	85
5.2.2	Ergebnisse der Varianzanalyse zur Einstellung zu Naturwissenschaft .....	86
5.2.3	Einfluss von Geschlecht, Schulart und Klassenstufe.....	88
5.3	Ergebnisse zur Umwelteinstellung .....	93
5.3.1	Deskriptive Ergebnisse zur Umwelteinstellung .....	93
5.3.2	Ergebnisse der Varianzanalyse zur Umwelteinstellung.....	94
5.3.3	Einfluss von Geschlecht, Schulart und Klassenstufe.....	95
5.4	Ergebnisse zum Umwelthandeln .....	100
5.4.1	Deskriptive Ergebnisse zum Umwelthandeln (GEB).....	100
5.4.2	Ergebnisse der Varianzanalyse zum Umwelthandeln .....	102
5.4.3	Einfluss von Geschlecht, Schulart und Klassenstufe.....	103
5.5	Ergebnisse zum Fachwissen .....	106
5.5.1	Deskriptive Ergebnisse zum Fachwissen .....	106
5.5.2	Ergebnisse der Varianzanalyse zum Fachwissen.....	107
5.5.3	Einfluss von Geschlecht, Schulart und Klassenstufe.....	107
5.6	Ergebnisse zur Motivation.....	110
5.6.1	Deskriptive Ergebnisse zur Motivation.....	110
5.6.2	Ergebnisse des Einflusses der Experimentalgruppen auf die Motivation .....	111
5.6.3	Einfluss der Motivation auf die anderen Variablen.....	112
5.7	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	116
6	Diskussion.....	121
6.1	Interpretation der Ergebnisse .....	121
6.2	Verortung im Forschungsstand .....	126
6.2.1	Die Typologie nach Bonney .....	126
6.2.2	Citizen Science als generelle Lernquelle.....	129

6.3	Methodische Diskussion und Limitationen dieser Studie .....	134
6.4	Praktische Implikationen.....	137
6.5	Wissenschaftliche Implikationen.....	140
7	Fazit .....	145
	Literaturverzeichnis.....	147
	Abbildungsverzeichnis.....	175
	Tabellenverzeichnis .....	179
	Anhang .....	183
	Lebenslauf .....	319
	Eidesstattliche Erklärung .....	321



# 1 EINLEITUNG

---

Unsere Kultur und unser Leben werden maßgeblich von den Naturwissenschaften und der technischen Weiterentwicklung beeinflusst (Kultusministerkonferenz, 2005). Die menschengemachten Veränderungen im Anthropozän und die hohe Geschwindigkeit dieser Veränderungen verstärken nochmals die Bedeutung der Naturwissenschaften und der technischen Weiterentwicklung (Ardoin et al., 2020; Schneiderhan-Opel & Bogner, 2020a). Forschungsergebnisse hierzu sind komplex, zum Teil widersprüchlich und verändern sich stetig (Wals et al., 2014). Diese anspruchsvollen Ergebnisse müssen jedoch nicht nur mit anderen Wissenschaftlerinnen<sup>1</sup>, sondern auch mit politischen Entscheidungsträgerinnen und mit der gesamten Gesellschaft geteilt werden (Götz-Votteler & Hespers, 2019). Vor allem die Vermittlung dieser speziellen Themen in der Gesellschaft und die Kommunikation mit der Gesellschaft birgt viele Schwierigkeiten und Herausforderungen. Ein jüngeres Instrument, das in der Wissenschaftskommunikation genutzt wird, ist die Teilhabe der Gesellschaft an wissenschaftlichen Projekten (Bruckmeier, 2019). Eine solche Teilhabe kann in vielen verschiedenen Formen stattfinden, zum Beispiel durch die Erhebung von wissenschaftlichen Daten. Diese Projekte werden unter anderem als Citizen Science (CS) Projekte bezeichnet (Buytaert et al., 2014). Hierbei besteht die Möglichkeit, das lebenslange Lernen der Teilnehmenden über die Wissenschaft zu fördern (Bastos et al., 2019). CS Projekte sind grundsätzlich nicht neu, allerdings haben sie in den letzten 20 Jahren durch die Digitalisierung eine rasante Entwicklung und Verbreitung erlebt. Heute engagieren sich mehr Menschen bei Datensammlungen oder anderen wissenschaftlichen Aktivitäten als in der Vergangenheit (Silvertown, 2009). Hierbei besteht nicht nur die Möglichkeit die Wissenschaft in das Leben der Menschen zu rücken und ihre naturwissenschaftliche Grundbildung auszubauen (Richter et al., 2016), sondern es können auch kritische Umweltthemen, wie Luftverschmutzung oder Artensterben in den Fokus der Teilnehmenden gerückt werden (Bruckmeier, 2019; Schneiderhan-Opel & Bogner, 2020b). Somit hat CS nicht nur das Potenzial, ein Instrument der naturwissenschaftlichen Grundbildung zu sein (Hea & Wiggins, 2017; Kelemen-Finan et al., 2013), sondern auch die Umweltbildung zu fördern (Benavides, 2016). Diese Potenziale von CS werden auch zunehmend von Institutionen und Regierungen erkannt und dementsprechend erfahren CS Projekte zur Zeit vermehrt Aufmerksamkeit zum Beispiel von der Europäischen Union (Hecker et al., 2018; Richter et al., 2016).

---

<sup>1</sup> Damit der Text besser zu lesen ist, wird im Folgenden auf die gleichzeitige Verwendung von männlichen und weiblichen Sprachformen verzichtet. Es wird das generische Femininum verwendet, welches für beiderlei Geschlecht gilt.

Neben dem Einsatz von CS in der Gesellschaft kann CS große Potentiale für Schulen und die Lernenden entwickeln (Bracey, 2018; Makuch & Aczel, 2018; Wals et al., 2014). Evans et al. (2005) und Wals et al. (2014) sehen in CS die Chance, den naturwissenschaftlichen Unterricht von Schülerinnen zu erweitern und damit eine bessere Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung und der Umweltbildung zu erzielen. Das Ziel der naturwissenschaftlichen Grundbildung in den Schulen ist es, dass die Schülerinnen in der Schule darauf vorbereitet werden, mit den Erkenntnissen der Wissenschaft umzugehen, wenn sie später als mündige Bürgerinnen in die Gesellschaft eintreten (Kaya & Elster, 2018). Dies wurde auch in den Bildungsstandards für das Fach Biologie von der Kultusministerkonferenz (KMK) festgehalten:

*„Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht dem Individuum eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung“ (Kultusministerkonferenz, 2005, S. 6).*

Die zukünftigen Bürgerinnen sollen darauf vorbereitet werden, informierte Entscheidungen bezüglich naturwissenschaftlicher Problemstellungen zu treffen und so das gesellschaftliche Leben mitgestalten zu können (Rönnebeck et al., 2010). Evans et al. (2005) bemängeln jedoch, dass diese Ziele nur schwer bzw. nicht im traditionellen naturwissenschaftlichen Unterricht erreicht werden können. Hier sehen sie die Chancen von CS, eine bessere Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung zu erreichen. Burger (2016) sieht dieses Potenzial von CS für Schulen vor allem durch die Verbindungsfunktion von Gesellschaft, Politik und Wissenschaft. Die Einbindung von CS in schulische und außerschulische Bildungseinrichtungen steht allerdings noch am Anfang (Bonn et al., 2016). Eine Analyse der Webseite „buergerschaftenwissen.de“, auf welcher deutschsprachige CS Projekte präsentiert werden, hat gezeigt, dass 2016 80 % der Projekte einen Bezug zu den Inhalten der Sekundarstufe I und II hatten (Burger, 2016). Das Thema ist dementsprechend auch für die fachdidaktische Forschung relevant. Es ist bislang zum Beispiel weitestgehend ungeklärt, welche Faktoren innerhalb eines CS Projekts das erfolgreiche Lernen beeinflussen. Bisherige Ergebnisse hierzu beruhen auf anekdotischen Geschichten, einfachen Evaluationsstudien und selten auf systematischer Forschung (Edwards et al., 2018; Turrini et al., 2018; Vallabh, 2017). Dementsprechend gibt es viele Annahmen, aber wenige empirische Untersuchungen (Bela et al., 2016; Bracey, 2018; Phillips, 2017). Für den schulischen Einsatz ist es aber unerlässlich die Nützlichkeit von CS, die Lernerfolge und Entwicklungschancen der Schülerinnen durch CS und damit die erforderlichen Erfolgsfaktoren für CS Projekte besser definieren zu können (Vitone et al., 2016).

Bisherige Annahmen zum Bildungspotential beruhen vor allem auf dem Modell „Leiter der Partizipation“ nach Arnstein (1969), welches Bonney, Ballard et al. (2009) auf den Kontext von CS

übertragen haben. Sie unterscheiden dabei drei Partizipationsstufen und vermuten hierbei, dass eine höhere Teilhabe am wissenschaftlichen Prozess, positivere Effekte auf die Teilnehmenden haben, als wenn diese nur eine geringe Teilhabe haben, zum Beispiel nur in die Datenaufnahme miteinbezogen werden (Bonney, Ballard et al., 2009; Jordan et al., 2015; Shirk et al., 2012). So werden Teilnehmende in Projekten mit niedriger Partizipation sogar als „Data slaves“ bezeichnet, was auch suggeriert, dass diese nicht von einer Teilnahme profitieren (Phillips, 2017, S. 133). Jedoch sind diese Annahmen bisher kaum empirisch gestützt (Edwards et al., 2018; Phillips, 2017; Turrini et al., 2018).

Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, die Auswirkungen unterschiedlicher Partizipationsstufen bei CS Projekten auf die Lernenden zu untersuchen. Die empirisch ermittelten Erkenntnisse sollen dazu genutzt werden, die Bildungspotentiale der Lernenden zu erläutern und diese zu erhöhen. Dazu wurde eine quasi-experimentelle Interventionsstudie innerhalb eines CS Projekts mit drei unterschiedlichen Experimentalgruppen mit verschiedenen Partizipationsstufen durchgeführt.

Die Arbeit gliedert sich in insgesamt sieben Kapitel. Im nächsten, dem **zweiten Kapitel** wird der theoretische Hintergrund dieser Arbeit erläutert. Hierzu wird zuerst die Entwicklung und Definition von CS charakterisiert und in Kapitel 2.2 werden die unterschiedlichen Potenziale von CS erläutert. In Kapitel 2.3 wird der Fokus auf das Bildungspotential gelegt und es wird mittels verschiedener Bildungstheorien das Lernen in CS erklärt und begründet. In den Kapiteln 2.4 und 2.5 werden die Potenziale von CS für die Förderung der Scientific Literacy und für den Einsatz in der Umweltbildung herausgestellt. Da in CS Projekten häufig Freiwillige teilnehmen, wird die Bedeutung der Motivation im sechsten Unterkapitel thematisiert. Der Stand der Forschung zu den Bildungspotentialen von CS wird in Kapitel 2.7 präsentiert. Den Abschluss der theoretischen Betrachtung bildet die Beschreibung von unterschiedlichen Arten und Typologien von CS Projekten, welche Vermutungen bezüglich des Bildungspotentials von CS aufstellen in Kapitel 2.8.

Aufbauend auf die Theorie werden im **dritten Kapitel** die Forschungsfragen und Hypothesen dieser Arbeit hergeleitet und begründet.

Im **vierten Kapitel** „Material und Methoden“ wird das Untersuchungsdesign der vorliegenden Studie vorgestellt. Im ersten Unterkapitel wird das hier untersuchte CS Projekt QueichNet vorgestellt und die Differenzierung der Experimentalgruppen charakterisiert. In Kapitel 4.2 werden die verwendeten Erhebungsinstrumente und die in dieser Studie erzielten Testgütewerte dargestellt. Das Auswertungsverfahren wird in Kapitel 4.3 vorgestellt. Dabei werden sowohl die Kodierung der Daten als auch die deskriptive Analyse sowie die statistische Analyse beschrieben. Den Abschluss des vierten Kapitels bilden sowohl die Erläuterung der Planung des Stichprobenumfangs als auch die Beschreibung der Stichprobe.

Über die Ergebnisse dieser Studie wird in **Kapitel 5** berichtet. Hierbei bezieht sich jedes Unterkapitel auf eine Fragestellung und Hypothese.

Das **Kapitel 6** beinhaltet die abschließende Diskussion. Es werden die Ergebnisse interpretiert und die in Kapitel 3 aufgestellten Hypothesen geprüft. Außerdem werden die Ergebnisse in dem Forschungsstand verortet, die Methodik und die Limitationen dieser Studie diskutiert sowie praktische Implikationen für die Umsetzung künftiger CS Projekte gegeben. Abschließend werden die wissenschaftlichen Implikationen dargestellt und weitere neue Forschungsfragen aufgeworfen, welche sich im Zuge dieser Studie gezeigt haben.

Im Fazit, dem **siebten Kapitel** dieser Arbeit, werden die wichtigsten Erkenntnisse nochmals zusammengefasst und ein Ausblick auf die CS Praxis gegeben.



## 2 THEORETISCHER HINTERGRUND UND STAND DER FORSCHUNG

---

Innerhalb dieses Kapitels wird der theoretische Hintergrund dieser Arbeit dargestellt. Zuerst wird Citizen Science (CS) definiert und die Entwicklung von CS erläutert. In Kapitel 2.2 werden die allgemeinen Potenziale von CS vorgestellt und in Kapitel 2.3 wird das Bildungspotential von CS auf Basis von drei Lerntheorien begründet. Anschließend werden in Kapitel 2.4 und 2.5 die Möglichkeiten von CS für den Einsatz im forschenden Lernen und in der Umweltbildung dargelegt. Danach wird die Bedeutung der Motivation in CS Projekten auf Grundlage der Selbstbestimmungstheorie erörtert und es werden aktuelle Evaluations- und Interventionsstudien zu den Auswirkungen von CS auf die Teilnehmenden vorgestellt. Abschließend werden in Kapitel 2.8 aktuelle Modelle zur Kategorisierung von CS charakterisiert.

### 2.1 CITIZEN SCIENCE: DEFINITION UND ENTWICKLUNG

Die Definitionen zu CS variieren stark, ebenso wie der Name selbst variiert. So kann CS unter anderem als Bürgerwissenschaft, als *Public Participation in Scientific Research* oder auch als *Community Science* bezeichnet werden (Burger, 2016; Buytaert et al., 2014; Shirk et al., 2012). Analog zu der Vielfalt der Namen gibt es auch eine Vielzahl an Definitionen für CS, wobei sie häufig Kritik auf Grund von zu enger oder zu weiter Fassung erfahren (Auerbach et al., 2019; Heigl & Dörler, 2017). Irwin (1995) hat den Begriff als erster in seinem Buch „Citizen Science: A study of People, Expertise and Sustainable Development“ gebildet und definiert.

*“Citizen Science’ [...] conveys both senses of the relationship between science and citizens”  
(Irwin, 1995, S. xi).*

CS bedeutet somit Wissenschaft für die Gesellschaft und Wissenschaft von der Gesellschaft (Irwin, 1995). Irwin bezieht sich dabei vor allem auf den ersten Aspekt, um Wissenschaft für die Allgemeinheit verständlicher und demokratischer zu machen. Bezüglich des zweiten Aspekts betont Irwin den Unterschied zur professionellen Wissenschaft, welcher für ihn in der räumlichen Begrenzung liegt. Die Bürgerinnen sollen durch die Erhebung von lokalen Daten in Bezug zu lokalen Problematiken emanzipiert werden und zum Beispiel befähigt werden, lokalpolitische Entscheidungen mitzutragen (Strasser et al., 2019). In dieser Definition steht insbesondere die Bildung der Teilnehmenden im Vordergrund.

Auf der anderen Seite hat Bonney (1996) CS als öffentliche Beteiligung im wissenschaftlichen Prozess bezeichnet. Dabei arbeiten Mitglieder der Gesellschaft mit professionellen Wissenschaftlerinnen zusammen, um eine große Datenmenge für die Wissenschaftlerinnen zu sammeln oder auszuwerten,

wobei die Partizipierenden auch ihre wissenschaftlichen Fähigkeiten und Kenntnisse erweitern können. Diese Definition geht auf Bonneys Arbeit im Cornell Lab for Ornithology zurück (Eitzel et al., 2017; Haklay, 2018). Auf dieser Erklärung beruht auch die Definition des Oxford English Dictionary, welche den Begriff 2014 erstmals aufnahmen:

*“scientific work undertaken by members of the general public, often in collaboration with or under the direction of professional scientists and scientific institutions” (Oxford English Dictionary, 2014, zitiert nach Phillips, 2017, S. 2)*

Diese Definition stellt jedoch keinen Bezug zu Zielen der Bildung oder der Politik her und hält den Fokus auf den Mehrwert von CS Projekten für die beteiligten Wissenschaftlerinnen.

Ceccaroni et al. (2017) versuchen die beiden Stränge in ihrer Definition zusammenzuführen und kategorisieren CS Projekte in instrumentale und fähigkeitsfördernde Projektarten. In instrumentalen Projekten unterstützen die Teilnehmenden nur in speziellen ausgewählten Teilbereichen die Wissenschaftlerinnen, diese Arten finden vor allem in traditionellen Strukturen statt und deren Ziel ist die wissenschaftliche Arbeit. Fähigkeitsfördernde Projekte werden meist in unkonventionelleren Zusammenstellungen durchgeführt, hierbei ist das Ziel, bestimmte soziale, wissenschaftliche, umweltbezogene oder bildungsbezogene Ergebnisse zu erreichen. Die Definition der Europäischen Citizen Science Association (ECSA) für CS bringt diese Definitionen zusammen und vereint vier Ziele:

*“Citizen science is defined as organised research in which the balance between scientific, educational, societal and policy goals varies across projects” (ECSA, 2017, zitiert nach Vohland & Göbel, 2017, S. 21)*

Hierdurch werden sowohl die Ziele von Irwin als auch von Bonney betrachtet, so dass der

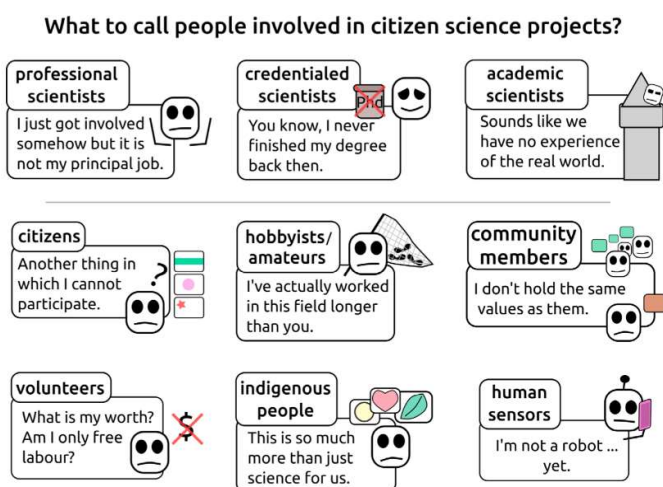


Abbildung 1: Häufig genutzte Bezeichnungen für die Beteiligten in CS Projekten und die oft damit einhergehende negative Interpretation (Quelle: Eitzel et al., 2017, S. 5)

wissenschaftliche Gewinn, die Bildung, Einstellung zur Wissenschaft und die Demokratisierung der Freiwilligen im Kontext von komplexen modernen Problemen betrachtet wird (Eitzel et al., 2017).

In Abbildung 1 sind verschiedene Bezeichnungen für die Akteure in CS Projekten zusammen mit der dazugehörigen Kritik dargestellt. Es wird hervorgehoben, dass die Begriffe für die Akteure sich stark unterscheiden

und auch der Umgang mit diesen in der CS Gemeinschaft nicht einfach und eindeutig ist. Die Abbildung spiegelt auch die Vielfalt der Projekte an sich wieder und den Diskurs, den die Wissenschaftlerinnen in der CS-Gemeinschaft zurzeit über CS erleben. So können sich Teilnehmende in manchen Projekten wie „human sensors“ oder „volunteers“ fühlen (Eitzel et al., 2017) oder werden gar abwertend als „data slaves“ (Datenknechte) bezeichnet (Phillips, 2017, S. 133). Diese Begrifflichkeiten und die CS Projekte dazu können dabei folgender Kritik ausgesetzt werden: Es würde innerhalb dieser Projektarten nur ein einseitiger Dialog von Wissenschaftlerinnen zum Teilnehmenden geführt, es könne zu einer Unterschätzung der Teilnehmenden kommen, wobei ihre ehrenamtliche Arbeit als kostenlose Arbeit gesehen werde, was wiederum als Ausbeutung der Teilnehmenden interpretiert werden könne (Finke, 2014). In dieser Arbeit wird deswegen nicht nur ein Name für die Personen, die bei CS Projekten mitmachen, genutzt, sondern sie werden unter anderem als Teilnehmende, Freiwillige oder auch als Lernende bezeichnet.

### **Entwicklung von CS**

CS ist trotz der jüngeren Definitionen kein neues Phänomen, es ist in den letzten Jahren aber immer populärer geworden und die Anzahl an Projekten und die Vielfalt der Teilnehmenden ist enorm gestiegen (Buytaert et al., 2014; Pandya & Dibner, 2018; Sauer mann et al., 2020). Ursprünge von CS werden zum Beispiel schon bei Darwin, Franklin oder Goethe gesehen, da sie nicht für ihre Arbeit als Wissenschaftlerinnen bezahlt wurden, sondern als Diplomat, Drucker oder Schriftsteller arbeiteten (Silvertown, 2009; Zizka, 2017). Auch innerhalb der Naturschutzbiologie sind Freiwillige von besonderer Bedeutung. So haben unter anderem Christian K. Sprengels (1750-1816) und Joseph Gärtners (1732-1791) wichtige Erkenntnisse im Bereich der Botanik veröffentlicht. Beide gehörten der Berufsgruppe der Lehrkräfte an (Zizka, 2017). Diese historischen Anfänge von CS unterscheiden sich aber von den heutigen, da diese nur den wenigen Privilegierten offen standen und heute potenziell jeder teilnehmen könnte (Silvertown, 2009). Die heutigen Projektformen sind erstmals Ende des 19. Jahrhunderts durch Vereinigungen für Astronomie und Meteorologie entstanden. Ein prominentes Beispiel für die Biodiversitätsforschung ist der in 1900 entstandene Christmas Bird Count, der bis heute jährlich in den USA stattfindet (Dickinson & Bonney, 2012; Sauer mann et al., 2020).

In den letzten 20 Jahren ist die Anzahl an CS Projekten explodiert. Dieser starke Anstieg an Projekten und Teilnehmenden ist nach Silvertown (2009, S. 467) auf folgende drei Gründe zurückzuführen:

- Die einfache Verfügbarkeit von technischen Werkzeugen, um die Informationen zu verbreiten bzw. um Daten einzusammeln, zum Beispiel durch Internet und Smartphones.
- Immer mehr Wissenschaftlerinnen realisieren, dass die Öffentlichkeit eine freie Quelle für Arbeit, Fähigkeiten, Rechenleistung und sogar finanzielle Unterstützung ist. Ein Beispiel ist *Earthwatch*, die Volontäre dafür bezahlen in ihrem Urlaub bei Feldarbeiten mitzuhelfen.

- Durch CS wird die Wissenschaft in die Öffentlichkeit gebracht und erfährt dadurch eine neue Akzeptanz, die potentiell dazu führt, dass die Gelder vom Staat (Steuern) oder von anderen Gruppen für die Forschung nicht gesenkt, sondern eher ansteigen werden.

Trotz der Popularität, welche CS aktuell erfährt, wird die Entwicklung von CS durch verschiedene Hemmnisse behindert. Wyeth et al. (2019) erläutern dazu unter anderem folgende Gründe: Es herrsche eine Skepsis auf Seiten der professionellen Wissenschaftlerinnen, ob die Qualität der erhobenen Daten den wissenschaftlichen Standard erfüllen. Auch wird angezweifelt ob die verwendeten Technologien in CS Projekten, welche häufig extra entwickelte Sensoren und Anwendungen für Smartphones sind, mit der Genauigkeit von Laborgeräten der Wissenschaftlerinnen zu vergleichen sind.

Durch den starken Anstieg an CS in den letzten 20 Jahren und der damit verbundenen Kritik der Ausbeutung der Freiwilligen (Finke, 2014), wurden unter anderem 2015 zehn Prinzipien von CS aufgestellt (Robinson et al., 2018), Qualitätskriterien entwickelt (Heigl et al., 2019) und Charakteristika von CS festgelegt (Haklay et al., 2020). Die zehn Prinzipien wurden von der ECSA für CS 2015 aufgestellt und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Bürgerinnen werden aktiv in wissenschaftliche Projekte miteinbezogen. Dabei entsteht neues Wissen.
2. Die Ergebnisse der CS Projekte sind wissenschaftlich und können zum Beispiel zu Beiträgen im Naturschutz oder in der Umweltpolitik führen.
3. Alle Beteiligten innerhalb eines CS Projekts profitieren von der Teilnahme bzw. von der Organisation.
4. Die Freiwilligen können bei Interesse an unterschiedlichen Schritten des wissenschaftlichen Prozesses teilnehmen.
5. Die Freiwilligen bekommen Rückmeldungen von dem Projekt, wie die Daten zum Beispiel genutzt werden oder ob Publikationen entstanden sind.
6. Die Limitationen und Effekte durch CS müssen beachtet und kontrolliert werden.
7. Die erhobenen Daten und entstandenen Publikationen sollen, wenn möglich, frei verfügbar sein.
8. Den Freiwilligen soll in den entstandenen Arbeiten gedankt werden.
9. Eine Evaluierung des Projekts bezieht sich auf folgende Aspekte: wissenschaftliche Ergebnisse, Datenqualität, Mehrwert für die Freiwilligen und gesellschaftlichen Wirkung.
10. Legale und ethische Faktoren, zum Beispiel geistiges Eigentum und Urheberrechte, werden beachtet (European Citizen Science Association [ECSA], 2015; Robinson et al., 2018).

In Österreich sind durch die Diskussion um die Definition von CS 20 Qualitätskriterien für CS Projekte entstanden. (Heigl et al., 2019). Die 20 Kriterien lassen sich diesen sechs Kategorien zuordnen: Wissenschaftlicher Standard, Zusammenarbeit, Open Science, Kommunikation, Ethik, Datenmanagement (Heigl et al., 2018). Auerbach et al. (2019) wiederum betrachten den Diskurs um Qualitätsstandards als einen ausschließenden Ansatz kritisch. Sie sehen darin eine Barriere für kreative, innovative und von der Gesellschaft ausgehende CS Projekte, vor allem wenn sich Organisationen und Geldgeber danach richten. Konträr zu den ausschließenden Standards treten sie für Kollaboration unter den Akteuren ein unter der Prämisse, dass Transparenz über die Aktivitäten, zum Beispiel über die Datensammlung, herrscht.

Das Forschungsfeld CS ist dementsprechend sehr vielfältig und befindet sich in einem aktuellen Diskurs über die Inhalte und Praktiken. Im Folgenden Kapitel werden die Potenziale von CS erläutert, die in den Definitionen schon angeklungen sind.

## 2.2 POTENZIALE VON CITIZEN SCIENCE

CS kann, wie in den Definitionen genannt wurde, die Wissenschaft zum Beispiel durch große Datenmengen unterstützen. CS ist jedoch nicht nur auf das wissenschaftliche Potenzial beschränkt, es gibt, wie in Abbildung 2 zu sehen ist, auch Potenziale im Bereich des Sozialem, der strukturellen Entwicklung und der Bildung (Bonney et al., 2016; Richter et al., 2018).

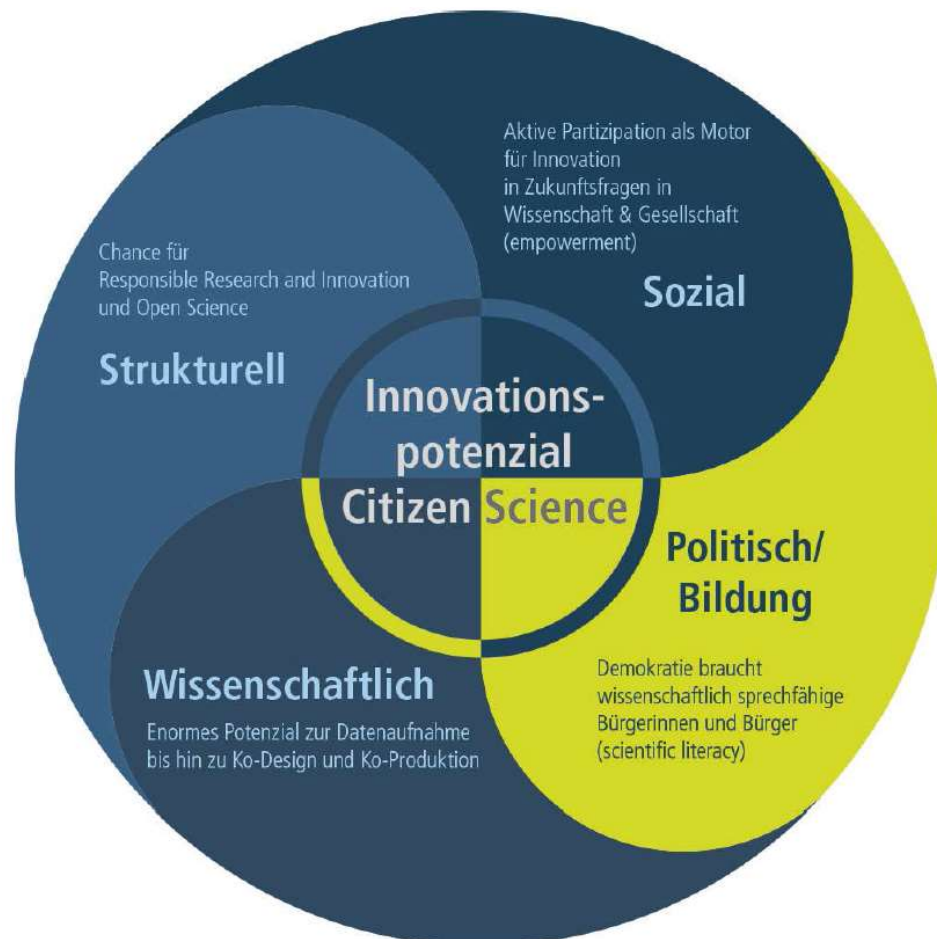


Abbildung 2: Innovationspotenziale von CS (Quelle: Richter et al., 2018, S. 2)

Das **wissenschaftliche Potenzial** von CS liegt vor allem in dem Gewinn an Daten für die Wissenschaftlerinnen. Der Gewinn von Daten ist dabei auch idealerweise kostengünstig durch die Vielzahl an Freiwilligen, die die Daten erheben. Auch bieten CS Projekte oft die Möglichkeit, Daten über lange Zeiträume und über eine große räumliche Skala zu erheben (Dickinson et al., 2010; Skarlatidou et al., 2019). Ein Beispiel ist der bereits erwähnte Christmas Bird Count, der in der gesamten USA seit über 100 Jahren stattfindet und an dem jährlich bis zu 80.000 Personen teilnehmen (Cohn, 2008; Dickinson et al., 2010).

Bei der Datenerhebung können den Freiwilligen jedoch Fehler unterlaufen, weshalb die Datenqualität bei CS Projekten häufig kritisiert wird (Devictor et al., 2010). Bei Tier- oder Pflanzenbestimmungen können Arten falsch bestimmt werden, Vorkommen nicht korrekt notiert werden oder falsche räumliche Daten übermittelt werden (Altwegg & Nichols, 2019). Organisatorinnen von CS Projekten können Fehlerrisiken vermindern, in dem sie die Datenaufnahme, die Datenweitergabe und auch eine Datenprüfung genau planen und evaluieren. Für die Datenaufnahme und -weitergabe sollten einfache und sichere Aufnahmebögen oder digitale Formulare verwendet werden, die gut erläutert werden (Devictor et al., 2010; Newman et al., 2012; Silvertown, 2009). Eine Prüfung der Daten nach dem Einsenden kann zum Beispiel über Filter stattfinden, wie sie von Bonter und Cooper (2012) anhand des Projekts *FeederWatch* dargestellt wurden.

Das **strukturelle Potenzial** von CS wird vor allem in *Responsible Research and Innovation* sowie in *Open Science* gesehen. Beides sind Bewegungen innerhalb der Wissenschaft, die diese öffentlicher und gerechter machen wollen. (Haklay, 2015; Richter et al., 2018) In Abbildung 3 sind die Beziehungen von diesen drei Konzepten grafisch dargestellt.

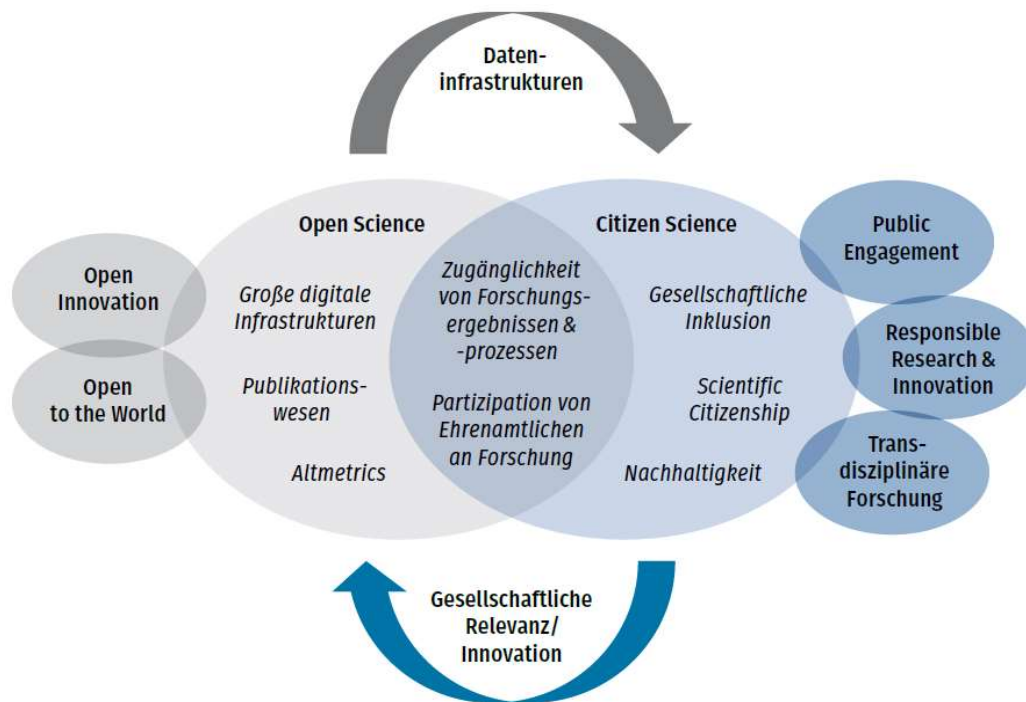


Abbildung 3: Beziehungen von den Konzepten Citizen Science, Open Science und Responsible Research and Innovation (Quelle: Vohland & Göbel, 2017, S. 22)

Open Science bezeichnet ein neues Paradigma, wie Forschung kommuniziert werden sollte (Vohland & Göbel, 2017). Hierbei liegt ein großer Schwerpunkt auf *Open Access*, freie Verfügbarkeit, von Werkzeugen, Forschungsschritten, Daten und Publikationen (Hecker et al., 2018; Peters & Besley, 2019). Durch Digitalisierungsmaßnahmen wie eine Open Science Cloud soll die Wissenschaft

transparenter und effizienter werden. Auch die Leistungsbemessung der Forschenden soll durch Open Data revolutioniert werden. Bei einem Vergleich mit CS fällt auf, dass bei CS der Fokus auf der Öffnung der Wissenschaft für eine Beteiligung der Öffentlichkeit liegt (Vohland & Göbel, 2017). Bei Open Science liegt der Fokus der Öffnung auf der transparenten Darstellung der Prozesse und Ergebnisse und ist somit ein Teilziel von CS (Haklay, 2015; Hecker et al., 2018), was auch die Integration von Open Science in die Prinzipien von CS zeigt (Heigl et al., 2018; Robinson et al., 2018).

Das Konzept *Responsible Research and Innovation* (RRI) umfasst inhaltlich unter anderem öffentliche Beteiligung, Gerechtigkeit zwischen den Geschlechtern, Bildung und Governance. RRI hat als Ziel Wissenschaft und Innovation an die Werte der Gesellschaft zur Beantwortung der sozialen und ökologischen Zukunftsfragen anzupassen. Zwischen RRI und CS zeigen sich einige Überschneidungen, aber auch Unterschiede. CS Projekte, die vor allem die Teilnehmenden als „human sensors“ (siehe Abbildung 1) betrachten und nicht als Partnerinnen, sind nur bedingt mit RRI in Einklang zu bringen. Überschneidungen mit RRI sind vor allem bei CS Projekten zu finden, die die Teilnehmenden in viele Facetten des wissenschaftlichen Arbeitens einbeziehen. Hierdurch können sich sowohl die Institutionen als auch die Teilnehmenden zu verantwortungsbewussten Vertretern weiterentwickeln und zu sozial-wissenschaftlichen Fragestellungen Lösungen generieren (Smallmann, 2018).

Das **soziale Potenzial** von CS ist eine "*Aktive Partizipation als Motor der Innovation in Zukunftsfragen in Wissenschaft und Gesellschaft*" (Richter et al., 2018, S. 2). Durch die öffentliche Partizipation in CS beschäftigen sich die Teilnehmenden mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Themen, die für die Gesellschaft eine Bedeutung haben. Gleichmaßen kann die Partizipation der Öffentlichkeit und eine Fokussierung auf Themen, die für diese relevant sind, dazu beitragen, dass diese Themen verstärkt in den Fokus der Wissenschaft rücken (Shirk & Bonney, 2018). Dadurch werden die Teilnehmenden befähigt sich auch in Entscheidungsprozessen und in politisch relevanten Diskussionen zu engagieren (Conrad & Hilchey, 2011; Turrini et al., 2018). Dies hat nicht nur Auswirkungen auf der individuellen Ebene, sondern kann auch zu systematischen Verbesserungen auf den Ebenen von Institutionen, Organisationen und Gesellschaften führen. So werden zum Beispiel politische Entscheidungen häufig ohne entsprechende Datengrundlage getroffen. Hierbei haben CS Projekte die Möglichkeit, Daten durch Freiwillige zu erheben, dadurch Datenlücken zu schließen und informierte (politische oder individuelle) Entscheidungen und Gesetze zu fördern (Shirk & Bonney, 2018).

Studien zu den sozialen Auswirkungen haben unter anderem gezeigt, dass Teilnehmende von CS Projekten aktivere Rollen in der Gesellschaft einnehmen, dass sie die Umwelt vermehrt schützen, dass sie für mehr Beteiligung in der Demokratie eintreten und dass sie das lokale Wissen durch CS für mehr Umweltgerechtigkeit einsetzen, zum Beispiel im Kampf gegen die Auswirkungen von Fracking (Nascimento et al., 2018). Vor allem im Bereich des Umweltschutzes und -managements von



Schutzgebieten hat CS sehr großes soziales Potenzial (Ballard et al., 2018; McKinley et al., 2017). Danielsen et al. (2018) sehen außerdem großes Potential für indigene Völker durch CS. Diese gehören zu den am stärksten ausgegrenzten Gruppierungen und können durch CS an Entscheidungsprozessen mitwirken. Limitiert wird das Empowering von CS Projekten durch anhaltenden Zweifel von wissenschaftlicher und staatlicher Seite über die erhobene Datenqualität (Nascimento et al., 2018).

Richter et al. (2018, S. 2) formuliert das **Potenzial für Bildung und Politik** wie folgt: *"Demokratie braucht wissenschaftlich sprechfähige Bürgerinnen und Bürger."* Hierbei bezieht sich Richter vor allem auf die Förderung der Scientific Literacy (SL), welche im deutschen Sprachgebrauch auch als naturwissenschaftliche Grundbildung bezeichnet wird (Baumert et al., 2003) und in Kapitel 2.4 weiter ausgeführt wird. Neben einer Förderung der SL wird in ökologischen CS Projekten auch ein großes Potenzial für die Umweltbildung angenommen (Richter et al., 2016; Turrini et al., 2018; Wals et al., 2014), welches in Kapitel 2.5 vertieft wird.

Daneben bietet CS aber auch die Möglichkeit, weitere Aspekte zu fördern. Nach Phillips et al. (2014), Phillips (2017) und Phillips et al. (2018) können folgende sechs Aspekte in einem CS Projekt gefördert werden, wie in Abbildung 4 zusammengefasst ist:

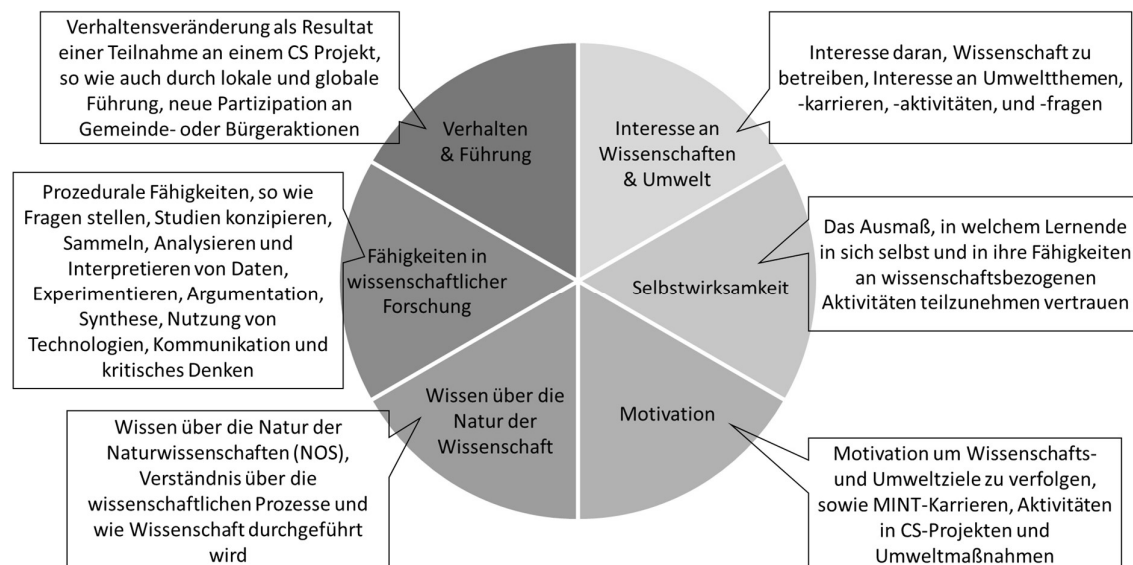


Abbildung 4: Konzeptuelles Modell um individuelle Lernergebnisse zu evaluieren (Quelle: Phillips et al., 2018, S. 7, verändert)

- Das **Interesse** für Naturwissenschaften und Umweltthemen, für naturwissenschaftliche Karrieren oder Aktivitäten kann anwachsen.
- Durch eine Teilnahme kann die **Selbstwirksamkeit**, das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten unterstützt werden.
- Die **Motivation** wissenschaftliche oder umweltwissenschaftliche Karrieren oder Anliegen zu vertreten kann gefördert werden.

- Das **Wissen** über das Wesen der Naturwissenschaften und über den wissenschaftlichen Prozess kann durch die Teilnahme eines CS Projekts vertieft werden.
- Die **Fähigkeiten** des wissenschaftlichen Arbeitens wie das Stellen von Fragen, Sammeln oder Analysieren von Daten kann geübt werden.
- Durch eine Teilnahme können die Teilnehmenden ermutigt und befähigt werden ihr **Verhalten** zu ändern und für ihre Rechte einzutreten.

Diese Lernergebnisse bei CS Projekten begründet Phillips (2017) mit Verweis auf drei Lerntheorien, welche in Kapitel 2.3 erläutert werden. Neben diesem Modell identifiziert Shirk et al. (2012) ähnliche Bildungspotentiale wie neue Fertigkeiten, verbessertes Verständnis des wissenschaftlichen Prozesses, verstärkte Ortsverbundenheit, die Möglichkeit, Naturbeziehungen zu verbessern, und wachsendes Kontextwissen, verbesserte SL sowie mehr Verständnis über das Wesen der Naturwissenschaften als Folge von Teilnahmen in CS Projekten. Bonney, Ballard et al. (2009) nennen vier Aspekte, die durch CS Projekte gefördert werden können. Dazu gehören das Bewusstsein und Wissen über den jeweiligen Kontext, das Interesse und Engagement an und in der Wissenschaft, die Fähigkeiten, die gefördert werden, zum Beispiel das Bestimmen von Insekten, und verbesserte Einstellungen und verändertes Verhalten hinsichtlich Wissenschaft und Umwelt. Nach Jordan, Ballard und Phillips (2012) kann das Bewusstsein und das Wissen über Ökologie, das Verstehen des wissenschaftlichen Prozesses, das Interesse und Engagement für Wissenschaft und Natur, die Motivation an Aktionen oder Projekten teilzunehmen, Fähigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens, die Umweltverantwortung und das Verhalten sowie die wissenschaftliche und ökologische Identität durch die Teilnahme wachsen und sich verbessern. Auswirkungen, die speziell auf Kinder ausgerichtet sind, nennen Makuch und Aczel (2018). Dabei hat CS das Potenzial, Kindern Wissen über die Umwelt, die Ökologie, einzelne Arten und naturwissenschaftliche Probleme beizubringen und das Verständnis für die Wissenschaften zu wecken. Auch können Kinder durch positive Erfahrungen und Aktivitäten eine Verbindung zur Natur aufbauen und gleichzeitig können Outdoor-Aktivitäten die mentale und physische Gesundheit positiv fördern.

In den folgenden Kapiteln wird zuerst begründet warum in CS Projekten überhaupt gelernt werden kann. Hierfür werden drei Lerntheorien in Kapitel 2.3 erläutert. Im abschließenden Teilkapitel 2.3.4 werden dann Ableitungen für das Lernen in CS Projekten dargestellt. In Kapitel 2.4 wird die Förderung der SL in Form von Nature of Science und der Einstellung theoriegeleitet erläutert und in Kapitel 2.5 die Ziele und Facetten der Umweltbildung detailliert definiert. Die Motivation als Theorie und in Bezug auf CS werden in Kapitel 2.6 skizziert.

## 2.3 BILDUNG DURCH CITIZEN SCIENCE

CS wird in vielen Publikationen eine Auswirkung auf die Teilnehmenden nachgesagt. Jedoch gibt es bisher kaum Forschung, wie und wann in CS Projekten gelernt wird und was genau die Teilnehmenden lernen (Edwards et al., 2018). Innerhalb dieses Kapitels werden soziokulturelle Theorien vorgestellt, die das Lernen in CS erklären können. Diese Theorien werden als Basis herangezogen, um Lernen in CS begründen zu können. Innerhalb dieser Studie wurden sie aber nicht weiter untersucht. Im letzten Teilkapitel werden Schlussfolgerungen auf das Lernen in CS Projekten gezogen, die sich auch auf aktuelle Ergebnisse stützen.

### 2.3.1 Lerntheorien und Citizen Science

Im Folgenden werden die Tätigkeitstheorie, die Theorie des erfahrungsbasierten Lernens und die Theorie des situierten Lernens kurz vorgestellt und in Zusammenhang mit CS gebracht.

Die **Tätigkeitstheorie** ist ein elementarer Bestandteil der kulturhistorischen Schule der 20er Jahre im letzten Jahrhundert. Sie basiert unter anderem auf Annahmen von Marx und Hegel und wurde unter anderem von Vygotsky, Lurija und Leontyev entwickelt (Engeström, 1987; Giest & Lompscher, 2004; Hemmecke, 2012; Plakitsi, 2013). Vygotski (1978) und Leontyev (1982) vertreten die Annahme, dass Menschen sich die Welt durch Tätigkeiten erschließen. Die Tätigkeit dient hierbei als Vermittler zwischen dem Subjekt und dem Objekt. Das Subjekt ist dabei zum Beispiel das Bewusstsein des Menschen. Es eignet sich das Objekt, die Erschließung der Welt, durch die Tätigkeit an. Die Tätigkeit umfasst dabei drei Kennzeichen: Die Tätigkeit ist ein aktiver Prozess, der das Subjekt und die Welt verbindet. Es gibt innere, also geistige und äußere, also praktische Tätigkeiten. Zu den inneren Tätigkeiten zählt zum Beispiel das Denken. Durch die Tätigkeit, bzw. Arbeit bilden sich Beziehungen zwischen Menschen und dieses ist elementar für die Bildung der Gesellschaft. Dabei ist die Arbeit immer frei und bewusst (Hemmecke, 2012). Das Subjekt ist nicht auf das Bewusstsein des Individuums beschränkt, es werden auch Gruppen mit dieser Theorie untersucht (Phillips, 2017). Eine besondere Rolle nimmt bei Leontyev (2005) die Motivation der Subjekte ein, da das Motiv der Tätigkeit einen Sinn geben soll. Durch unterschiedliche Motive kann die an sich gleiche Tätigkeit unterschiedlich umgesetzt werden und damit unterschiedliche Ergebnisse oder Reaktionen hervorrufen (Hemmecke, 2012). Die Motive müssen den Personen jedoch nicht unbedingt bewusst sein, oft sind ihnen nur die Ziele bewusst. Vor allem Kinder sind sich ihrer Motive nicht bewusst, das Bewusstwerden der Motive erst im Verlauf der weiteren Persönlichkeitsentwicklung innerhalb der Schulzeit entsteht und es entwickelt sich lebenslang weiter (Leontyev, 1975/1982).

Auch um das Lernen in CS zu beschreiben, bietet die Tätigkeitstheorie viele Möglichkeiten (Engeström, 2017; Pandya & Dibner, 2018; Phillips et al., 2019). Hierbei werden die unterschiedlichen Akteurinnen eines CS Projekts in Verbindung mit den Tätigkeiten, die sie ausüben, betrachtet. Dabei können durch

die Tätigkeitstheorie nicht nur die Lernprozesse untersucht werden, sondern auch die Entwicklung des Projekts und die daraus entstehenden Veränderungen bei allen Beteiligten des Systems, wie zum Beispiel auf Seiten der Wissenschaftlerinnen oder Technikerinnen (Phillips, 2017). Angewendet wurde die Tätigkeitstheorie unter anderem von Roth und Lee (2004), um ein CS Projekt mit Schülerinnen in Bezug auf die Veränderung der SL zu evaluieren und von Vallabh et al. (2016) und Vallabh (2017), welche das Lernpotenzial von CS in ruralen Gebieten Südafrikas auf Grundlage dieser Theorie untersucht haben.

Die Theorie zum **erfahrungsbasierten Lernen** (*experiential learning theory*, kurz ELT) geht auf John Dewey (1859-1952) zurück, welcher die Theorie in seinen zwei Werken „Democracy and Education“ (1916) und „Experience and Education“ (1938) darlegte (Thönnessen, 2016, S. 15–16). Dewey revolutionierte mit seiner Theorie vor allem die schulische Bildung in den USA und verschob den Fokus vom lehrerzentrierten Unterricht auf die einzelnen Schülerinnen und ihre Erfahrungen (Neubert, 2004). Dabei ist die ELT eine ganzheitliche Lerntheorie: Sie steht für lebenslanges Lernen, von der Schulzeit bis zur Rentenzeit und ist für alle Organisationsebenen als Lerntheorie anwendbar (Kolb & Kolb, 2017; Neubert, 2004). Bei der Theorie des erfahrungsbasierten Lernens wird das Lernen durch ein Zusammenspiel von Erfahrung und Reflexion dargestellt (Miettinen, 2000).

*„Ein Gramm Erfahrung ist besser als eine Tonne Theorie, einfach deswegen, weil jede Theorie nur in der Erfahrung lebendige und der Nachprüfung zugängliche Bedeutung hat.“* (Dewey, 1916/2000, S. 193; zitiert nach Thönnessen, 2016, S. 16).

Dabei ist die Reflexion über die Erfahrungen ein unabdingbarer Bestandteil des Lernens. Im Sinne der ELT nach Dewey sind zwei Aspekte von besonderer Bedeutung: Die Kontinuität und die Wechselwirkung. Unter der Kontinuität wird dabei das lebenslange Lernen und die Zukunftsorientierung des Lernens verstanden. Die Wechselwirkung kann auch als "situiertes Lernen" bezeichnet werden und bezieht sich auf das Lernen in der Realität, bzw. an realen Kontexten (Thönnessen, 2016). Insgesamt bietet das ELT durch die realitätsnahe und aktive Gestaltung der Lernmöglichkeit drei Vorteile für die Lernenden: Die Relevanz des Themas ist für die Lernenden sichtbar, durch den Anwendungsbezug ist das Wissen bei den Lernenden langfristiger verfügbar und die Lernenden weisen einen höheren Einsatz und mehr Motivation auf (Thönnessen, 2016). Viele neuere Theorien wie das problembasierte Lernen, das Service Learning oder das forschende Lernen sind auf Grundlage der ELT entstanden (Reinders, 2016; Thönnessen, 2016).

Auch innerhalb von CS kann die erfahrungsbasierte Lerntheorie das Lernen erklären und wurde in verschiedenen Studien bereits angewendet (unter anderem von Brossard et al., 2005; Groulx et al., 2017). Brossard et al. (2005) hat diese Theorie angewendet, um die Erfahrungen, das Wissen und die Einstellungen von den Teilnehmenden des *Birdhouse Network* zu erheben. Die ELT ist geeignet, um das

Lernen in CS zu erklären, da auch hier die Aktion in der Realität der Teilnehmenden im Fokus steht (Phillips, 2017; Phillips et al., 2019).

Die Theorie des **situierten Lernens** (*situated learning theory*, kurz SLT) besagt, dass Lernprozesse nicht ohne die soziale Situation betrachtet werden können, in der diese Prozesse stattfinden (Liefländer et al., 2015). Dabei ist das Lernen ein aktiver und selbstorganisierter Prozess. Dementsprechend gliedert sich diese Theorie in den Konstruktivismus ein (Fölling-Albers et al., 2004; Gerstenmaier & Mandl, 2001). SLT geht auf verschiedene Autoren wie Jean Lave, Barbara Rogoff, James Greeno und Lauren Resnick zurück, die sich in ihren basalen Annahmen zum Teil stark unterscheiden. So stellt Lave heraus, dass Lernen besser im dialektischen Prozess in Gruppen erklärt werden kann als über reine kognitiven Ansätze. Hierbei betont er die *Community of Practice*, welche im weiteren Verlauf noch genauer dargestellt wird. Rogoff wiederum unterstreicht die Bedeutung des sozialen Milieus, in dem der Lernprozess eingebettet ist (Mandl et al., 1995). Greeno fokussiert sich auf die Anregungs- und Restriktionsbedingungen, die *affordances* und *constraints* von situierten Lernumgebungen (Gerstenmaier & Mandl, 2001). Für Resnick müssen kognitive Prozesse immer im sozialen Austausch stattfinden und sie kritisiert, dass Schülerinnen situierte Lernprozesse in der Schule selten auf außerschulische Themen übertragen können (Mandl et al., 1995). Um dieses Risiko zu verringern, soll die Multiperspektivität in den Lernumgebungen erhöht werden, die Kontexte sollen wechseln und flexibler angewendet werden (Fölling-Albers et al., 2004). Daneben sind die Lernumgebungen durch komplexe Ausgangsprobleme, der Authentizität und Situietheit, der Artikulation und Reflexion sowie des Lernens im sozialen Austausch charakterisiert (Mandl et al., 1995).

Die Theorie des situierten Lernens wird von Lave und Wenger 1991 zusätzlich um die *Community of Practice* (CoP) erweitert. Innerhalb dieser Gemeinschaft an Personen, die sich mit denselben Kontexten beschäftigen, wird miteinander und voneinander gelernt (Lave, 1991). Eine CoP kann anhand von drei Kriterien nach Wenger (2000) definiert werden:

1. **Thematik:** Es ist ein gemeinsames Projekt zu einem Thema, dass die Mitglieder ständig weiterentwickeln (Wenger, 2010). Die Thematik wird auch als Domäne bezeichnet und zeichnet sich auch durch das starke Interesse der Teilnehmenden daran aus (Snyder & Wenger, 2010).
2. **Gemeinschaft:** Die soziale Gruppe bildet sich durch die Beziehungen, die durch das gegenseitige Engagement entstehen (Wenger, 2000). Dabei zeichnen sich ihre Mitglieder durch unterschiedliche Perspektiven und Herangehensweisen aus. Auch der Zusammenhalt der Gruppe und eine effektive Führung (Snyder & Wenger, 2010) sowie Vertrauen und Respekt untereinander sind wichtig für den Erfolg der Gemeinschaft (Oliver et al., 2018).

3. Produkt: Die Gruppe bildet gemeinschaftliche Ressourcen wie Artefakte, Routinen oder Vokabeln (Wenger, 2000). Dies geschieht durch das Teilen und die Weiterentwicklung des Wissens. Dabei spielen unterschiedliche Praktiken und Aktivitäten der Gruppe eine wichtige Rolle (Snyder & Wenger, 2010).

Die Theorie des situierten Lernens und der CoP eignet sich dementsprechend um Lernen in CS Projekten zu, da durch die Praxis in CS Projekten und den Austausch mit anderen Teilnehmenden die Bedingungen der Theorien erfüllt werden (Pandya & Dibner, 2018; Phillips, 2017; Phillips et al., 2019). Die Theorie des situierten Lernens wurde unter anderem von Raddick et al. (2009) in der bei dem Projekt *Zooniverse* angewendet, wobei er das Wissen und Engagement von Teilnehmende eines Online-Astronomie-Projekts studierte. Ballard et al. (2008) und Jackson et al. (2015) haben innerhalb ihrer Studien die Theorie der CoP angewandt. Dabei wurden innerhalb eines CS Projekts das Zusammenwirken von Wissenschaftlerinnen, Försterinnen und Bäuerinnen erforscht und welche Folgen diese Gemeinschaft auf das Lernen über die Umwelt hatte (Ballard et al., 2008). Auch die Online-Community des Projekts *Zooniverse Planet Hunters* wurde mittels Interviews bezüglich ihrer Identitätsveränderung durch die Gemeinschaft befragt (Jackson et al., 2015). Auch Koomen et al. (2018) nutzten als Grundlage ihrer Studie die Theorie nach Lave und Wenger, um CS und Science Fair Projekte mit Schülerinnen zu analysieren.

### 2.3.2 Ableitungen für das Lernen in Citizen Science

Die zuvor erläuterten Theorien sind eine Auswahl an Theorien, die das Lernen in CS erklären können. Sie können zeigen, wie und wann das Lernen in CS besonders effektiv ist, und können bei der Planung eines CS Projekts berücksichtigt werden (Phillips, 2017). In Abbildung 5 ist ein Modell dargestellt, welches die Auswirkungen einer Teilnahme auf die Teilnehmenden grafisch darstellt. Die Abbildung ist angelehnt an das "Outcome Approach Modell" und kann auf alle Projekte angewendet werden. Unter dem Input werden alle Ressourcen, die notwendig sind, um ein Projekt zu planen und durchzuführen, aufgefasst. Die Aktivitäten umfassen Schritte des wissenschaftlichen Prozesses von der Fragestellung bis zur Diskussion. Bei den meisten CS Projekten nehmen die Teilnehmenden nur an der Datensammlung teil. Dieser Schritt ist in der Abbildung farblich hervorgehoben. Unter den Outputs werden vor allem die kurzfristigen Ergebnisse der Aktivitäten dargestellt, wie zum Beispiel die gemachten Erfahrungen der Teilnehmenden. Die Outcomes beschreiben kurz- und langfristige Ziele der CS Projekte, die sich aus den Outputs ergeben, und die Impacts sind langfristige Ziele, welche gesellschaftsrelevant, aber auch schwierig zu messen sind (Phillips et al., 2012).

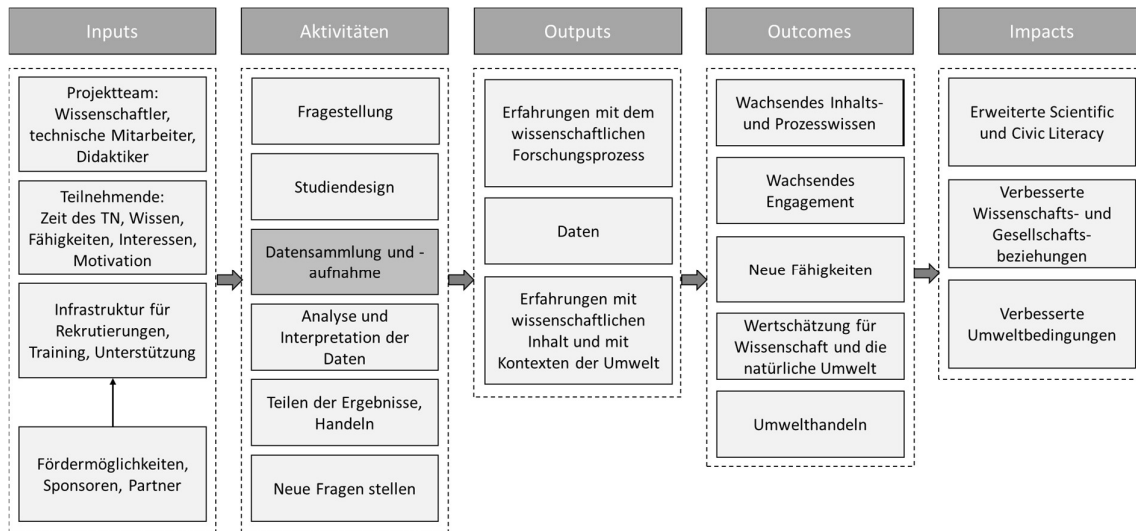


Abbildung 5: Modell, das die Auswirkungen auf die Teilnehmenden in CS Projekten darstellt (Quelle: Phillips et al., 2012, S. 87, verändert)

Pandya und Dibner (2018) führen drei Kategorien an, die das Lernen in CS unterstützen. Der wissenschaftliche Kontext unterstützt das Lernen über den jeweiligen Kontext und über das wissenschaftliche Arbeiten. Durch die Tätigkeiten innerhalb der CS Projekte können die Teilnehmenden Wissen aufbauen. Hierzu stützen sie sich auf die Tätigkeitstheorie. Durch unterschiedliche Partizipationsformen und Projektarten machen die Teilnehmenden unterschiedliche Erfahrungen und generieren somit unterschiedliche Lernergebnisse. Die Gestaltung der Projekte, zum Beispiel die technologischen und sozialen Strukturen, können das Lernen in CS stark unterstützen. Hierbei verweisen sie auch auf die CoP, welche durch verschiedene CS Arten entstehen können und welche das Lernen besonders fördern können (Pandya & Dibner, 2018).

In CS Projekten wird häufig zwischen informellen und formalen Lernbedingungen unterschieden. Dabei beziehen sich informelle Lernbedingungen auf außerschulische und formale Lernbedingungen auf schulische Kontexte (Bracey, 2018; Pandya & Dibner, 2018). Sie sind dabei häufiger bei außerschulischen Aktivitäten zu finden als im schulischen Kontext, wobei aber gerade hier große Potenziale zur Diversifizierung der Teilnehmenden liegen (Vitone et al., 2016). Ballard, Dixon und Harris (2017, S. 66) definieren CS mit Jugendlichen wie folgt:

*"[...] activities by youth that produce data or results disseminated to and useable by professional scientists, agencies and/or managers."*

Die Organisatorinnen von CS Projekten versprechen große positive Auswirkungen auf die teilnehmenden Jugendlichen und Kinder wie auch auf die beteiligten Erwachsenen. Leider sind jedoch vor allem die Forschungsergebnisse zu den Lernerfolgen bei Jugendlichen und Kindern bislang noch sehr gering (Ballard, Dixon & Harris, 2017; Edwards, 2015; Turrini et al., 2018).

Neben den Potenzialen zur Diversifizierung der Teilnehmenden haben CS Projekte an formalen Lernorten, zum Beispiel der Schule, einen wichtigen weiteren Unterschied zu informellen Lernorten. So nehmen die Teilnehmenden in schulischen CS Projekten nicht freiwillig teil, sondern weil die Klasse oder der Kurs teilnimmt und die Lehrkraft oder die Schuldirektorin dies vorgibt (Eitzel et al., 2017). Trotzdem können auch in Schulen CoP durch CS entstehen wie Koomen et al. (2018) und Phillips (2017) darstellen. In vielen CS Projekte bilden sich durch die Freiwilligkeit vor allem homogene Gruppen aus gebildeten und bereits motivierten Personen (Sauer mann et al., 2020), wobei männliche Teilnehmenden häufig in der Überzahl sind und die meisten Personen weiß sind (Herodotou et al., 2020). Durch die Öffnung von CS Projekten für Schulen werden auch andere Personengruppen erreicht, die sonst nicht teilnehmen würden (Herodotou et al., 2018; Vitone et al., 2016). Die teilnehmenden Gruppen werden dadurch heterogener (Del Bianco, 2018; Jenkins, 2011; Kelemen-Finan et al., 2018). Edwards et al. (2016) hat gezeigt, dass besonders bildungsferne Gruppen positiv bei einer Teilnahme beeinflusst werden können.

Die Lernenden profitieren und werden motiviert durch die Relevanz der Forschungsfrage, die Kontextorientierung der Aufgaben und die Realitätsnähe (Bonney et al., 2015). Dadurch können Lernende die Wissenschaft als einprägsam und mit Spaß kennenlernen (Koomen et al., 2018; Krach et al., 2019). Auch die Datenaufnahme, welche häufig in der Natur stattfindet, ist für die Lernenden an Schulen eine Besonderheit im Unterricht und motiviert zusätzlich (Ballard, Dixon & Harris, 2017; Poppe et al., 2013). Für die Lehrenden ist CS die Möglichkeit, die Lernenden in reale Probleme und Forschungsfragen einzubeziehen und dabei selbst Lerneffekte zu erzielen (Krach et al., 2019; Vitone et al., 2016). Diese Vorteile, welche CS Projekte für Lernende ermöglichen, spiegeln auch die Grundsätze des erfahrungsbasierten Lernens wieder (Groulx et al., 2017; Thönnessen, 2016), welche in Kapitel 2.3.2 erläutert wurden. Zusätzlich sehen Wals et al. (2014) in der Verbindung von Schule und CS die Möglichkeit, sozioökologische Probleme anzusprechen, die Schule und Gemeinde besser zu verknüpfen und die Umweltbildung und Scientific Literacy der Lernenden zu fördern. Damit eine erfolgreiche Umsetzung von CS Projekten im Schulalltag gelingen kann, sollte sich die Thematik des Projekts am Schulcurriculum orientieren (Makuch & Aczel, 2018; Scheuch et al., 2018) und ein Training für die Lehrkräfte stattfinden (Bonney et al., 2015). So wurde bei Koomen et al. (2018) gezeigt, dass Lehrkräfte bei CS Projekten eine doppelte Rolle in Form von Mentor und Meister ausüben müssen, damit die Schülerinnen eine adäquate Performanz zeigen.

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass das Lernen in CS mit dieser Auswahl an Lerntheorien gut begründet werden kann, CS sowohl in der Schule als auch außerhalb einerseits das Potenzial hat, das Verständnis und die Einstellungen bezüglich der Wissenschaft zu verbessern, und andererseits das Wissen, die Einstellungen und das Verhalten gegenüber der Umwelt verbessern kann (Jordan, Ehrenfeld et al., 2012; Krach et al., 2019; Peter et al., 2019; Richter et al., 2016; Scheuch et al., 2018).



Deshalb werden in den kommenden zwei Kapiteln sowohl der Zusammenhang von SL und CS als auch von Umweltbildung und CS dargestellt.

## 2.4 SCIENTIFIC LITERACY UND CITIZEN SCIENCE

Es wird angenommen, dass im Rahmen von CS die SL der Teilnehmenden gefördert wird (Aristeidou, 2016). Nach Miller (1998) und Miller (2004) gehören drei Aspekte zu SL: Das Vokabular der Wissenschaft, damit der wissenschaftliche Inhalt verstanden wird, das Verständnis über das Wesen der Naturwissenschaften (*Nature of Science*, kurz NOS) und die Einstellung zu Naturwissenschaften und Wissen, welche einen Einfluss auf das Individuum und die Gesellschaft haben (zitiert nach Price & Lee, 2013). Im Folgenden Kapitel wird das Konstrukt SL genauer definiert sowie im zweiten Teilkapitel die Bestandteile NOS und Einstellungen zu den Naturwissenschaften vorgestellt, die Förderung eben dieser wird unter anderem mit dem Ansatz des forschenden Lernens in Kapitel 2.4.3 erläutert

### 2.4.1 Definition von Scientific Literacy

Im Rahmenkonzept der Pisastudie zur Erfassung der naturwissenschaftlichen Grundbildung wird diese wie folgt definiert:

*„Naturwissenschaftliche Grundbildung ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen“ (Baumert et al., 2003, S. 3).*

Die Übersetzung des Begriffs SL zu naturwissenschaftlicher Grundbildung wird stark diskutiert, da der Begriff "Bildung" in Deutschland anders verstanden wird als das Wort "Literacy" im englischen Sprachraum. Der Hauptunterschied liegt dabei an dem philosophischen Hintergrund von Bildung und dem funktionalen Hintergrund von Literacy (Fischler et al., 2018; Hofheinz, 2008; Sjöström & Eilks, 2018).

Die SL umfasst nicht nur Faktenwissen über die Naturwissenschaften, sondern auch prozessbezogenes Wissen über naturwissenschaftliche Prozesse. In Tabelle 1 sind die verschiedenen Aspekte von SL zusammengefasst. Es gibt weitere Modelle und Konzepte zu den Inhalten von SL, die sich häufig gegenseitig ergänzen. So werden zum Beispiel bei Miller (1998) und Miller (2004) auch die Einstellungen zu Naturwissenschaften berücksichtigt (zitiert nach Price & Lee, 2013).

Tabelle 1: Aspekte, die für Scientific Literacy von Bedeutung sind (Quelle: Hofheinz, 2008, S. 40)

Scientific Literacy	
Naturwissenschaftliche Inhalte ( <i>science subject matter</i> )	Naturwissenschaftliche Prozesse ( <i>processes</i> )
- Faktenwissen ( <i>knowledge</i> )	- Verfahrenswissen ( <i>scientific enterprise/ inquiry</i> )
- Denkmodelle/ Theorie/ Begriffe ( <i>concepts</i> )	- Beurteilungskompetenz ( <i>role of science in society and personal life</i> )
	- Metawissen über Naturwissenschaften ( <i>NOS</i> )

Sjöström und Eilks (2018) unterscheiden drei Visionen innerhalb von SL, welche die verschiedenen Modelle und Aspekte von SL zusammenbringen sollen. In Tabelle 2 sind die Merkmale der Visionen dargestellt. In Vision I steht das Lernen über naturwissenschaftliches Wissen, Theorien und das naturwissenschaftliche Arbeiten im Fokus. In Vision II liegt die Konzentration auf der Anwendung von Naturwissenschaften auf gesellschaftliche und persönliche Probleme im Leben. Vision III ist gekennzeichnet durch die Anwendung des Wissens und wird auch als "*critical scientific literacy*" bezeichnet. Ziel dieses Ansatzes ist Transformation, Demokratisierung, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Deswegen werden hier auch ethische Aspekte berücksichtigt.

Tabelle 2: Die drei Visionen der Scientific Literacy (Quelle: Sjöström & Eilks, 2018, S. 78, verändert)

Vision	Ziele	Schwerpunkt in der naturwissenschaftlichen Bildung
<b>I: Pipe-line science</b>	Entwicklung des naturwissenschaftlichen Verständnisses	Epistemologie
<b>II: Science for all</b>	Wachstum, Gesundheit, nachhaltige Entwicklung	tägliches Leben und Nützlichkeit
<b>III: Science for transformation</b>	Demokratisierung, Gerechtigkeit, kritische Nachhaltigkeit	Ethik und Transformation

Diese drei Visionen sind auch bei den Bildungszielen von CS Projekten sehr wichtig. So kann bei CS Projekten das naturwissenschaftliche Verständnis durch die Teilhabe gestärkt werden (Krach et al., 2019; Land-Zandstra et al., 2016; Shirk et al., 2012), was das Ziel von Vision I ist. Durch CS Projekte kann die Wissenschaft für alle erlebbar werden und Themen der nachhaltigen Entwicklung können im eigenen Leben thematisiert werden (Kountoupes & Oberhauser, 2008; Phillips et al., 2018), dies stimmt mit den Zielen der Vision II überein. Das Ziel von CS Projekten kann es außerdem sein, vergleichbar wie bei Vision III, dass Teilnehmende ein Empowerment erfahren, die Demokratisierung gestärkt wird und dass auch Themen der kritischen Nachhaltigkeit betrachtet werden (Richter et al., 2016; Richter et al., 2018). Gerade bei Vision III ist die Bedeutung des lebenslangen Lernens sehr wichtig und eine ausschließliche Förderung nur in der Schule ist unmöglich (Hacker & Harris, 1992; Liu, 2013). Somit haben CS Projekte hier ein großes Potential, das lebenslange Lernen und damit die Transformation der Gesellschaft zu fördern (Bonney et al., 2016; Kobori et al., 2016; Turrini et al., 2018).

## 2.4.2 Nature of Science und Einstellung zu den Naturwissenschaften

Ein wesentlicher Bestandteil von SL ist, wie im vorherigen Kapitel beschrieben, das Wissen über das Wesen oder die Natur der Naturwissenschaften, welches im Englischen als *Nature of Science* (NOS) bezeichnet wird (Kremer, 2010; Lederman, 2013). NOS wird auch als die Epistemologie der Naturwissenschaften bezeichnet (Abd-El-Khalick et al., 1998; Lederman et al., 2013). Die Beziehung von SL und NOS wird genauso wie die Inhalte von SL kontrovers diskutiert (Kolstø, 2001). Es gibt Vertreterinnen, welche NOS als Teil von SL sehen (Choi et al., 2011; Lederman et al., 2014; Wentorf et al., 2015) und welche die NOS als über die SL hinausgehend bezeichnen (Heering & Kremer, 2018).

NOS wird, da sowohl Historikerinnen, Soziologinnen, Naturwissenschaftlerinnen als auch Philosophinnen den Begriff nutzen, sehr unterschiedlich definiert. Dabei beziehen sie sich auf die Epistemologie, Soziologie und Ethik der Wissenschaft (Lederman et al., 2002; Stiller, 2015). Unter NOS kann *„eine Reflexion über Methoden in Form einer Methodologie, die Wertvorstellungen der Forschergemeinschaft, die zur Entwicklung des wissenschaftlichen Wissens führen, ein Nachdenken über den epistemologischen Status naturwissenschaftlichen Wissens sowie kulturelle und gesellschaftliche Implikationen“* (Hofheinz, 2008, S. 62) verstanden werden. Dabei ist NOS weder universal gültig, noch beständig in seinem Wesen (McComas et al., 2002). Von daher wird die genauere Definition der Inhalte von NOS kontrovers diskutiert. In naturwissenschaftsdidaktischen Arbeiten wird sich deshalb auf die Aspekte konzentriert, die für den Unterricht in Schulen von Bedeutung sind. Dabei sind drei empirische Studien hervorzuheben, die wesentliche Aspekte von NOS für den Unterricht untersucht haben und deren Ergebnisse in Tabelle 3 zusammengefasst sind (Neumann & Kremer, 2013). McComas und Olson (2002) haben 14 übereinstimmende Beschreibungen von NOS innerhalb ihrer Studie selektiert. Dazu haben sie acht internationale Bildungsstandards bezüglich ihrer Beschreibungen über NOS analysiert (McComas et al., 2002). Lederman et al. (2002) haben im Rahmen einer Studie zur Erstellung eines Messinstruments zu NOS sieben Aspekte von NOS charakterisiert, die für den schulischen Unterricht eine Bedeutung haben. Osborne et al. (2003) haben innerhalb einer Delphistudie 23 Expertinnen befragt und dadurch neun übereinstimmende Kategorien zu NOS bilden können, die relevant für die Bildung sind.

Tabelle 3: Aspekte die das Wesen der Naturwissenschaften beschreiben und für den Schulunterricht von Bedeutung sind (auf eine Übersetzung wurde verzichtet, damit die Bedeutung nicht verzerrt wird)

McComas et al. (2002, S. 6–7)	Lederman et al.(2002, S. 499-502)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scientific knowledge while durable, has a tentative character.</li> <li>- Scientific knowledge relies heavily, but not entirely, on observation, experimental evidence, rational arguments, and skepticism.</li> <li>- There is no one way to do science (therefore, there is no universal step-by-step scientific method)</li> <li>- Science is an attempt to explain natural phenomena</li> <li>- Laws and theories serve different roles in science, therefore students should note that theories do not become laws even with additional evidence.</li> <li>- People from all cultures contribute to science</li> <li>- New knowledge must be reported clearly and openly</li> <li>- Scientists require accurate record keeping, peer review and replicability</li> <li>- Observations are theory-laden</li> <li>- Scientists are creative</li> <li>- The history of science reveals both an evolutionary and revolutionary character</li> <li>- Science is part of social and cultural traditions</li> <li>- Science and technology impact each other</li> <li>- Scientific ideas are affected by their social &amp; historical milieu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The Empirical Nature of Scientific Knowledge</li> <li>- Scientific Theories and Laws</li> <li>- The Creative and Imaginative Nature of Scientific Knowledge</li> <li>- The Theory-Laden Nature of Scientific Knowledge</li> <li>- The Social and Cultural Embeddedness of Scientific Knowledge</li> <li>- Myth of The Scientific Method</li> <li>- The Tentative Nature of Scientific Knowledge</li> </ul>
	Osborne et al. (2003, S. 713)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Science and Certainty</li> <li>- Analysis and Interpretation of Data</li> <li>- Scientific Method and Critical Testing Hypothesis and Prediction</li> <li>- Creativity, Science and Questioning</li> <li>- Cooperation and collaboration in the development of scientific knowledge</li> <li>- Science and Technology</li> <li>- Historical Development of Scientific Knowledge</li> <li>- Diversity of Scientific Thinking</li> </ul>

Urhahne et al. (2008, S. 76) vereinen diese Aspekte der verschiedenen Publikationen in zehn Dimensionen, wobei diese auf drei Vorstellungsbereiche aufgeteilt sind: „Vorstellungen über das naturwissenschaftliche Wissen“, „Vorstellungen über naturwissenschaftliche Methoden“ und „Vorstellungen über Institutionen und soziale Handhabung“. Diese zehn Dimensionen werden im Folgenden erläutert. Nach Kremer et al. (2007), Kremer (2010), Kremer und Mayer (2013) sowie Urhahne et al. (2008) umfassen die Dimensionen über die Vorstellungen des **naturwissenschaftlichen Wissens** die *Sicherheit des Wissens* und die *Entwicklung des Wissens*. Sie beschreiben wie die naturwissenschaftlichen Konzepte und Theorien durch neuere Erkenntnisse verändert oder falsifiziert werden können. Demnach ist naturwissenschaftliches Wissen nicht ewig gültig und nur bedingt dauerhaft und sicher. Die *Einfachheit des Wissens* beschreibt, dass die naturwissenschaftliche Forschung versucht mit möglichst geringer Komplexität und mit möglichst wenigen Konzepten Phänomene zu beschreiben. Naturwissenschaftliches Wissen entsteht unter anderem durch Experimente und Beobachtungen. Diese sind Grundlage der *Rechtfertigung des Wissens*. Diese Experimente und Beobachtungen können von jedermann vorgenommen werden und sind nicht den Wissenschaftlerinnen und Lehrkräften vorbehalten. Die *Herkunft des Wissens* ist dementsprechend

offen, da die, die etwas beitragen möchten, dies auch können. Die Vorstellungen über **naturwissenschaftliche Methoden** beinhalten die folgenden Dimensionen: Der *Zweck der Naturwissenschaften* ist es, Phänomene zu beschreiben, zu erklären und zu prognostizieren. Durch die Bildung von *Theorien und Gesetzen* wird versucht die Natur zu ordnen. Die Theorien erklären dabei die Phänomene und die Gesetze beschreiben die Beziehungen und das Zusammenwirken von Phänomenen. Bei der Untersuchung von Theorien nutzen Wissenschaftlerinnen verschiedenste *naturwissenschaftliche Methoden*. Es gibt nicht die eine Methode. Im gesamten Forschungsprozess ist nicht nur die Logik, sondern vor allem auch die *Kreativität und Vorstellungskraft* wichtig und erforderlich. Zum dritten Vorstellungsbereich **Vorstellungen über Institutionen und soziale Handhabung** gehören die *Einflüsse, welche auf die Naturwissenschaften* wirken. Dazu gehören die kulturellen Bedingungen, aber auch die moralischen und ethischen Werte der jeweiligen Gesellschaft. Auf Basis dieser Dimensionen haben Urhahne et al. (2008) und Kremer (2010) ein Messinstrument zur Erfassung der Kenntnisse über NOS bei Schülerinnen entwickelt. Das Instrument basiert auf den oben erläuterten Dimensionen und empirisch konnten sieben Subskalen bestätigt werden.

Schon die ersten Studien in den 70ern und 80ern als auch jüngere Studien haben gezeigt und zeigen, dass die Vorstellungen von Schülerinnen über das Wesen der Naturwissenschaften fehlerhaft sind. Deshalb ist eine Förderung von NOS im Schulunterricht unerlässlich (Driver et al., 1996; Hofheinz, 2008; van Griethuijsen et al., 2015).

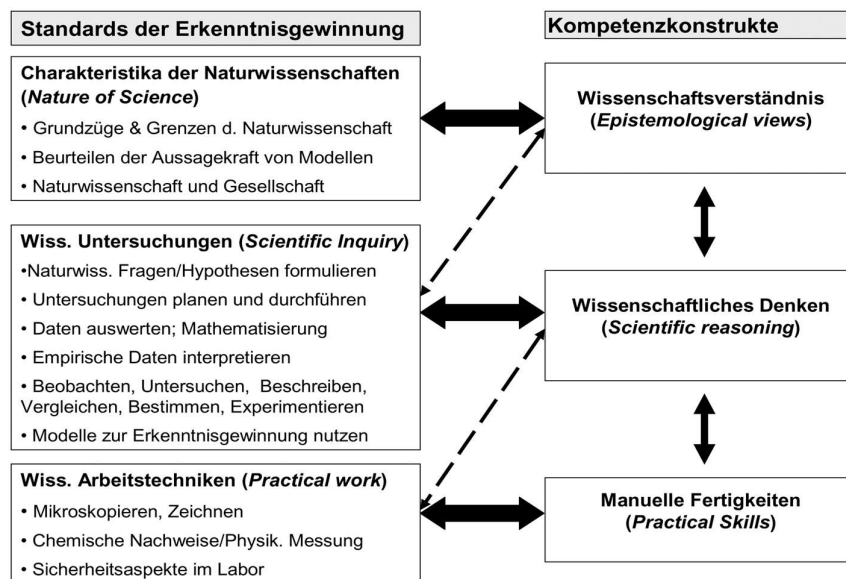


Abbildung 6: Nature of Science als Teil des Rahmenkonzepts zu wissenschaftsmethodischen Kompetenzen / Erkenntnisgewinnung (Quelle: Mayer, 2007, S. 178)

In den deutschen Bildungsstandards sind SL und NOS verankert, vor allem im Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung. In der Abbildung 6 ist das Rahmenkonzept zur Erkenntnisgewinnung abgebildet. NOS wird hier neben den wissenschaftlichen Untersuchungen (*scientific inquiry*) und den

wissenschaftlichen Arbeitstechniken (*practical work*) als eine Dimension beschrieben (Kremer, 2010; Kultusministerkonferenz, 2005).

Studien im Kontext von NOS haben gezeigt, dass das Alter und die Klassenstufe der Lernenden einen Einfluss auf das Verständnis von NOS haben. So haben Urhahne et al. (2008) gezeigt, dass ältere Schülerinnen ein besseres Verständnis von NOS haben als jüngere Schülerinnen. Jüngere Schülerinnen hingegen verbessern ihre Kenntnisse über NOS innerhalb eines Schuljahres deutlich stärker als ältere Schülerinnen (Kremer & Mayer, 2013).

### **Die Einstellung zu den Naturwissenschaften als Teil der Scientific Literacy**

Nach Pekrun (2006) ist außerdem das Engagement der Lernenden ein bedeutender Teil der SL. Hierzu zählt er unter anderem die Selbsterwartung, die Werte, die Einstellung sowie die Emotionen gegenüber den Naturwissenschaften. Prenzel et al. (2007) benennen auch das Interesse an Naturwissenschaften als wichtigen Faktor. Schiepe-Tiska, Rönnebeck et al. (2016) gehen noch einen Schritt weiter und beschreiben auch die Bereitschaft bzw. den Wunsch, einen naturwissenschaftlichen Beruf zu wählen, als einen wichtigen Aspekt der SL. Ohne entsprechende Einstellungen gegenüber den Naturwissenschaften, fehlt den Lernenden sowohl die Bedeutung als auch das Interesse, sich mit naturwissenschaftlichen Themen außerhalb der Schulzeit zu beschäftigen und zum Beispiel das Geschehen in der Welt nachvollziehen zu können (Schiepe-Tiska, Rönnebeck et al., 2016). Ziel der naturwissenschaftlichen Grundbildung ist neben der Wissensvermittlung dementsprechend die Förderung des Interesses, der Freude und der Motivation, so dass die Schülerinnen offen und aufgeschlossen gegenüber den Naturwissenschaften sind (Prenzel et al., 2007; Schiepe-Tiska, Simm & Schmidtner, 2016). Dieses Bildungsziel ist in den Lehrplänen verankert, wird aber im Alltag der Schule oft vergessen (Schiepe-Tiska, Simm & Schmidtner, 2016). Durch die Teilnahme an CS Projekten können die Lernenden an realen Forschungsprojekten mitarbeiten und dadurch eine positivere Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften aufbauen (Bonney et al., 2016; Jordan et al., 2015; Jordan, Ballard & Phillips, 2012). Dabei kann ihr Interesse an Naturwissenschaften (Price & Lee, 2013), ihre Bereitschaft eine naturwissenschaftliche Berufslaufbahn einzuschlagen (Krach et al., 2019) oder der generelle Wert der Naturwissenschaften wachsen (Haywood et al., 2016).

#### 2.4.3 Förderung von Nature of Science

Das Verständnis von Lernenden über das Wesen der Naturwissenschaften als auch die Einstellung zu den Naturwissenschaften kann in formellen Lernsituationen wie dem Schulunterricht, als auch in informellen Situationen, zum Beispiel bei der Teilnahme an CS Projekten gefördert werden (Aristeidou, 2016; Gräber & Nentwig, 2002; Pandya & Dibner, 2018).

Bei der Förderung von NOS wird nach Abd-El-Khalick und Lederman (2000) und Lederman et al. (2013) zwischen expliziten und impliziten Ansätzen unterschieden: Bei der impliziten Förderung von NOS wird angenommen, dass zum Beispiel durch angeleitetes oder freies wissenschaftliches Arbeiten die Kenntnisse über NOS ebenfalls gefördert werden. Bei der expliziten Förderung von NOS werden die Inhalte anhand von philosophischen oder geschichtlichen Entwicklungen der Wissenschaft direkt thematisiert. Hierbei haben viele Studien gezeigt, dass der explizite Ansatz der produktivere Ansatz ist, um das Wissen bei Schülerinnen über NOS zu fördern (Lederman et al., 2013; Lederman & Lederman, 2014). In CS Projekten können Lernende direkt an wissenschaftlichen Aktivitäten teilnehmen, eine implizite Förderung über NOS wäre dementsprechend gegeben, eine explizite Förderung müsste durch weitere Maßnahmen unterstützt werden (Pandya & Dibner, 2018).

Im Schulunterricht bietet der Ansatz des *Inquiry-Based-Learnings* (IBL), des forschenden Lernens, Potenziale zur Förderung von NOS und zur Verbesserung der Einstellungen (Hofheinz, 2008; Kremer et al., 2019; Schlüter, 2019; Widowati et al., 2017). Hierbei können Lernende wie Wissenschaftlerinnen arbeiten und sie erlernen nicht nur das jeweilige Fachwissen und methodisches Wissen, sondern stärken auch ihr Verständnis über NOS (Lazonder & Harmsen, 2016). Der theoretische Ansatz von IBL geht auf das erfahrungsbasierte Lernen nach Dewey zurück (Aristeidou, 2016; Lazonder & Harmsen, 2016). Für den Einsatz von IBL gibt es unterschiedlichste Varianten. Paul et al. (2016) unterscheiden vier Möglichkeiten, in denen die Art der Arbeitsaufträge und die Lehrer- und Schülerzentrierung variieren: vorstrukturierte Untersuchungsaufträge (*structured*), angeleitete Untersuchungsaufträge (*guided*), offene Untersuchungsaufträge (*open*) und authentische Untersuchungsaufträge (*authentic*). Im Kontext von CS würden die Untersuchungsaufträge vergleichbar zu den authentischen Aufträgen sein, aber sie würden durch die Partnerschaft mit den Wissenschaftlerinnen sogar darüber hinausgehen (Bonney et al., 2015; Paul et al., 2016). Inwiefern sie jedoch strukturiert oder offen sind, hängt von den Zielen und der Umsetzung des einzelnen CS Projekts ab (Bonney et al., 2015; Bonney, Cooper et al., 2009).

So divers wie die CS Projekte (Eitzel et al., 2017) sind auch die Ansätze des forschenden Lernens in der Schulpraxis (Pedaste et al., 2015). Wenn der Unterricht nach IBL strukturiert ist, durchlaufen die Lernenden in der Regel die Schritte des wissenschaftlichen Prozesses. Die Gliederung und Definition dieser unterschiedlichen Schritte zeigen sich in der Literatur jedoch uneinheitlich (Paul et al., 2016; Pedaste et al., 2015; Stiller, 2015). Pedaste et al. (2015) haben 60 Artikel zu IBL, den Forschungsphasen und Abläufen untersucht und daraus ein generalisierten Forschungsablauf für IBL entwickelt, welcher in Abbildung 7 dargestellt ist. Die erste Phase dieses Ablaufs ist die **Orientierung**. Zur Orientierung gehören das Einführen einer Thematik oder Theorie, die Beobachtung und das Ziel die Lernenden zu engagieren und Neugierde bei ihnen zu wecken. Die **Konzeptualisierung** wird geprägt von dem Aufstellen von Fragen und/oder dem Generieren von Hypothesen. Dazu gehört auch das Identifizieren

und Definieren des Problems bzw. der Frage, das Recherchieren nach Informationen und das Überprüfen, ob und wie die Hypothesen getestet werden können. Zur **Untersuchung** gehören die drei Phasen Exploration, Experimente und Dateninterpretation. Außerdem können das Planen der Studie, das Beobachten und sich wundern, das Sammeln, Organisieren und sowie das Analysieren der Daten dazugehören. Die **Schlussfolgerung** ist durch das Vergleichen der Ergebnisse mit den Hypothesen und Fragestellungen gekennzeichnet. Dabei kann die vorher aufgestellte Theorie gestützt oder widerlegt werden oder es können neue Modell oder Theorien generiert werden. Zur **Diskussion** gehören neben den beiden Phasen Reflexion und Kommunikation auch das Debattieren, Argumentieren und Erklären der Resultate sowie die Vorhersage ähnlicher Experimente und die Entscheidungsfindung. Die einzelnen Phasen sind in Abbildung 7 durch Pfeile miteinander verbunden. Diese zeigen potentielle Pfade des Forschungsprozesses. Die Diskussion ist mit allen Phasen vernetzt, da sowohl der gesamte Prozess als auch einzelne Phasen reflektiert, kommuniziert und diskutiert werden können (Pedaste et al., 2015).

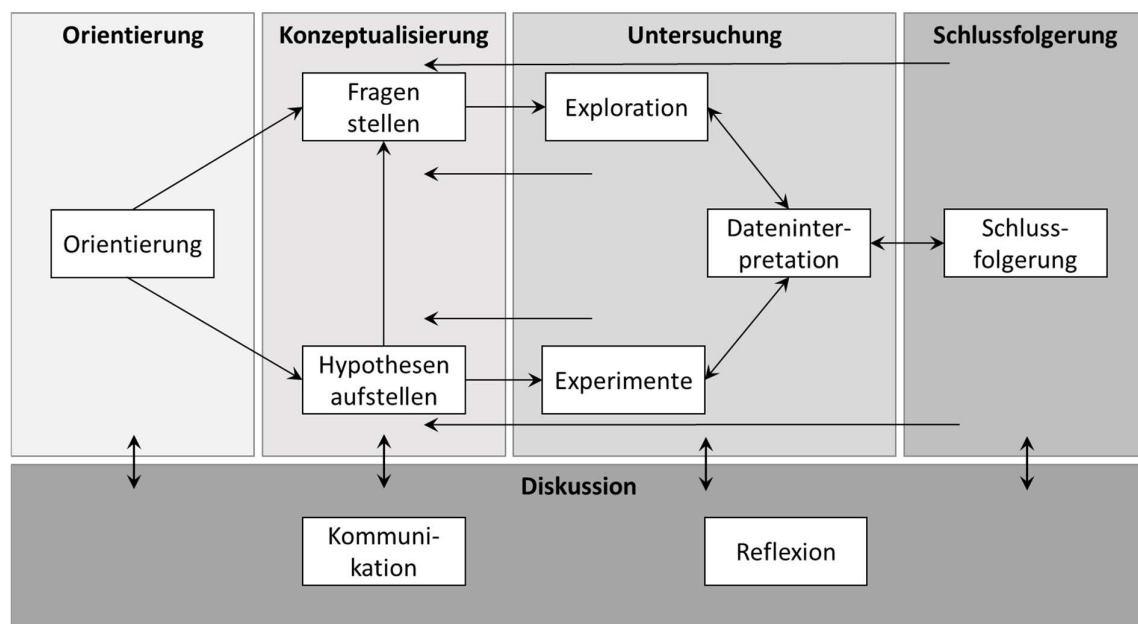


Abbildung 7: Ablauf von IBL mit den generellen Phasen, Subphasen und deren Beziehungen zueinander (Quelle: Pedaste et al., 2015, S. 56, verändert)

Studien zu forschendem Lernen zeigen keine eindeutigen Auswirkungen auf die Förderung von NOS. So zeigen Schwartz et al. (2004), dass eine reine Teilnahme an Aktivitäten des forschenden Lernens nicht ausreichend ist, um das Verständnis von NOS bei Schülerinnen zu fördern. Auch Lazonder und Harmsen (2016) haben festgestellt, dass eine reine Teilnahme ohne Strukturierung und Führung unzureichend ist, um NOS zu fördern. Bei entsprechender Führung und Strukturierung durch die lehrende Person hingegen haben Inquiry-Prozesse das Potenzial das Verständnis über NOS zu fördern. Dies wurde unter anderem auch in der Studie von Hofheinz (2008) gezeigt.



IBL und CS weisen dementsprechend einige Ähnlichkeiten auf. Bei beiden Ansätzen können Lernende authentische bzw. reale wissenschaftliche Arbeiten ausführen und je nach Strukturierung Autonomie erleben. Zusätzlich hat oder bildet die Thematik eine persönliche Bedeutung für die Lernenden. Deswegen wird an informellen Lernorten das Zusammenwirken von IBL und CS auch als *Citizen Inquiry* bezeichnet (Aristeidou et al., 2015; Herodotou et al., 2017). Auch bezüglich ihrer Auswirkungen auf NOS zeigen IBL und CS vergleichbare Resultate. bei CS ist es ebenfalls anzunehmen, dass eine entsprechende Strukturierung und Unterstützung notwendig ist, damit Kenntnisse über NOS gefördert werden können (Bonney et al., 2015; Pandya & Dibner, 2018).

## 2.5 UMWELTBILDUNG UND CITIZEN SCIENCE

CS kann nicht nur die SL und das Verständnis über NOS fördern, sondern ist auch für andere Bildungsbereiche relevant. Hierzu zählt vor allem bei umweltbezogenen und ökologischen CS Projekten die Umweltbildung (Richter et al., 2016; Wals et al., 2014). Im Folgenden werden die Entwicklungen und Ziele der Umweltbildung erläutert, sowie die Bedeutung von Umwelteinstellung und –verhalten dargestellt und aktuelle Fördermaßnahmen in Bezug zu CS beschrieben.

### 2.5.1 Definition und Entwicklung der Umweltbildung

Eine kritische Reflexion unseres Lebensstils und die daraus resultierenden Umweltprobleme werden seit etwa 60 Jahren von der Gesellschaft wahrgenommen (Scott, 2015). Auch die Pädagogik nahm die Probleme wahr und es entwickelten sich Konzepte und Theorien, die zuerst zur Umwelterziehung führten und sich dann zur Umweltbildung weiterentwickelten (Dillon, 2015). In den 90er Jahren entwickelte sich nach der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro das Konzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung, welches die Umweltbildung, das globale Lernen, die Friedensbildung und die Gesundheitsbildung zusammenfasste (Jucker & Mathar, 2015; Mathar, 2015).

Die Strukturen innerhalb der Umweltbildung sind vielfältig. Von einstündigen Schulaktionen bis zu langjährigen Programmen, von informellen bis zu formalen Angeboten ist die Variation in Umweltbildungsaktionen sehr groß (Ardoin et al., 2018). Auch die Themengebiete sind interdisziplinär. Es werden neben der Ökologie, unter anderem Erkenntnisse der Psychologie, Soziologie, Pädagogik und Gesundheitsbildung in der Umweltbildung betrachtet (Ardoin et al., 2020). Für schulische Umweltbildungsmaßnahmen ist der Kontakt zur Natur unerlässlich und dieser lässt sich vor allem durch Exkursionen und „Outdoor“-Unterricht fördern (Jose et al., 2017). Hier zeigen sich auch die Überschneidungen von Umweltbildung zu CS deutlich. So ist der Naturkontakt bei ökologischen CS Projekten zum Beispiel durch Datenerhebung gegeben (Kelemen-Finan et al., 2013; Wals et al., 2014).

Die Umweltbildung verfolgt unter anderem die von Steve van Matre 1998 benannten Ziele:

- „1. Die Entwicklung und Förderung einer vertrauten Beziehung zur Natur.*
- 2. Erziehung und Bildung zu dauerhaft umwelt- und sozial gerechtem Verhalten.“ (zitiert nach Jung, 2015, S. 12).*

In der heutigen Umweltbildung wird die Zielorientierung um die Verbesserung der Umwelteinstellung, des Wissens bezüglich der Umwelt und der Fähigkeiten, wie zum Beispiel des umweltverträglichen Verhaltens, erweitert (Braun, 2018; Diesler, 2015; Schild, 2016). So definieren Ardoin et al. (2020, S. 1) die Ziele der Umweltbildung folgendermaßen:

*„By definition, environmental education encompasses approaches, tools, and programs that develop and support environmentally related attitudes, values, awareness, knowledge, and skills that prepare people to take informed action on behalf of the environment“.*

Häufig werden die Ziele der Umweltbildung auch in der Förderung der Umweltkompetenz bzw. der Environmental Literacy gesehen, welche die oben genannten Ziele gemeinsam in einem Konstrukt verankert (Bogner et al., 2019; Roczen, 2011; Roczen et al., 2014; Stern et al., 2013). Jedoch werden die Begriffe des Umweltbewusstseins, der Environmental Literacy, der Umweltkompetenz oder der umweltbezogenen Einstellungen nicht einheitlich genutzt, so dass Definitionen und Vergleiche erschwert sind (Schöps et al., 2009). Im Folgenden wird auf Grundlage verschiedener Autoren deshalb die Umwelteinstellung und das Umweltverhalten definiert.

#### 2.5.2 Umwelteinstellung und Umweltverhalten

Die Umweltkompetenz wird unter anderem durch die Umwelteinstellung und das Umweltverhalten charakterisiert (Bogner et al., 2019). Im Folgenden wird zuerst die Umwelteinstellung erläutert und danach das Konstrukt des Umweltverhaltens.

Eine der häufiger verwendeten Definitionen für Einstellungen stammt von Alice H. Eagly und Shelly Chaiken und wurde 1993 veröffentlicht:

*"attitude is a psychological tendency that is expressed by evaluating a particular entity with some degree of favour or disfavour" (Eagly & Chaiken, 1993, S. 1)*

Dementsprechend ist die Umwelteinstellung eine Reaktion gegenüber Objekten oder Situationen, die im Kontext zu der Umwelt stehen (Oerke, 2007). Es ist hervorzuheben, dass Einstellungen nicht instinktiv sind, sondern erlernt werden können (Bauer et al., 2020). Damit entspringen Einstellungen nicht kurzen Impulsen, sondern können sich auf längere Sicht verändern (Mayerl, 2008). In der Einstellungsforschung werden unterschiedliche Modelle unterschieden, wie zum Beispiel das Dreikomponentenmodell, welches kognitive, affektive und verhaltensbezogene Einstellungen unterscheidet (Upmeyer zu Belzen, 2007) oder das eindimensionale Modell, welches den Fokus auf

affektive Prozesse setzt (Christen, 2004; Mayerl, 2008). Auch in der Umwelteinstellungsforschung werden verschiedene Modelle unterschieden, die auf den theoretischen Annahmen aufbauen. Zwei Modelle sind in Abbildung 8 gegenübergestellt.

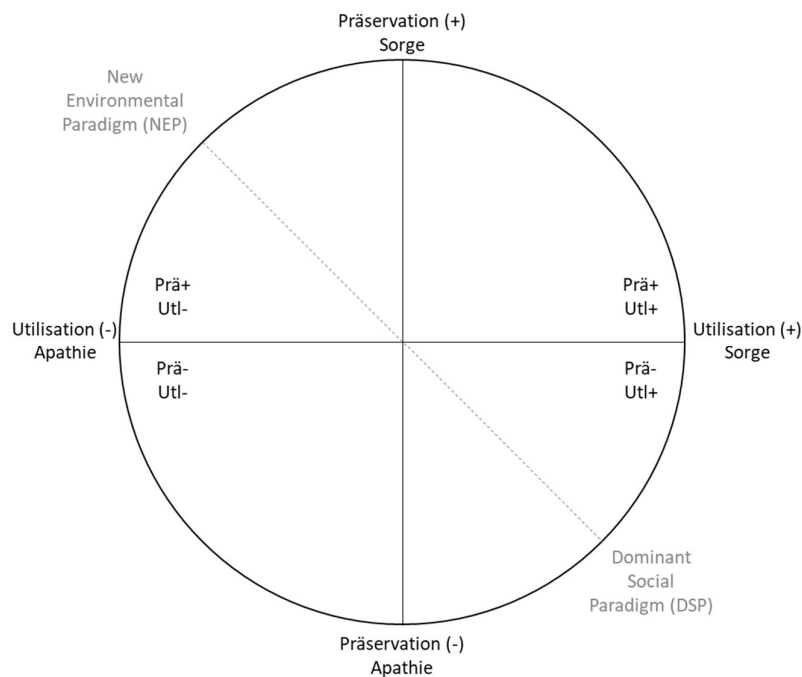


Abbildung 8: Grafische Darstellung von zwei verschiedenen Modellen zur Umwelteinstellung, wobei das NEP-Modell in grau und das 2 MEV-Modell in schwarz abgebildet ist (Quelle: Manoli et al., 2019, S. 4, verändert)

Das „New Environmental Paradigm“ nach Milfont und Duckitt, welches in grau dargestellt ist, ist eindimensional und äußert sich entweder in Unterstützung (NEP) oder Ablehnung (DSP) gegenüber der Umwelt (Bauer et al., 2020). Dem gegenüber steht das „Two Major Environmental Values Model“ (2 MEV Modell), welches in seiner zweidimensionalen Struktur sowohl die anthropozentrische als auch biozentrische Sicht beschreibt (Liefländer & Bogner, 2014). Dadurch wird zwischen einer Naturschutz- und Naturnutzungseinstellung (Präservation und Utilisation) unterschieden, die nicht wie die Enden auf einer eindimensionalen Skala zu verorten sind, sondern orthogonal zueinanderstehen. Deshalb kann eine Person sowohl eine hohe Naturschutzeinstellung haben als auch eine hohe Naturnutzungseinstellung (Bogner & Wiseman, 2006). Ein Vergleich der beiden Modelle zeigt, dass mittels des 2 MEV-Modells die Umwelteinstellung differenzierter abgebildet und analysiert werden kann (Manoli et al., 2019). Das Instrument, welches zur Erfassung der Naturschutz- und Naturnutzungseinstellung entwickelt wurde, besteht dementsprechend aus zwei Subskalen mit je acht Items (Bogner et al., 2019; Bogner & Wilhelm, 1996; Bogner & Wiseman, 2006).

Auch für das Umweltverhalten oder –handeln gibt es verschiedene Definitionen. Nach Rost et al. (2001, S. 18) ist das Umweltverhalten „dasjenige Verhalten [...], das mit dem Ziel ausgeführt wird, die Umwelt zu schonen, zu schützen oder so zu verändern, dass sie sich in eine wünschenswerte Richtung

entwickelt“. In der Verhaltensforschung werden ebenfalls unterschiedliche Modelle diskutiert, zum Beispiel das Modell des geplanten Verhaltens und das integrierte Handlungsmodell (Lauströer, 2005; Steg & Nordlund, 2013). Das Verhältnis zwischen Einstellungen und Verhalten wurde früher als eine Kausalkette zwischen Umwelteinstellung und -verhalten vermutet (Haan & Kuckartz, 1998). Diese Kausalkette konnte empirisch allerdings nicht bzw. nur selten bestätigt werden (Hoppe et al., 2019). Das Modell des geplanten Verhaltens setzt die Einstellung in Bezug zum Verhalten, siehe Abbildung 9, und wird deswegen im Folgenden erläutert.

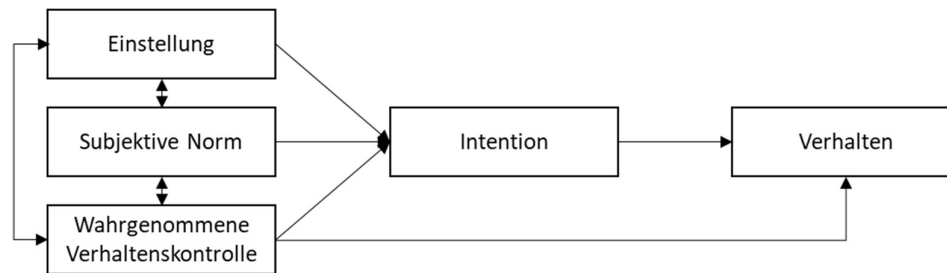


Abbildung 9: Die Theorie des geplanten Verhaltens (Quelle: Ajzen, 1991, S. 182, verändert)

Das geplante Verhalten resultiert aus den drei Prädiktoren, der Einstellung gegenüber dem Verhalten, den subjektiven Normen und der wahrgenommenen Verhaltenskontrolle (Graf, 2007; Steg & Nordlund, 2013). Die Einstellung gegenüber dem Verhalten ist nicht die allgemeine Einstellung, sondern die spezifische Einstellung der Menschen gegenüber dem Verhalten. Es gilt, je genauer die Fragen zu dem spezifischen Verhalten gestellt werden, desto genauer kann das Verhalten aufgrund der Einstellung vorhergesagt werden (Mayerl, 2008). Neben der eigenen individuellen Einstellung sind aber auch äußere Faktoren von Bedeutung für das tatsächliche Verhalten. Die subjektiven Normen beziehen sich dabei auf die Annahmen, wie Freunde oder Familie das eventuelle Verhalten beurteilen würden. Die wahrgenommene Verhaltenskontrolle hingegen bezieht sich auf die eigene Annahme, wie leicht oder schwer ein Verhalten umzusetzen ist. Wird erwartet, dass ein Verhalten leicht umzusetzen ist, wird es auch häufiger umgesetzt als ein Verhalten, das im Vorhinein als eher schwierig umzusetzen angesehen wird. Insgesamt kann mit dieser Theorie unter der Berücksichtigung der drei Prädiktoren das tatsächliche Verhalten gut vorausgesagt werden (Aronson et al., 2014). Auf Basis der Theorie des geplanten Verhaltens hat Florian G. Kaiser und Kollegen das Messinstrument „General Ecological Behaviour“ (GEB) zur Erfassung des Umweltverhaltens entwickelt. Mit diesem kann sowohl das generelle Umweltverhalten erfasst werden als auch spezifische Verhaltensweisen. Hierzu ist das Instrument in sechs Subskalen unterteilt: Energiesparen, Mobilität, Müllvermeidung, Recycling, Konsumverhalten und indirektes Umweltverhalten (Kaiser, 1998; Kaiser et al., 2005; Kaiser et al., 2007).

Auch in der Forschung über CS werden die Umwelteinstellung und das Umweltverhalten diskutiert. Auf Grundlage verschiedener Theorien, unter anderem der Theorie des geplanten Verhaltens, haben Toomey und Domroese (2013) ein Modell zum Umweltschutzverhalten in CS Projekten entwickelt. Dieses Modell ist in Abbildung 10 dargestellt. Es fällt auf, dass sich die Einstellungen, Intentionen und Verhalten nicht linear beeinflussen, sondern vielfältige und gegenseitige Beziehungen haben. Die Teilnahme an einem CS Projekt hängt von der Einstellung und damit von der Intention einer Person ab sowie unter anderem von den Werten und der Motivation dieser Person. Wenn eine Teilnahme stattfindet, kann ein Lernzuwachs und auch eine Wahrnehmungsänderung stattfinden und die Tätigkeit des CS Projekts und die eigene Tätigkeit können als Umweltschutzverhalten („grünere“ Selbstwahrnehmung) wahrgenommen werden. Dadurch kann sich die Einstellung zum Umweltschutz verändern, die Kontrollüberzeugungen, dass das eigene Handeln eine Wirkung hat, kann sich verstärken und es können sich Intentionen zu weiterem Umweltschutzverhalten aufbauen. Dies wiederum kann zu weiteren Teilnahmen in CS Projekten führen. Dieses Modell hat keinen Startpunkt, da die Motivation für eine initiale Teilnahme nicht unbedingt ausschlaggebend ist, wenn zum Beispiel auch Studierende oder Schülerinnen betrachtet werden, die an einem CS Projekt im Rahmen einer Pflichtveranstaltung teilnehmen.

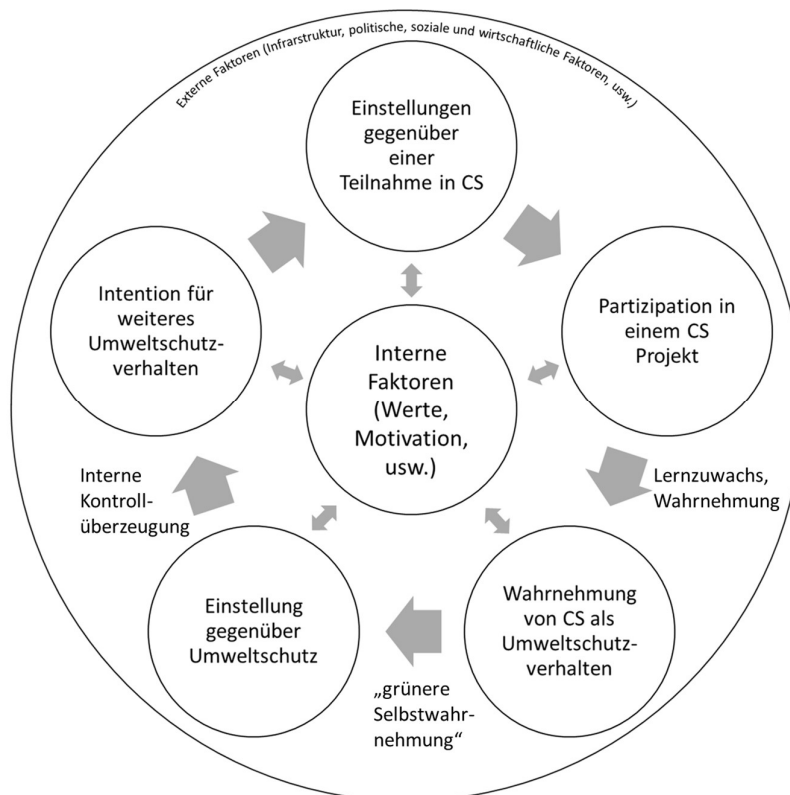


Abbildung 10: Umweltschutzverhalten in CS Projekten (Quelle: Toomey & Domroese, 2013, S. 50, verändert)

### 2.5.3 Förderung der Umwelteinstellung und des -verhaltens

Umweltbildungsprogramme sind ebenso wie CS Projekte vielfältig, interdisziplinär und unterscheiden sich in vielen Aspekten voneinander (Ardoin et al., 2018; Eitzel et al., 2017). Sie richten sich sowohl an Schülerinnen als auch an Erwachsene, um das lebenslange Lernen zu fördern (Gräsel, 2018). Im schulischen Kontext sind die Ziele der Umweltbildung unter anderem in den Rahmenlehrplänen verankert (Gräsel, 2018; Singleton, 2015). So zum Beispiel in der Zielsetzung des Lehrplans für die siebten bis zehnten Klassen in dem Fach Biologie in Rheinland-Pfalz:

*„Er [der naturwissenschaftliche Unterricht] fördert den verantwortungsvollen und nachhaltigen Umgang mit Ressourcen. Schülerinnen und Schüler entwickeln Handlungsbereitschaft und -kompetenzen, um sich für Nachhaltigkeit einzusetzen. Sie erwerben Wissen, das im Rahmen der interdisziplinären Umweltbildung, insbesondere in Zusammenarbeit mit den Fächern Erdkunde und Sozialkunde, zur Anwendung kommt“ (Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz, 2014, S. 15)*

Jedoch werden die Umsetzung, die geringe zeitliche Bedeutung sowie fehlende Interdisziplinarität in den Schulen häufig kritisiert (Gräsel, 2010; Marques & Xavier, 2020; Öllerer, 2015). Dies liegt unter anderem daran, dass ein Kernstück der Umweltbildung, die Naturerfahrung, im schulischen Kontext schwierig umzusetzen ist und in den Lehrplänen auch kaum genannt wird (Lude, 2001). Durch den Besuch außerschulischer Lernorte oder durch sonstige Exkursionen kann zum Beispiel die Naturerfahrung in den Schulalltag gebracht werden (Gebhard & Menzel, 2019). Diese zusätzlichen Aktivitäten unterliegen häufig der Kritik der Zeitverschwendung, was sich bei den meisten Evaluationen aber nicht bestätigen ließ (Jose et al., 2017).

*Tabelle 4: Definitionen von Programmarten, die in der Umweltbildung als Best Practice angesehen werden (Quelle: Stern et al., 2013, S. 583, verändert)*

<b>Programmarten</b>	<b>Definition</b>
Problem-orientiert / issue-based	Anhand des Curriculums werden reale Umweltprobleme, deren Konsequenzen und mögliche Lösungen thematisiert
Projekt-orientiert / project-based	Lernende planen und führen ein reales Umweltprojekt durch und treffen dabei umweltverträgliche Entscheidungen
Örtliche gebunden / place-based	Das Umweltbildungsprogramm ist örtlich gebunden, das Lernangebot ist an den Ort gebunden und dient mindestens als Kontext
Erkundung / Investigation	Lernende nehmen an Datensammlungen oder anderen wissenschaftlichen Tätigkeiten teil

Die Ansätze, die in der Umweltbildung häufig und erfolgreich angewendet werden, sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Hierzu zählt vor allem das aktive und erfahrungsbasierte Lernen in der realen Umwelt, welches an tatsächlichen Problemen stattfindet. Dabei erzielten vor allem problem- oder projektbasierte, örtlich gebundene Projekte oder erkundungsorientierte Projekte positive

Auswirkungen auf die Teilnehmenden (Stern et al., 2013). Vor allem der Ansatz des place-based-learning erfährt aktuell viel Aufmerksamkeit und zeigt auch positive Wirkungen auf das Wissen, die Einstellungen und das Verhalten der Teilnehmenden (Gräsel, 2018; Schild, 2016).

Generell hat sich bei den Wirksamkeitsstudien im Bereich der Umweltbildung gezeigt, dass sowohl eintägige als auch mehrtägige Veranstaltungen eine Wirkung auf die Lernenden haben, der Effekt bei den längeren Interventionen aber größer war. Dies lässt sich auch mit dem stabilen Konstrukt der Umwelteinstellungen begründen, bei welchem sich gezeigt hat, dass sich die Einstellungen der Probandinnen nicht so leicht verändern lassen (Bogner, 1998; Braun, 2018; Dieser, 2015; Jose et al., 2017; Kinder et al., 2015). Außerdem haben Studien gezeigt, dass die Einstellungen der jüngeren Lernenden, welche sich noch vor der Pubertät befinden, noch einfacher zu verändern sind als die von den älteren Lernenden, die sich in der Pubertät befinden (Liefländer, 2012; Liefländer et al., 2015). Die Studien zeigen widersprüchliche Ergebnisse bezüglich der Geschlechterunterschiede. So konnten beispielsweise Liefländer (2012), Liefländer und Bogner (2014) keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern feststellen, während bei Braun (2018) Schülerinnen eine positivere Einstellung gegenüber der Umwelt hatten als die Schüler.

CS ist aktuell ein Ansatz der Umweltbildung, der vermehrt Aufmerksamkeit erfährt. Dabei können lokale Probleme angesprochen werden, die auch eine globale Wirkung haben (Ardoin et al., 2020; Schild, 2016). Dadurch können CS Projekte unter anderem auch dem place-based-learning zugeordnet werden (Tidball & Krasny, 2010). Im schulischen Kontext kann die Integration von CS Projekten in das Curriculum die aktuelle Lücke des Mangels an Umweltbildung und Naturerfahrung schließen und den Lernenden vermehrt Zugang zu ökologischen Themen geben und Naturerfahrungen ermöglichen (Richter et al., 2016).

Leider gibt es bei CS Projekten einen Mangel an systematischen Evaluationen und Interventionen bezüglich des Potentials für die Umweltbildung (unter anderem Edwards et al., 2018; Gräsel, 2010; Turrini et al., 2018). Zudem wird eine Verzerrung der Ergebnisse der Studien aus der traditionellen Umweltbildung angenommen, da überwiegend nur positive Studienergebnisse berichtet werden und negative Erkenntnisse außen vor gelassen werden (Ardoin et al., 2020). Am häufigsten wird in den Studien zur Umweltbildung das Umweltwissen erfasst, seltener werden die Einstellungen zur Umwelt erhoben und am seltensten wird das Umweltverhalten einbezogen (Ardoin et al., 2018). Dies ist auch bei Studien im Kontext von CS festzustellen (Bela et al., 2016). Deshalb wird in dieser Studie nicht nur das Fachwissen erhoben, sondern auch die Umwelteinstellungen und das Umweltverhalten der Teilnehmenden werden berücksichtigt.

## 2.6 MOTIVATION UND CITIZEN SCIENCE

In vielen CS Projekten wird der Motivation eine wichtige Bedeutung beigemessen. Viele Studien in diesem Kontext untersuchen jedoch nur die Motive und Gründe der Teilnehmenden für eine Teilnahme und beziehen sich nicht auf wissenschaftliche Theorien (Phillips, 2017). Studien, welche sich auf Motivationstheorien stützen, nutzen am häufigsten die Selbstbestimmungstheorie (Curtis, 2015; Del Bianco, 2018). Diese wird im ersten Teil erläutert und im zweiten Teil werden Erkenntnisse der Motivationsforschung in CS vorgestellt.

### 2.6.1 Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation

Bei der Untersuchung der Motivation steht die Frage des „Warum?“ im Vordergrund. Es wird die Absicht und die Intention untersucht, mit der ein Verhalten umgesetzt wird, wobei die Zielrichtung, die Ausdauer und die Intensität maßgeblich von der Verhaltensabsicht abhängen (Krapp & Hascher, 2014a).

*Motivation wird als psychische Verhaltensbereitschaft verstanden, die u. a. die Zielrichtung, die Ausdauer und die Intensität des Verhaltens beeinflusst (Krapp & Hascher, 2014a, S. 235) .*

Die Messung der Motivation ist schwierig, da sie nicht direkt beobachtbar und damit nicht messbar ist. Es muss auf Selbst- oder Fremdeinschätzungen zurückgegriffen werden (Krapp & Hascher, 2014a; Schumm, 2016).

Wird die Motivation auf das Lernen bezogen, wird sie als Lernmotivation und Leistungsmotivation bezeichnet (Götz et al., 2018; Krapp & Hascher, 2014b). Sie beeinflusst im schulischen Kontext die Anstrengung, die Ausdauer und das Engagement sich unter anderem mit neuen Themeninhalten auseinanderzusetzen, sich im Unterricht anzustrengen oder Hausaufgaben zu erledigen (Schumm, 2016). Dabei wird die Lern- und Leistungsmotivation neben den kognitiven Fähigkeiten als elementar für den systematischen Wissenserwerb in der Schule angesehen (Götz et al., 2018). Dies haben auch ältere Studien mit Schülerinnen gezeigt, dass sich eine höhere Motivation positiv auf die Leistung in der Schule und unter anderem auch auf die längerfristigen Lernergebnisse auswirkt (Gottfried, 1985, 1990; Grolnick & Ryan, 1987). Auch in jüngeren Studien konnte dies wieder bestätigt werden (Bätz et al., 2009; Wilde et al., 2019; Wilde & Bätz, 2009). Zur Erläuterung und Analyse der Motivation im schulischen und außerschulischen Kontext eignet sich die Selbstbestimmungstheorie (Rakoczy, 2006; Tillmann, 2018; Wilde et al., 2019), welche im Folgenden erläutert wird.

Die Selbstbestimmungstheorie (Self-Determination Theory, kurz SDT) ist eine Metatheorie von Edward L. Deci und Richard M. Ryan über die Motivation, die sie mehrmals verändert und erweitert haben (Deci & Ryan, 1982, 1993, 2000; Ryan & Deci, 2000a, 2000b). Deci und Ryan (1993) unterscheiden zwischen Amotivation sowie intrinsischer und extrinsischer Motivation. Häufig werden extrinsische



und intrinsische Motivation als zwei Gegenpole dargestellt, die konträr sind (Wilde et al., 2009). Innerhalb der SDT jedoch werden sie als Kontinuum verstanden, welches in mehrere Stufen eingeteilt werden kann (Deci & Ryan, 1993). In Abbildung 11 sind die Stufen der Motivation abgebildet.

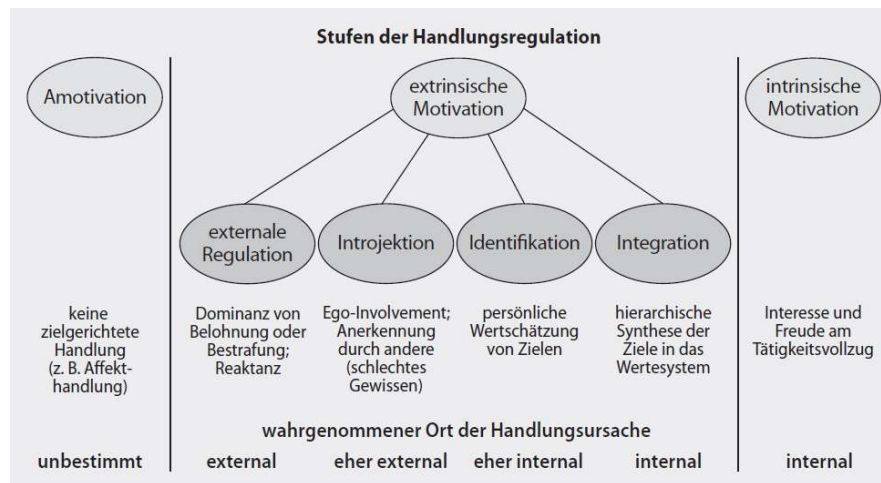


Abbildung 11: Die fünf Stufen der Motivation nach Deci und Ryan (Quelle: Krapp & Hascher, 2014b, S. 260)

Als amotiviert werden Verhaltensweisen bezeichnet, die keine Intention haben, kein Ziel verfolgen oder bei einem unkontrollierten Impuls entstehen. Beispielhaftes Verhalten ist das Dösen, Herumlungern oder auch ein Wutanfall. Hierbei ist der Ort der Handlungsursache unbestimmt (Deci & Ryan, 1993; Ryan & Deci, 2000a).

Extrinsisch motivierte Handlungen werden durchgeführt, damit der gewünschte Zielzustand erreicht wird, und haben deswegen eine instrumentelle Funktion (Krapp & Ryan, 2002). Beispiele für eine extrinsische Lernmotivation sind unter anderem die Noten oder die soziale Anerkennung (Huwer, 2015). In einem CS Projekt kann es aber auch die Sorge sein, dass der Staat oder die Gemeinde ihren Aufgaben nicht zur Genüge nachkommt (Phillips, 2017). In der SDT werden folgende vier Ausprägungen extrinsischer Motivation unterschieden, wobei sich der Grad der Fremd- bzw. Selbstbestimmung verändert (Krapp & Ryan, 2002):

- Externale Regulation: Für Handlungen, die external reguliert werden, gilt, dass sie komplett fremdbestimmt sind und dadurch auch als belastend und unangenehm empfunden werden können, da sie zum Beispiel Stress oder Angst hervorrufen (Krapp & Hascher, 2014b). Das Verhalten wird nur umgesetzt, da es eine Belohnung zum Beispiel gute Noten oder Geld gibt oder weil ungewollte Ereignisse vermieden werden wollen, zum Beispiel eine Bestrafung oder ein Verlust (Deci & Ryan, 1982). Das Verhalten ist dementsprechend nicht freiwillig oder selbstbestimmt und es wird auch nur durch die externen Gründe aufrecht erhalten (Deci & Ryan, 1993).

- Introjektion: Bei introjizierten Verhalten wird das Handlungsziel als notwendig anerkannt, aber es wird nicht in das eigene Selbst übernommen. Dies bedeutet, dass die Person selbst das Verhalten nicht möchte, durch den internen Zwang, beispielsweise das schlechte Gewissen, aber dazu gedrängt wird (Deci & Ryan, 1993; Krapp & Hascher, 2014b). Aus diesem Grund ist die Handlungsursache nicht selbstbestimmt, sondern eher external (Deci & Ryan, 2000).
- Identifikation: Die identifizierte Regulation weist ein höheres Maß an Selbstbestimmung auf. Hierbei wird das Verhalten als richtig und wertvoll angesehen (Krapp & Hascher, 2014b). Es liegt eine persönliche Relevanz dem Verhalten gegenüber vor (Deci & Ryan, 1993). Jedoch ist das Handlungsziel immer noch die Ursache der Motivation und nicht das Erleben der Handlung (Deci & Ryan, 2000).
- Integration: Die integrierte Regulation hat den höchsten Grad an Selbstbestimmung in der extrinsischen Motivation. Die Handlungsziele waren vormals external in ihrer Ursache, wurden aber von dem Individuum übernommen und in das eigene Selbst integriert. Dadurch wirkt das Verhalten sowohl für das Individuum als auch für die anderen authentisch (Krapp & Hascher, 2014b). Damit bildet die integrierte Regulation zusammen mit der intrinsischen Motivation die Grundlage für selbstbestimmtes Handeln.

Bei der intrinsischen Motivation liegt die Handlungsursache im Individuum selbst und nicht an äußeren Faktoren. Auch das Ziel der Handlung ist nicht ausschlaggebend für die Motivation, sondern der Vollzug der Handlungsdurchführung (Rheinberg, 2010). Für die intrinsische Lernmotivation könnte dieser Erlebniszustand zum Beispiel in Spannung oder Anregung bestehen (Huwer, 2015). Bei einem CS Projekt kann dies die Freude an der Arbeit in der Natur oder das eigene Interesse an der Thematik sein (Phillips, 2017). Das Konzept der intrinsischen Motivation wird in der SDT noch weiter ausgeführt, indem auch Annahmen über die Entstehung und Bedingungen intrinsischer Motivation formuliert werden, welche als Grundbedürfnisse bezeichnet werden (Krapp, 2005). Es sind drei Grundbedürfnisse vielfach empirisch bestätigt worden und lauten Autonomieerleben, Kompetenzerleben und soziale Eingebundenheit (Guderian, 2007; Hagger & Chatzisarantis, 2015). **Autonomieerleben** bedeutet nicht absolute Entscheidungsfreiheit. Es bezeichnet das Bedürfnis nach Selbstbestimmung und Eigenständigkeit in den Bereichen, die das Individuum selbstständig meistern kann (Guderian, 2007; Müller et al., 2008). Unter dem Bedürfnis des **Kompetenzerlebens** wird verstanden, dass das Individuum handlungsfähig ist und selbst gestellte Aufgaben erfolgreich lösen kann. Für das Lernen bedeutet dies, dass Unter- und Überforderung sich negativ auf das Kompetenzerleben auswirken (Vogt, 2007). Das Kompetenzerleben wird daher auch von der Autonomie beeinflusst, da für die Bewältigung der eigenen Anforderungen auch ein gewisser Grad an Selbstständigkeit nötig ist (Guderian, 2007). Die **soziale Eingebundenheit** beschreibt, dass jedes Individuum von seiner Bezugsgruppe, zum Beispiel der Klasse oder der Familie, angenommen und geschätzt werden möchte

und dementsprechend auch das Bedürfnis nach ausreichenden sozialen Kontakten hat (Krapp & Hascher, 2014b).

Die Motivation von Schülerinnen kann auf unterschiedliche Art und Weise bestimmt werden. Eine Möglichkeit ist das Messinstrument „Kurzskala intrinsische Motivation“ (KIM) zur Erfassung der Motivation bei Schülerinnen an außerschulischen Lernorten, welches an die Grundbedürfnisse angelehnt ist (Wilde et al., 2009). Hierbei werden mit zwölf Items die vier Dimensionen Interesse und Vergnügen, wahrgenommene Wahlfreiheit, wahrgenommene Kompetenz sowie der erlebte Druck als negativer Prädiktor erhoben.

### 2.6.2 Citizen Science und Motivation

In der Forschung über CS ist die Anzahl an Untersuchungen über die Motivation der Teilnehmenden in den letzten zehn Jahren angestiegen (Del Bianco, 2018). Die meisten Studien greifen zur Erfassung der Motivation auf schriftliche Befragungen, Interviews oder Analysen von Schriftstücken zum Beispiel Einträge auf Foren zurück (Aristeidou et al., 2017).

Die Motivation von Teilnehmenden innerhalb eines CS Projekts ist dynamisch und kann sich über die Zeit verändern (Curtis, 2015). Sie ist komplex, sie ist abhängig vom jeweiligen Kontext und der Situation und sie kann multifaktoriell sein, so dass mehrere Motive die gleiche Handlung begründen (Phillips, 2017). Als initiale Motivation, um an einem CS Projekt teilzunehmen, wurden häufig zwei Aspekte identifiziert (Aristeidou et al., 2017). Zum einen beruht die Motivation zur Teilnahme auf egoistischen Zielen wie dem eigenen Interesse und dem Erwerb neuer Fähigkeiten in dem zu erforschenden Gebiet (Aristeidou et al., 2015; Rotman et al., 2012; Rotman et al., 2014). Zum anderen kann die initiale Motivation aber auch auf altruistischen Zielen beruhen. Dazu gehören zum Beispiel die Bedeutung der Arbeit als Beitrag zur Wissenschaft (Curtis, 2015; Raddick et al., 2013). Für Kinder und Jugendliche spielen als initiale Motivation vor allem die persönlichen Werte und die Lernmöglichkeiten eine übergeordnete Rolle (Del Bianco, 2018).

Wenn Teilnehmende über einen längeren Zeitraum in einem Projekt aktiv sind, verändert sich ihre Motivation. Den Freiwilligen ist nun wichtiger, welche Beziehungen sie in dem Projekt aufbauen können und welche Anerkennung oder Zuschreibung sie durch ihre Arbeit erfahren (Rotman et al., 2012; Rotman et al., 2014). Del Bianco (2018) hat festgestellt, dass Kinder und Jugendliche mit einer höheren Motivation häufiger bereit sind, länger in einem Projekt mitzuwirken, und sich auch der Organisation verbundener fühlen.

Wright et al. (2015, S. 1023) haben fünf Motivatoren für die Teilnehmenden in CS Projekten in ihrer Studie validiert, welche im Folgenden gelistet sind und dabei der Wichtigkeit nach geordnet sind:

1. Zeit in der Natur verbringen

2. persönliche Werte
3. persönliche Entwicklung
4. soziale Interaktionen
5. Projektorganisation

Mehrere Studien haben gezeigt, dass Teilnehmende, die eine höhere intrinsische Motivation haben, länger und intensiver teilnehmen (Borst, 2010; Eveleigh et al., 2014; Nov et al., 2011), einen höheren Wissenszuwachs haben und ein höheres Engagement aufweisen (Phillips, 2017). Phillips (2017) und Phillips et al. (2019) haben in ihrem Modell über das Engagement in CS Projekt deshalb die Motivation als Zentrum dargestellt, da sie annehmen, dass diese alle Dimensionen beeinflusst (siehe Abbildung 12). In diesem aufgezeigten Modell wird angenommen, dass das Engagement der Teilnehmenden in CS Projekten von ihren Aktivitäten, ihren Gefühlen und Emotionen, den kognitiven Reizen und den Lernmöglichkeiten sowie von den sozialen Beziehungen innerhalb des Projekts abhängt. Alle vier Dimensionen werden dabei von der intrinsischen und extrinsischen Motivation der Teilnehmenden überlagert und beeinflusst (Phillips, 2017; Phillips et al., 2019).

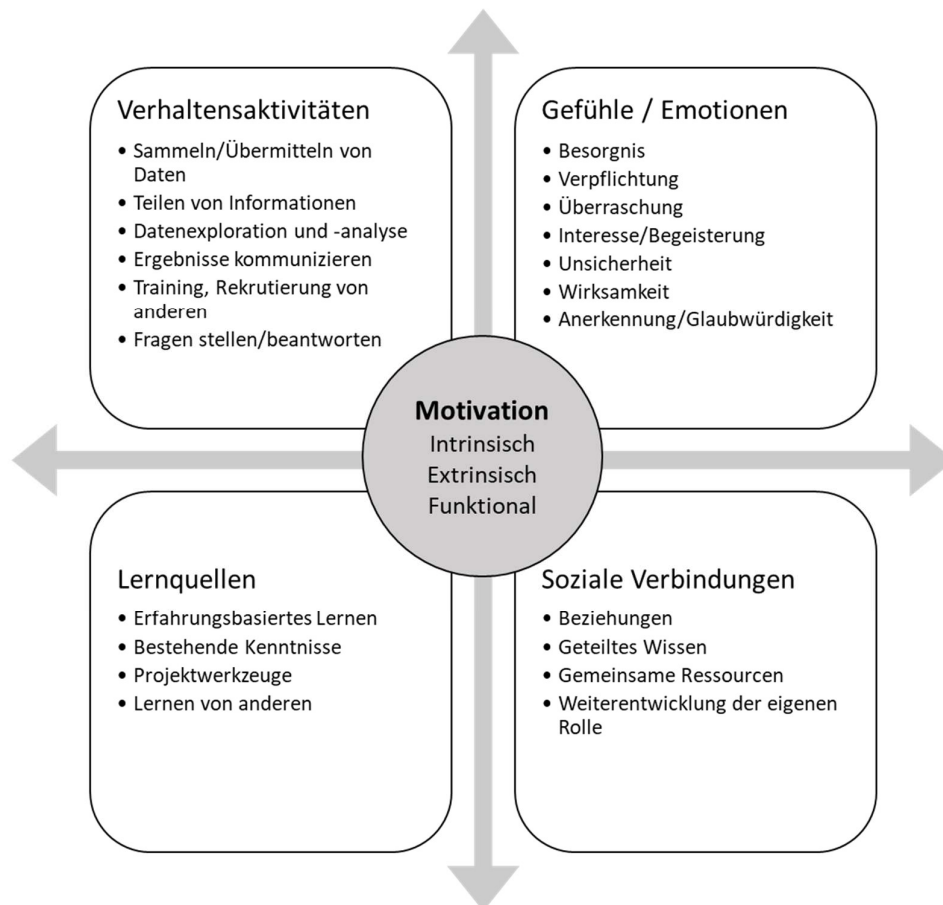


Abbildung 12: Rahmenwerk zu den Dimensionen des Engagements in CS (Phillips et al., 2019, S. 684, übersetzt)

Insgesamt konzentrieren sich die meisten Studien auf die Erforschung der Motivation von Erwachsenen und finden selten mit Jugendlichen und Kindern und im schulischen Kontext statt (Del Bianco, 2018). Tyson (2019) hat in ihrer Studie die Motivation von Lehrkräften bezüglich einer Teilnahme an einem CS Projekt untersucht. Ihre Hauptmotivation liegt in der Erweiterung des Curriculums für die Schülerinnen durch die Teilnahme und deren Erfahrungen innerhalb dieses realen wissenschaftlichen Projekts. Zur Gewinnung der Lehrkräfte für die Teilnahme am CS Projekt war das persönliche Gespräch von sehr viel größerer Bedeutung als die Briefe oder die E-Mails. Folgende fünf Aspekte charakterisieren nach Tyson (2019, S. 11) gute CS Projekte im schulischen Kontext: Die CS Projekte sollten bezüglich der Zeit und der Ausstattung für die Lehrkräfte einfach zu implementieren sein und an das Curriculum anschließen. Die Thematik des Projekts sollte gut erkennbar sein, für Lernende greifbar und von Notwendigkeit sein. Außerdem sollten die Projekte an die Lebenswelt der Schülerinnen anschließen oder diese sogar aufgreifen.

## 2.7 STAND DER FORSCHUNG ZU CITIZEN SCIENCE

Es existieren viele Studien zu SL und Umweltbildung, jedoch wenige Studien zu diesen Themen in CS. In vielen CS Projekten wird der Lernerfolg der Teilnehmenden angenommen oder vermutet, jedoch selten empirisch geprüft (Bela et al., 2016). Die Studien, die den Lernerfolg prüfen, nehmen dabei Erwachsene häufiger in den Fokus als Kinder und Jugendliche (Kountoupes & Oberhauser, 2008).

Bei den meisten Studien handelt es sich um qualitative Studien, die durch Interviews oder Dokumentenanalysen die Erfahrungen der Teilnehmenden versuchen zu erfassen und zu beschreiben (unter anderem Haywood, 2016; Trumbull et al., 2000). Andere Studien haben einen quantitativen Ansatz mit einer einmaligen schriftlichen Befragung gewählt, wobei zumeist die selbstberichteten Veränderungen durch die Teilnahme erhoben werden (unter anderem Land-Zandstra et al., 2016; Lewandowski & Oberhauser, 2015). Von einigen wurden die qualitativen und quantitativen Ansätze kombiniert, um einen tieferen Einblick in die Wirkungen von CS auf die Teilnehmenden zu bekommen (unter anderem Chase & Levine, 2018; Evans et al., 2005). Wenige Studien nutzten den quantitativen Ansatz der Interventionsstudie, um Veränderungen der Teilnehmenden direkt messen zu können (unter anderem Brossard et al., 2005; Jordan et al., 2011). In Tabelle 5 sind diese Studien mit ihrer Methodik und den Ergebnissen zusammengefasst.

Im Rahmen von CS Projekten nennen Bonney, Cooper et al. (2009) verschiedene Aspekte, um die Förderung von SL zu prüfen. Dabei beziehen sie sich auf einfach zu messende Variablen wie die Zeitspanne der Beteiligung oder die Anzahl an Besuchern des Internetauftritts, aber auch schwieriger zu erfassende Variablen wie das Verständnis des wissenschaftlichen Prozesses, die Veränderung der

Einstellung zu Naturwissenschaften, die Fähigkeiten, wissenschaftliche Aufgaben durchzuführen, oder das Interesse an Naturwissenschaften. Die meisten Studien zu den Auswirkungen auf die Teilnehmenden konzentrieren sich auf die einfacher zu erhebenden Konstrukte wie das Fachwissen oder das Wissen über die Naturwissenschaften. Die schwerer zu erfassenden Konstrukte wie Einstellungen oder Verhalten werden seltener erhoben (Bela et al., 2016). Häufig untersuchte Outcomes sind das Fachwissen, bzw. das jeweilige Kontextwissen, die Einstellungen bezüglich Umwelt und Naturwissenschaften, das Wissen über Naturwissenschaften häufig in Form von NOS und das Umweltverhalten.

In einer der ersten Studien zeigten Trumbull et al. (2000) an Hand der Analyse von 750 Briefen und Rückmeldungen, dass 78 % der Teilnehmenden wissenschaftlich gedacht und gehandelt haben, weshalb sie auf eine Förderung der **SL** durch CS Projekte schlossen. Evans et al. (2005) führte 45 Interviews und befragten die Teilnehmenden eines Monitoringprojekts zu Vögeln schriftlich und konnten keine Förderung über das Verständnis des wissenschaftlichen Arbeitens feststellen. Einen Fachwissenszuwachs und eine höhere Schutzeinstellung zu der Region konnten sie dennoch messen. Ähnliche Ergebnisse ergaben auch die Onlineumfrage von Land-Zandstra et al. (2016), in welcher durch selbstberichtete Fragen ein leichter Anstieg des Kontextwissens, aber keine Veränderung des Wissens über die Naturwissenschaften gefunden wurde. Auch die Interventionsstudien kommen zu keinem einheitlichen Ergebnis, was die Förderung der SL durch CS betrifft. Bei drei von sechs Studien wird eine Förderung des **Wissens über die Naturwissenschaften** festgestellt (Cronje et al., 2011; Krach et al., 2019; Price & Lee, 2013). Eine positivere **Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften** wird bei Krach et al. (2019) und Price und Lee (2013) durch Prä- und Posttests festgestellt, wohingegen Brossard et al. (2005) und Crall et al. (2013) keine Veränderungen messen konnten. Haywood et al. (2016) konnten durch eine schriftliche Befragung und Interviews feststellen, dass der Wert der Naturwissenschaften für die Befragten durch die Teilnahme an CS Projekten stieg. Bei Krach et al. (2019) stieg bei 50 % der Schülerinnen unter anderem das Interesse an einer naturwissenschaftlichen Karriere. Bei Vitone et al. (2016) wiederum konnten die CS Projekte zu Insekten weder das Vertrauen in, noch das Interesse an den Naturwissenschaften bei den College Studierenden stärken.

Einen **Fachwissenszuwachs** wie bei Evans et al. (2005) weisen fast alle Studien auf, unter anderem bei Cosquer et al., 2012; Druschke & Seltzer, 2012; Fernandez-Gimenez et al., 2008; Haywood et al., 2016; Sickler et al., 2014; Toomey & Domroese, 2013. Auch die Interventionsstudien können alle einen Anstieg an Kontextwissen nachweisen (Branchini et al., 2015; Brossard et al., 2005; Crall et al., 2013; Jordan et al., 2011; Krach et al., 2019; Poppe et al., 2013). Vitone et al. (2016) kommen zu einem gänzlich anderem Ergebnis. In der betreffenden Studie haben Bachelorstudierende im Rahmen einer Nebenfachveranstaltung in der Biologie an einem von zwei CS Projekten zu Insekten teilgenommen.

Der Fachwissenszuwachs der Studierenden zeigt dabei aber keine Abhängigkeit von dem belegten CS Projekt.

Studien, welche die **Umwelteinstellung** untersuchen, zeigen wiederum unterschiedliche Ergebnisse (Gommermann & Monroe, 2012). So führen zwei der Interventionsstudien zu einer Verbesserung der Umwelteinstellung (Jordan et al., 2011; Krach et al., 2019) und zwei der Studien können keine Veränderung feststellen (Brossard et al., 2005; Crall et al., 2013). Auch die Studien, welche nur einmalig die Teilnehmenden befragten, zeigen unterschiedliche Ergebnisse. So stieg die Umwelteinstellung bei Chase und Levine (2018) bei 50 % der Befragten von acht unterschiedlichen CS Projekten. Druschke und Seltzer (2012) wiederum konnten bei der Evaluation eines CS Projekts zu Bienen keine Einstellungsänderung feststellen.

Die Ergebnisse zum **Umweltverhalten** zeigen bei den Interventionsstudien ein fast einheitliches Bild. Sowohl bei Crall et al. (2013), Jordan et al. (2011) als auch Krach et al. (2019) berichten die Befragten, sich nach der Teilnahme umweltbewusster in Bezug auf den Kontext zum Beispiel invasive Pflanzenarten zu verhalten. Auch Cosquer et al. (2012) zeigen in ihrer Interviewstudie, dass die Befragten sich nach der Teilnahme umweltbewusster verhalten. In diesem Fall verhielten sich die Befragten im eigenen Garten insektenfreundlicher. Druschke und Seltzer (2012) wiederum können keine Veränderung des Umweltverhaltens feststellen.

Tabelle 5: Übersicht über die Interventionsstudien im Kontext von CS

<b>Branchini et al. (2015)</b>	
<b>Thematik</b>	Monitoring der Biodiversität von Korallenriffen in Ägypten, Sudan und Saudi-Arabien durch Taucherinnen (Touristen, Guides, Locals), dabei Förderung der Umweltbildung
<b>Alter / Stichprobe (N)</b>	Von Jugendlichen bis Rentner, 70 % zwischen 31 & 60 Jahren alt; N = 212 (nur Ägypten)
<b>Studiendesign</b>	Quantitativ: Vor- und Posttest
<b>Theoretische Grundlagen</b>	/
<b>Transfer in Testaufgaben</b>	9 Fragen Kontextwissen zu Biologie und Ökologie von Riffen, Bewusstsein über menschlichen Einfluss auf die Riffe, alles geschlossen Fragen
<b>Zentrale Ergebnisse</b>	signifikantes Wachstum des Kontextwissens als auch des Bewusstsein über menschliche Einflüsse
<b>Brossard et al. (2005)</b>	
<b>Thematik</b>	CS Projekt zu Vögeln und zu Informationen (Bildungsmaterialien) zu Vögeln, Umwelt und Wissenschaft, Länge: eine Saison, Fokus: Datensammlung
<b>Alter / Stichprobe (N)</b>	Versuchsgruppe: Erwachsene, die zum ersten Mal an dem Projekt teilnehmen, Kontrollgruppe: TN aus anderen Projekten der Organisation
<b>Studiendesign</b>	Quantitativ: Vor- und Posttest mit Kontrollgruppen, keine persönlichen Veränderungen nachvollziehbar
<b>Theoretische Grundlagen</b>	Einstellung nach Fishbein und Ajzen, Theorie des erfahrungsbasierten Lernens
<b>Transfer in Testaufgaben</b>	Einstellung gegenüber Wissenschaft: MATOS (modifizierte ATOS, attitude toward organized science scale), Einstellung gegenüber Umwelt: mittels einer Subskala des NEP-Modells mit drei Items und fünfstufiger Likertskala, Verständnis des wissenschaftlichen Prozesses: durch eine geschlossenen und eine offene Frage (nach Wissenschaft und Indikatoren), Wissen über Vögel: eigens entwickelte Skala mit 10 Items
<b>Zentrale Ergebnisse</b>	Nur das Wissen verändert sich vom Vor- zum Posttest signifikant im Vergleich zur Kontrollgruppe, keine Einstellungsveränderung zu Umwelt und Wissenschaft
<b>Crall et al. (2013)</b>	
<b>Thematik</b>	CS Projekt zu invasiven Arten mit 4 * 45 min Lehrmaterialien / 8 Stunden Training (in- und outdoor); Interventionsstudie mit Bezug zum Training
<b>Alter / Stichprobe (N)</b>	Erwachsenenbildung, N unbekannt
<b>Studiendesign</b>	Quantitativ: Experimenteller Rahmen, Vor- und Posttest mit Kontrollgruppe
<b>Theoretische Grundlagen</b>	Einstellungsänderung
<b>Transfer in Testaufgaben</b>	Wissen zu wissenschaftliches Arbeiten, Kontextwissen (eigene Fragen), Einstellung zu Wissenschaft und Umwelt (MATOSS, NEP), Selbstberichtetes Verhalten (eigene Fragen), Einfluss der Erfahrung, Kovariablen
<b>Zentrale Ergebnisse</b>	Nur das Kontextwissen und das geplante/aktuelle Verhalten unterscheidet sich zwischen Kontroll- und Vergleichsgruppe
<b>Cronje et al. (2011)</b>	
<b>Thematik</b>	CS Projekt über invasive Pflanzenarten, wobei das die Wirkung des 2-tägigen Trainings untersucht wird; Vergleich zweier Testinstrumente zur Erhebung von SL
<b>Alter / Stichprobe (N)</b>	Erwachsene, N = 57, N Kontrollgruppe = 90
<b>Studiendesign</b>	Quantitativ: Vor- und Posttest zu dem Training; mit Kontrollgruppe
<b>Theoretische Grundlagen</b>	Forschendes Lernen
<b>Transfer in Testaufgaben</b>	Entwicklung 4 neuer Items, geschlossen und offen, sowie Skala SEI nach Brossard et al. (2005) als Vergleich
<b>Zentrale Ergebnisse</b>	Neues Messinstrument zeigt signifikante Unterschiede zwischen Vor- und Posttest, SEI zeigt keine Veränderung.
<b>Jordan et al. (2011)</b>	
<b>Thematik</b>	CS Projekt zu invasiven Pflanzen mit Erwachsenen, Intervention: 8-Stunden Training vor der Datensammlung (Infos zu Ökologie und invasiven Arten, hands-on Training zum Identifizieren der Pflanzen), 4-Stunden Diskussion nach der Datensammlung
<b>Alter / Stichprobe (N)</b>	Erwachsene, N = 82
<b>Studiendesign</b>	Quantitative Studie, Befragung mit Stift/Papier, Vor-/Post- und Follow up Test (nach 6 Monaten)
<b>Theoretische Grundlagen</b>	Fragen zu Umweltsensibilität, Wissen über Ökologie und invasive Arten, Einstellung zu invasiven Arten, Verhalten zu invasiven Arten (selbstberichtet), Fragen zum Verständnis von NOS, Einstellung zur Wissenschaft
<b>Transfer in Testaufgaben</b>	offene Frage oder Kurzantworten-Fragen, Likertskala (4 Punkte bei invasiven Pflanzen, für andere Fragen 5 Punkte Skala)
<b>Zentrale Ergebnisse</b>	Attitude towards Environmental Issues: Die Veränderung waren nur moderat, das Wissen über die Umweltprobleme ist vom Vor- zum Follow up Test aber angestiegen. Content Knowledge: Das Wissen ist um 24 % angestiegen. NOS: wenig Veränderung. Science Process Skills: schwer zu interpretieren, wurde in 2001 weggelassen. Verhalten: 70 % der TN berichten, dass sich ihr Verhalten durch das CS Projekt verändert hat.



<b>Kelemen-Finan et al. (2013)</b>	
<b>Thematik</b>	CS Projekte zu Biodiversität mit Schülerinnen, Untersuchung des Naturschutzinteresses, Begünstigungen durch CS und Einfluss der Motivation
<b>Alter / Stichprobe (N)</b>	10./11. Schuljahr, 15-17 Jahre; N = 77
<b>Studiendesign</b>	Vor- und Posttest, ergänzende Beobachtungen und Lehrerfragebogen
<b>Theoretische Grundlagen</b>	Forschungsorientiertes, selbstständiges Lernen in Kleingruppen
<b>Transfer in Testaufgaben</b>	Interesse und Einstellung bzgl. Naturschutz, Bewertung der einzelnen Aktivitäten
<b>Zentrale Ergebnisse</b>	Erfolgsfaktoren: Naturerlebnis wurde am besten bewertet und die Kooperation mit den Wissenschaftlerinnen und den Studierenden; attraktive Abwechslung zum Schulalltag, Benutzung der technischen Medien übte keinen Reiz auf die Schülerinnen aus, im Gegensatz zu dem direkten Naturkontakt.
<b>Krach et al. (2019)</b>	
<b>Thematik</b>	Auswirkungen von LiMPETS (Long-term Monitoring Program and Experiential Training for Students), welches Monitoring von wirbellosen Tieren und Algen an der kalifornischen Küste für Klasse 6-12 organisiert
<b>Alter</b>	6. – 12. Klassen
<b>Studiendesign / Stichprobe (N)</b>	Mixed Methods: einmalige Befragung / N=127, Vor- und Posttest / N=202, sowie Interviews mit Lehrenden und Lernenden / N=65
<b>Theoretische Grundlagen</b>	Forschendes Lernen durch CS
<b>Transfer in Testaufgaben</b>	Multiple Choice Fragen zu Fachwissen und Naturwissenschaften, Likertskalen zur Einstellung zu Naturwissenschaft und Umwelt, semistrukturierte Befragung zu Interesse an den Naturwissenschaften und Umweltbewusstsein
<b>Zentrale Ergebnisse</b>	Wissen über die Naturwissenschaften und den Kontext steigt, Interesse an einer naturwissenschaftlichen Karriere steigt bei 50% der Schülerinnen, das Interesse am Meeresschutz steigt, die Schülerinnen berichten vermehrt ihr Umweltverhalten verbessert zu haben
<b>Poppe et al. (2013)</b>	
<b>Thematik</b>	CS Projekt an Schulen: nachhaltiges Flussgebietsmanagement im Rahmen von Sparkling Science
<b>Alter / Stichprobe (N)</b>	N=39, 2 Klassen
<b>Studiendesign</b>	Vor- und Posttest
<b>Theoretische Grundlagen</b>	Systemwissen: geteilt in 3 Blöcke: Wissenschaft, Systemverständnis Flüsse und Auen, Geodaten Motivation und Interesse
<b>Transfer in Testaufgaben</b>	Offene Fragen zu den drei Blöcken
<b>Zentrale Ergebnisse</b>	Signifikanter Wissenszuwachs, jüngere Schülerinnen haben größeren Wissenszuwachs, der Zuwachs beschränkt sich aber größtenteils auf Faktenwissen, Ursach-Wirkungswissen steigt nur gering, das Systemverständnis zu Flüssen und Auen steigt um 47%; Motivation war bei den Feldarbeiten (Kartierungen) am höchsten, Interesse war die gesamte Zeit über hoch
<b>Price und Lee (2013)</b>	
<b>Thematik</b>	Untersuchung der Veränderung der SL von TN eines astronomischen CS Projekt
<b>Alter / Stichprobe (N)</b>	Erwachsene; Quantitativ: N Vortest = 3180, N Posttest = 333; Qualitativ: N = 9
<b>Studiendesign</b>	Mixed Design aus Onlinebefragung (Vor- und Posttest nach 6 Monaten) und ergänzenden Interviews
<b>Theoretische Grundlagen</b>	/
<b>Transfer in Testaufgaben</b>	Fragebogen: Einstellung zu Wissenschaft und NOS, gekürzt, beide Likertskaliert; Interviews: 11 offene Fragen zur Teilnahme, zu den Aktivitäten, etc.
<b>Zentrale Ergebnisse</b>	Interesse in Astronomie und Wissenschaft war hoch bei allen Zeitpunkten; Einstellung zur Wissenschaft und NOS wuchsen signifikant von Vor- zu Posttest, zu Anfang war die Einstellung jedoch schon sehr hoch
<b>Vitone et al. (2016)</b>	
<b>Thematik</b>	Biologiekurs zu Insekten für College-Studenten, die kein naturwissenschaftliches Hauptfach haben, TN an dem CS Projekt "School of Ants" oder "Backyard Bark Beetles"
<b>Alter / Stichprobe (N)</b>	Studierende (Undergraduates), 4 Gruppen über 4 Semester, N=102
<b>Studiendesign</b>	Mixed Methods mit Fokusgruppen, Prä- und Posttests, Diskussionsgruppen
<b>Theoretische Grundlagen</b>	Einstellung zu Naturwissenschaften, Fachwissen
<b>Transfer in Testaufgaben</b>	Fragebogen mit eigens erstellten Items, vorbereitete Diskussionsfragen
<b>Zentrale Ergebnisse</b>	Das Fachwissen steigt, korreliert aber nicht mit dem CS Projekt, Einstellung gegenüber Insekten steigt signifikant, das Vertrauen und das Interesse in die Naturwissenschaften steigt nicht signifikant

Die Studien im **schulischen Kontext** zeigen vergleichbare Ergebnisse zu den Studien im informellen Bildungsbereich. Ballard, Robinson et al. (2017) zeigen in ihrer Studie zu den zwei CS Projekten LiMPETS (Küstenschutz in Kalifornien) und in EBAYS (Wasser- und Luftverschmutzung), dass Schülerinnen zum Naturschutz beitragen können und ihr **Umweltbewusstsein und –wissen** erweitert wird.

Sowohl bei Kelemen-Finan et al. (2013) als auch bei Poppe et al. (2013) wurde festgestellt, dass den Schülerinnen die direkte Naturerfahrung und die Feldarbeiten am meisten Spaß und Freude bereiteten, sie diese am interessantesten fanden und ihre **Motivation** dort am höchsten war. Auch die Studie von Kountoupes und Oberhauser (2008) bestätigt, dass die Kinder und Jugendlichen am meisten Spaß und Freude bei der Arbeit draußen haben und Arbeiten wie die Dateneingabe am PC scheuen. Dies stimmt auch mit Aussagen der anderen Projekte überein, wo Teilnehmenden die praktischen Arbeiten bevorzugen und die theoretischen Arbeiten lieber den Wissenschaftlerinnen überlassen (Curtis, 2015; Phillips et al., 2019):

*"In fact, most participants had little desire to conduct statistical analyses or read technical papers, let alone conduct their own investigations— they were happy to "leave that to the scientists."  
(Phillips et al., 2019, S. 686).*

Ringel et al. (2014) zeigen in ihrer Studie über das Programm „Sparkling Science“ aus Österreich, dass die Barrieren, die zwischen Wissenschaftlerinnen und Lernenden bestehen, durch ein CS Projekt nicht niedriger werden, sondern gleich bleiben. Der Doppelzweck von Wissenschaft und Bildung ist dementsprechend nicht oder nur kaum möglich, da die Ziele der beiden Gruppen nicht gleichzeitig vereinbar seien. Allerdings zeigen die Schülerinnen eine höhere Motivation bei CS Projekten aufgrund der Relevanz der Arbeit für die Wissenschaftlerinnen und der Realitätsnähe der Arbeiten (Ballard, Robinson et al., 2017).

Insgesamt weisen viele der Interventionsstudien, welche in Tabelle 5 dargestellt sind, Einschränkungen auf: Viele haben nur ein CS Projekt untersucht, sie haben dementsprechend keine Variation in ihrer Intervention und haben auch keine Kontrollgruppen (unter anderem Branchini et al., 2015; Price & Lee, 2013; Toomey & Domroese, 2013). Dadurch sind sie in ihrer Übertragbarkeit und in ihren Schlussfolgerungen für die Gestaltung von Projekten nur eingeschränkt zu interpretieren und gehören den nicht-experimentellen Studien an. Eine Ausnahme sind hier die Studien von Brossard et al. (2005), welche eine Kontrollgruppe einsetzte, sowie Crall et al. (2013) und Cronje et al. (2011), welche beide eine Kontrollgruppe hatten und ein experimentelles Setting zur Wirkung eines Trainings im Rahmen von CS umsetzen. Des Weiteren zeigt die Tabelle, dass viele Messinstrumente selbst entwickelt wurden (unter anderem Krach et al., 2019; Vitone et al., 2016). Dementsprechend ist die Validität der Messinstrumente häufig ungeklärt.

Zusammengefasst zeigen die Studien ein diverses Bild bei den Potentialen für die Teilnehmenden. Eine Übersicht der Ergebnisse der Interventionsstudien ist in Tabelle 6 dargestellt. Bei allen Bildungspotentialen gibt es Studien, welche eine Förderung des jeweiligen Potentials durch CS empirisch zeigen, und Studien, die diese Förderung nicht unterstützen. Gründe für diese uneinheitlichen Ergebnisse können in der verschiedenen Gestaltung der einzelnen CS Projekte liegen. In Kapitel 2.8 werden CS Projekte deshalb in ihrer Diversität analysiert, sortiert und nach Modellen geordnet.

Tabelle 6: Übersicht über die Ergebnisse der Interventionsstudien (• - keine Veränderung, ↗ - Verbesserung, Nawi - Naturwisse)

	NOS	Einstellung Nawi	Umwelteinstellung	Umweltverhalten	Fachwissen
Branchini et al. (2015)					↗
Brossard et al. (2005)	•	•	•		↗
Crall et al. (2013)	•	•	•	↗	↗
Cronje et al. (2011)	↗				
Jordan et al. (2011)	•		↗	↗	↗
Krach et al. (2019)	↗	↗	↗	↗	↗
Price und Lee (2013)	↗	↗			

## 2.8 EINTEILUNG VON CITIZEN SCIENCE PROJEKTEN

Die meisten Modelle für die Charakterisierung von CS Projekten werden an Hand der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess unterschieden. Im Folgenden wird der Begriff "Partizipation" definiert und die wichtigsten Modelle, die auf der Partizipation aufbauen, beschrieben.

### 2.8.1 Definition von Partizipation

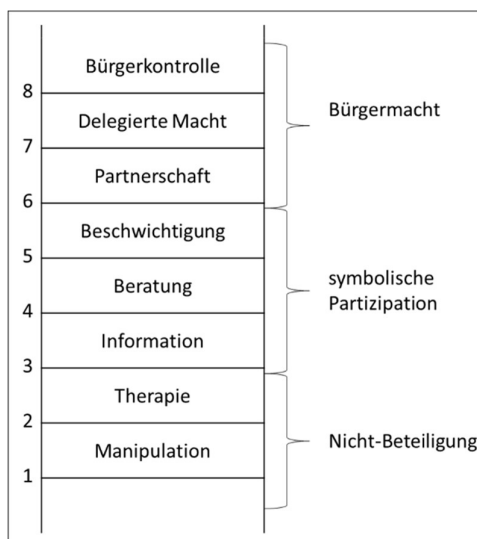


Abbildung 13: Die Leiter der Partizipation (Quelle: Arnstein, 1969, S. 217, übersetzt nach Kersting, 2008, S. 16)

Der Begriff Partizipation erfährt seit den 60er Jahren in verschiedenen Bereichen einen Aufschwung, unter anderem in der Politik, der Bildung und der Forschung und seit der Digitalisierung auch verstärkt in der naturwissenschaftlichen Arbeit (Kohout, 2003). Ein Grundwerk der Partizipationsforschung ist die „Ladder of Participation“ nach Arnstein (1969), welche in Abbildung 13 dargestellt ist. Die Leiter stellt Beteiligungsprozesse von Bürgerinnen in öffentlichen Planungen dar und ist auf zahlreiche andere Fachbereiche übertragen worden (Haklay, 2018). Die untersten Stufen stellen die „Nicht-Beteiligung“ mit der Manipulation und Therapie dar. In diesen Stufen findet keine Partizipation statt, sondern die

Teilnehmenden werden nur belehrt oder kuriert. Der zweite Abschnitt wird als symbolische Partizipation bezeichnet und auch hier handelt es sich um keine aktive Beteiligung. Die Bürgerinnen werden durch unterschiedliche Instrumente informiert, beraten oder beschwichtigt, haben aber keine Möglichkeit, an Entscheidungen teilzuhaben. Die aktive Partizipation wird als Bürgermacht bezeichnet und umfasst die Stufen der Partnerschaft, der delegierten Macht und der Bürgerkontrolle (Arnstein, 1969; Kersting, 2008).

### 2.8.2 Partizipation am wissenschaftlichen Prozess als Kategorisierung

Die meisten Modelle, die CS Projekte kategorisieren, haben als Grundlage die Partizipation am wissenschaftlichen Prozess und zum Teil auch die Leiter der Partizipation nach Arnstein (Haklay, 2018). Der wissenschaftliche Prozess wird unter anderem in folgende Schritte eingeteilt: Wahl oder Definition der Forschungsfrage, Informationsbeschaffung, Hypothesengenerierung, Design der Datenaufnahme, Datenaufnahme, Stichprobenziehung, Analyse der Stichproben, Analyse der Daten, Interpretation und Schlussfolgerungen, Verbreitung der Schlussfolgerungen, Ergebnisse diskutieren, neue Forschungsfragen generieren (Burger, 2016, S. 24). In Tabelle 8 sind die unterschiedlichen Modelle der Kategorisierung von CS Projekten als Vergleich zusammengestellt.

Als erste haben Bonney, Ballard et al. (2009) ein Modell zur Einteilung von CS Projekten entwickelt. Dieses besteht aus den drei Stufen: *Contributory*, *Collaborative* und *Co-created*. *Contributory* Projekte werden von Wissenschaftlerinnen gestaltet und bei dieser Projektart liegt der Fokus auf den Daten. Bei der überwiegenden Zahl der Projekte handelt es sich hierbei um einen klassischen Top-down Ansatz. Dadurch beschränkt sich die Teilnahme der Freiwilligen zumeist auf die Datenaufnahme. In *contributory* Projekten wird angenommen, dass die Datenqualität hoch ist und dass die Lerneffekte für die Teilnehmenden eher gering sind. In *collaborative* Projekten werden die Teilnehmenden als die Assistentinnen von Wissenschaftlerinnen betrachtet. Ihre Aufgaben umfassen neben der Datenaufnahme zum Teil auch die Analyse und die Mitarbeit am Studiendesign. Dadurch wird angenommen, dass die Qualität der Daten sinkt, aber das Bildungspotential steigt. In *co-created* Projekten arbeiten Freiwillige und Wissenschaftlerinnen gleichberechtigt zusammen. Dies bedeutet, dass die Freiwilligen in allen Stufen des wissenschaftlichen Prozesses, von der Forschungsfrage bis zur Diskussion, mitarbeiten können. Dadurch wird einerseits eine geringe Qualität der Daten angenommen, andererseits ein hohes Potenzial für Lerneffekte bei den Teilnehmenden unterstellt. Bei dieser Kategorie der Projekte wird häufig von einem Bottom-up Prozess ausgegangen, das heißt, die Initiative geht von Seiten der Freiwilligen aus. In Tabelle 7 ist diese Typologie anhand der Schritte des Forschungsprozesses dargestellt.

Tabelle 7: Dreistufige Typologie nach Bonney, Ballard et al. (2009, S. 17, verändert), X – Öffentlichkeit nimmt an dem Schritt teil, (X) – Öffentlichkeit nimmt manchmal an dem Schritt teil

Stufen im Wissenschaftlichen Prozess	„Contributory“ Projekten	„Collaborative“ Projekten	„Co-created“ Projekten
Auswahl / Definition der Forschungsfrage			X
Entwicklung von Hypothesen			X
Entwicklung des Studiendesigns		(X)	X
Datenaufnahme / Probennahme	X	X	X
Analyse der Proben		X	X
Analyse der Daten	(X)	X	X
Interpretation, Schlussfolgerungen		(X)	X
Verbreitung der Schlussfolgerungen	(X)	(X)	X
Diskussion und Ausblick			X

Shirk et al. (2012) erweitern das dreistufige Modell nach Bonney, Ballard et al. (2009) um zwei zusätzliche Gruppierungen: *Contractual* und *Collegial Projects*. *Contractual* Projekte werden in Bonney's Modell noch unterhalb der *contributory* Projekte einsortiert. Hierbei geht das Forschungsinteresse zwar von Bürgerinnen oder Gruppen aus, die Umsetzung wird jedoch komplett von den Wissenschaftlerinnen übernommen. Die *collegial* Projekte werden oberhalb der *co-created* Projekte eingeordnet. Hierbei untersuchen Bürgerinnen oder Gruppen eigenständig Forschungsfragen, die nur zum Teil Aufmerksamkeit der institutionellen Forschung erhalten.

Ein weiteres Modell wurde von Haklay (2013) veröffentlicht. Er bezieht sich dabei vor allem auf geographische CS Projekte. Das Modell besteht aus vier Leveln, wobei *Crowdsourcing* als Level 1, *Distributed Intelligence* als Level 2, *Participatory Science* als Level 3 und *Extreme Citizen Science* als Level 4 bezeichnet wird. Projekte, die dem *Crowdsourcing* zugeordnet werden, zeichnen sich dadurch aus, dass sie auf menschliche oder materielle Ressourcen bezogen sind. Darunter fallen Projekte, die auf die Rechnerleistung von Freiwilligen zurückgreifen oder Freiwillige, die vor allem Sensorarbeiten erledigen. Das bedeutet, sie senden zum Beispiel Daten, die sie mit dem Smartphone erheben, über eine App an Wissenschaftlerinnen. Projekte, die zu *distributed Intelligence* zählen, beteiligen Freiwillige vor allem durch kognitive Teilnahme, indem sie Aufgaben oder Interpretationen bearbeiten. Dabei durchlaufen sie zum Teil auch einführende Übungsaufgaben. Das dritte Level wird auch als *Community Science* bezeichnet. Dabei definieren Freiwillige die Probleme gemeinsam mit den Wissenschaftlerinnen und helfen bei der Datenerhebung. In die anderen Schritte werden sie aber meist nur oberflächlich einbezogen, da ihnen oftmals das Wissen hierzu fehlt. Im höchsten Level, dem *extreme CS*, arbeiten Freiwillige meist selbstständig an eigenen Fragestellungen. Wissenschaftlerinnen sind hierbei nur Unterstützer oder Begleiter.

In Anlehnung an Bonney (1996), Shirk et al. (2012) und Haklay (2013) hat Burger (2016) ein Modell für den deutschen Raum entwickelt. Das Modell besteht aus den vier Stufen Kooperation, Kollaboration, Koproduktion und Codesign. Innerhalb der Kooperation sind die Teilnehmenden eine Ressource für die

Wissenschaftlerinnen. In kollaborativen Projekten sind die Teilnehmenden wie Assistentinnen für die Wissenschaftlerinnen. In der Koproduktion sind die Teilnehmenden in alle Schritte des Forschungsprozesses miteinbezogen und in kodesignierten Projekten forschen die Teilnehmenden auch unabhängig von wissenschaftlichen Institutionen. Wissenschaftlerinnen stehen allenfalls nur noch beratend zur Seite.

Tabelle 8: Übersicht über die Modelle, die CS Projekte nach der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess einteilen

Theoretischer Ansatz					
	zunehmende Partizipation am wissenschaftlichen Prozess				
<b>Bonney, Ballard et al. (2009)</b>		Contributory	Collaborative	Co-created	
<b>Shirk et al. (2012)</b>	Contractual	Contributory	Collaborative	Co-created	Collegial
<b>Haklay (2013)</b>		Crowdsourcing	Distributed Intelligence	Participatory Science	Extreme CS
<b>Burger (2016)</b>		Kooperation	Kollaboration	Koproduktion	Kodesign

Bei der Gegenüberstellung der Klassifikationen in Tabelle 8 zeigt sich, dass diese viele Ähnlichkeiten und Überschneidungen aufzeigen, welche auf den gemeinsamen theoretischen Ansatz der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess und der Leiter der Partizipation nach Arnstein (1969) zurückzuführen sind (Eleta et al., 2018).

Auch Jordan et al. (2015) haben anhand der Modelle von Bonney, Ballard et al. (2009) und Shirk et al. (2012) theoretische Vermutungen über die Veränderungen der Teilnehmenden (Identität), den Lernkontexten und den Einbindungen in die sozioökologischen Systeme in Relation zur Veränderung der Partizipation aufgestellt. In Abbildung 14 sind ihre Vermutungen grafisch dargestellt. Sie nehmen an, dass die großen Potenziale vor allem in den Projekten mit hoher Partizipation liegen und Projekte mit geringer Partizipation nur ein geringes Potenzial zur Veränderung der persönlichen Fähigkeiten und des Engagements haben. Sie betonen, dass es für diese Annahmen bereits erste Befunde gibt, es jedoch an empirisch fundierten Beweisen mangelt. Vor allem bei den drei Bereichen, Identität, Kontext für das Lernen und systembezogene Auswirkungen, handelt es sich um Vermutungen und Hypothesen.

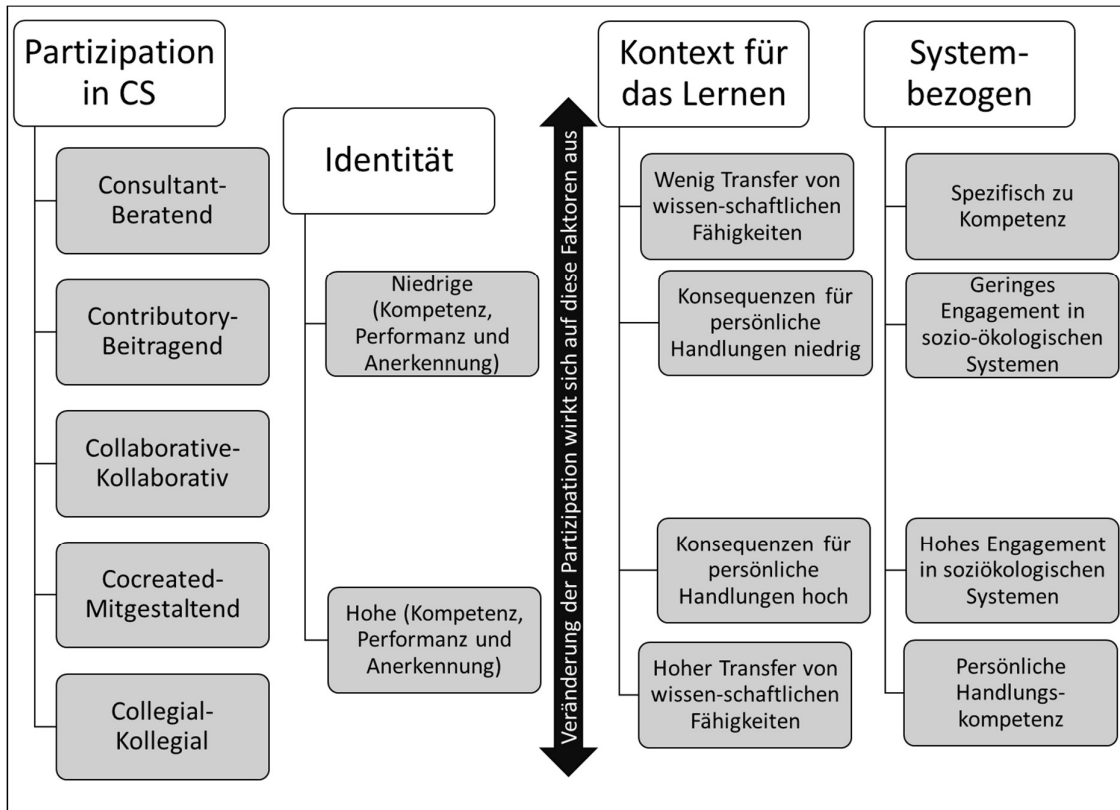


Abbildung 14: Theoretische Vermutungen über die Auswirkungen der Partizipation auf verschiedene Faktoren (Quelle: Jordan et al., 2015, S. 209, verändert)

Kritik an den Annahmen von Bonney, Ballard et al. (2009) werden von Lawrence (2006) geäußert. Sie bezeichnet diese als falsche Dichotomie der Partizipation. Anstatt von der Leiter der Partizipation spricht sie von dem externen und internen Wert, welche CS Projekte für ihre Umwelt haben. So

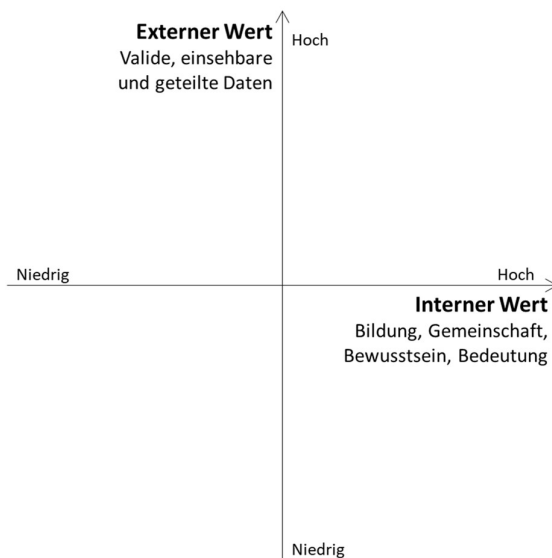


Abbildung 15: Koexistenz von internem und externem Wert der Partizipation (Quelle: Lawrence, 2006, S. 293, übersetzt)

bedeutet ein hoher externer Wert einen Nutzen für die Öffentlichkeit, zum Beispiel durch valide und zugängliche Daten. Ein hoher interner Wert bezeichnet ein hohes Potenzial für die individuelle Weiterentwicklung der Akteure. Dabei widersprechen sich nach Lawrence (2006) ein hoher externer und interner Wert nicht, wie Abbildung 15 auch verdeutlicht. Diese Annahme steht im Gegensatz zu den Überlegungen von Bonney, Ballard et al. (2009). In einer Mixed-Method-Studie haben Phillips (2017) und Phillips et al. (2019) bei einer Analyse von sechs Projekten festgestellt, dass Teilnehmende bei Projekten mit hoher Partizipation häufiger

extrinsisch motiviert sind, sie handelten meistens aus Sorge oder auf Grund zu geringen Vertrauens in die Politik und anderen verantwortlichen Institutionen. Teilnehmende der kooperativen Projekte hingegen waren zumeist intrinsisch motiviert. Jedoch zeigten sich kaum Unterschiede bei den selbstberichteten Lernerfolgen der Teilnehmenden. Die Mehrzahl der Teilnehmenden in allen Projekten berichteten auch, dass sie wenig Bedürfnis hatten, statistische Analysen zu rechnen oder wissenschaftliche Artikel zu lesen. Diese Aufgaben sollten die „realen“ Wissenschaftlerinnen übernehmen. Dies deckt sich mit den Tätigkeiten, welche die Freiwilligen im Allgemeinen durchführen. Nur wenige sind wirklich in die Tätigkeiten mit hoher Partizipation eingebunden, die meisten wollen es aber auch nicht (Phillips et al., 2019). Auf Grund dieser Ergebnisse stellen die Autoren die Nützlichkeit von Bonneys Typologie in Frage und vermuten, dass diese die Thematik der Partizipation an CS Projekten zu sehr vereinfacht (Phillips, 2017; Phillips et al., 2019). Auch Del Bianco (2018), welche nur kooperative Projekte untersuchte, vermutete, dass die Dauer und Frequenz der Teilnahme wichtiger für die Weiterbildung bezüglich der SL ist, als die Typologie nach Bonney, Ballard et al. (2009).



### 3 FORSCHUNGSFRAGEN UND HYPOTHESEN

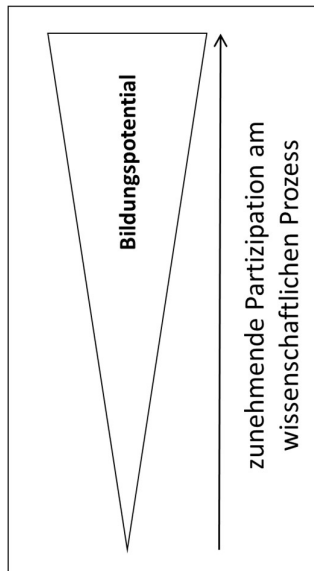


Abbildung 16: Annahme nach Bonney, Ballard et al., 2009 (Eigene Darstellung)

Innerhalb dieses Kapitels werden auf Basis der zuvor erläuterten Literatur die Forschungsfragen der hier vorliegenden Arbeit hergeleitet.

Die Studien zu den Auswirkungen von CS auf die Teilnehmenden zeigen diverse und zum Teil widersprüchliche Ergebnisse. So zeigen einige Studien Einstellungsänderungen und Wissenszuwächse bei den Teilnehmenden, andere hingegen nicht (unter anderem Brossard et al., 2005; Gommermann & Monroe, 2012; Krach et al., 2019). Diese unterschiedlichen Ergebnisse werden durch die vielfältige Gestaltung von CS Projekten erklärt, vor allem durch die variiierende Partizipation am wissenschaftlichen Prozess (Crall et al., 2013; Jordan et al., 2015; Shirk & Bonney, 2018). Es wird angenommen, dass eine hohe

Partizipation am wissenschaftlichen Prozess ein hohes Bildungspotential der Teilnehmenden bedeutet und für Projekte mit einer geringen Partizipation dementsprechend ein geringes Bildungspotential erwartet

werden kann, wie in Abbildung 16 grafisch dargestellt ist (Bonney, Ballard et al., 2009). Es gibt eine erste Studie, die keine Belege für diese Annahmen gefunden hat (Phillips, 2017), und wenige Artikel, die der Aussage des Modells ohne empirische Befunde widersprechen (Del Bianco, 2018; Lawrence, 2006). Insgesamt konzentriert sich die Forschung über CS aber noch sehr auf Einzelfälle ohne experimentelle Designs und ohne Systematik (Bela et al., 2016; Brossard et al., 2005; Edwards et al., 2018; Toomey & Domroese, 2013; Turrini et al., 2018). Auch der schulische Kontext ist bislang stark vernachlässigt (Del Bianco, 2018). Deshalb hat diese Arbeit zum Ziel, innerhalb eines quasiexperimentellen Designs folgende Arbeitsfrage zu beantworten:

**Unter welchem Partizipationsansatz ist das Bildungspotential von CS Projekten für Schülerinnen am größten?**

Analog zu dem Modell nach Bonney, Ballard et al. (2009) und Jordan et al. (2015) wird angenommen, dass das Bildungspotential in einem Projekt mit hoher Partizipation höher ist, als in einem Projekt mit niedriger Partizipation.

Das Bildungspotential in CS Projekten betrifft generell die Förderung der SL (Aristeidou & Herodotou, 2020; Cronje et al., 2011). Die Teilnahme an einem CS Projekt kann mit dem Ansatz des forschenden Lernens verglichen werden (Aristeidou, 2016), weshalb sich die erste Leitfrage ergibt:

## **1. Welcher Partizipationsansatz eignet sich am besten als Projekt des forschenden Lernens und dementsprechend für die Förderung der Scientific Literacy?**

In CS Projekten und beim (strukturierten) forschenden Lernen kann das Wissen über das Wesen der Naturwissenschaften (Nature of Science / NOS) als auch die Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften gefördert werden (Aristeidou & Herodotou, 2020). Jedoch zeigen die Studien hierzu unterschiedliche Ergebnisse (unter anderem Crall et al., 2013; Krach et al., 2019), weshalb sich hier die folgenden zwei Forschungsfragen ergeben:

**1.1. In welchem Partizipationsansatz wird das Wissen über das Wesen der Naturwissenschaften am stärksten gefördert?**

**1.2. In welchem Partizipationsansatz wird die Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften am stärksten positiv beeinflusst?**

Das Bildungspotential betrifft in ökologischen CS Projekten auch die Ziele der Umweltbildung (Richter et al., 2016; Wals et al., 2014). Es schließt sich deshalb die zweite Leitfrage an:

## **2. Welcher Partizipationsansatz eignet sich am besten als Projekt der Umweltbildung?**

Die Ziele der Umweltbildung sind die Verbesserung der Umwelteinstellung und des Umweltverhaltens (Bogner & Kaiser, 2012). Diese Ziele werden ebenfalls durch ökologische CS Projekte verfolgt (Ballard, Dixon & Harris, 2017). Hier zeigen die Studien unterschiedliche Ergebnisse (unter anderem Brossard et al., 2005; Druschke & Seltzer, 2012; Jordan et al., 2011). Deshalb schließen sich die folgenden zwei Forschungsfragen an:

**2.1. In welchem Partizipationsansatz wird die Umwelteinstellung am stärksten positiv beeinflusst?**

**2.2. In welchem Partizipationsansatz wird das Umweltverhalten am stärksten positiv beeinflusst?**

Daneben wird in dieser Arbeit trotz der überwiegend einheitlichen Aussagen in der Literatur die Forschungsfrage zur Förderung des Fachwissens untersucht, da das Fachwissen ein elementarer Bestandteil der SL und des schulischen Lernens ist:

## **3. In welchem Ansatz wird das Fachwissen am stärksten gefördert?**

Analog zu der Haupthypothese werden alle Hypothesen nach den Vermutungen von Bonney, Ballard et al. (2009) und nach Jordan et al. (2015) aufgestellt. Die Hypothesen sind in Tabelle 9 gesammelt als Alternativ- und Nullhypothesen dargestellt.

Da in schulischen CS Projekten die Freiwilligkeit nicht gegeben ist und dementsprechend die Motivation der Schülerinnen sich von der Motivation freiwilliger Teilnehmender unterscheidet (Eitzel et al., 2017; Vitone et al., 2016), wird innerhalb dieser Arbeit auch die Motivation der Schülerinnen betrachtet. Dadurch ergibt sich folgende Frage:

**4. Welche Rolle hat die Motivation der Schülerinnen auf den Wissenszuwachs und die Einstellungsänderungen im Rahmen dieses Projekts?**

Da sowohl bei Studien zu NOS, als auch bei Studien zur Umweltbildung die Altersstufe einen Einfluss auf die Variablen haben (Braun, 2018; Kremer & Mayer, 2013) und auch das Geschlecht zum Teil die Umwelteinstellung und das Umweltverhalten beeinflusst (Braun, 2018), schließt sich folgende zusätzliche Frage an:

**5. Welche Rolle haben die Schulart, die Klassenstufe und das Geschlecht der Schülerinnen auf den Wissenszuwachs und die Einstellungsänderungen?**

Tabelle 9: Übersicht über die aufgestellten Hypothesen zu den Forschungsfragen

Alternativhypothese H <sub>1</sub>	Nullhypothese H <sub>0</sub>
<p>1.1. Die Förderung des <b>Wissens über das Wesen der Naturwissenschaften (NOS)</b> bei Lernenden ist am stärksten in der Gruppe des Kodesigns und am schwächsten in der Gruppe der Kooperation. Die Gruppe der Kollaboration befindet sich analog zum Modell nach Bonney dazwischen.</p> $M(\text{NOS})_{\text{Kodesign}} > M(\text{NOS})_{\text{Kollaboration}} > M(\text{NOS})_{\text{Kooperation}}$	<p>Die Förderung des <b>Wissens über das Wesen der Naturwissenschaften (NOS)</b> bei Lernenden ist nicht abhängig von der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess bei einem CS Projekt.</p> $M(\text{NOS})_{\text{Kodesign}} \leq M(\text{NOS})_{\text{Kollaboration}} \leq M(\text{NOS})_{\text{Kooperation}}$
<p>1.2. Die <b>Einstellung zu den Naturwissenschaften</b> werden durch die Teilnahme an einem CS Projekt der Art Kodesign stärker verbessert als bei einer Teilnahme in der Art der Kollaboration und diese wiederum hat einen besseren Einfluss als die Teilnahme in der Art der Kooperation.</p> $M(\text{E})_{\text{Kodesign}} > M(\text{E})_{\text{Kollaboration}} > M(\text{E})_{\text{Kooperation}}$	<p>Die Verbesserung der <b>Einstellung zu den Naturwissenschaften</b> ist nicht von der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess bei einem CS Projekt abhängig. Die Gruppen zeigen dementsprechend keine Unterschiede.</p> $M(\text{E})_{\text{Kodesign}} \leq M(\text{E})_{\text{Kollaboration}} \leq M(\text{E})_{\text{Kooperation}}$
<p>2.1. Die <b>Einstellung zur Umwelt</b> wird durch die Teilnahme an einem CS Projekt der Art Kodesign stärker verbessert als bei einer Teilnahme in der Art der Kollaboration und diese wiederum hat einen stärkeren Einfluss als die Teilnahme in der Art der Kooperation.</p> $M(\text{UE})_{\text{Kodesign}} > M(\text{UE})_{\text{Kollaboration}} > M(\text{UE})_{\text{Kooperation}}$	<p>Die Verbesserung der <b>Einstellung zur Umwelt</b> ist nicht von der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess bei einem CS Projekt abhängig. Die Gruppen zeigen dementsprechend keine Unterschiede.</p> $M(\text{UE})_{\text{Kodesign}} \leq M(\text{UE})_{\text{Kollaboration}} \leq M(\text{UE})_{\text{Kooperation}}$
<p>2.2. Das <b>Umweltverhalten</b> wird durch die Teilnahme an einem kodesignierten CS Projekt stärker verbessert als bei einer Teilnahme an einem kollaborativen CS Projekt und hierbei wird das Umweltverhalten wiederum stärker verbessert als bei einem kooperativen Projekt.</p> $M(\text{UV})_{\text{Kodesign}} > M(\text{UV})_{\text{Kollaboration}} > M(\text{UV})_{\text{Kooperation}}$	<p>Die Verbesserung des <b>Umweltverhaltens</b> ist nicht von der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess bei einem CS Projekt abhängig. Die Gruppen zeigen dementsprechend keine Unterschiede.</p> $M(\text{UV})_{\text{Kodesign}} \leq M(\text{UV})_{\text{Kollaboration}} \leq M(\text{UV})_{\text{Kooperation}}$
<p>3. Die Förderung des <b>Fachwissens</b> bei Lernenden ist am stärksten in der Gruppe des Kodesigns und am schwächsten in der Gruppe der Kooperation. Die Gruppe der Kollaboration befindet sich analog zum Modell nach Bonney dazwischen.</p> $M(\text{FW})_{\text{Kodesign}} > M(\text{FW})_{\text{Kollaboration}} > M(\text{FW})_{\text{Kooperation}}$	<p>Die Förderung des <b>Fachwissens</b> bei Lernenden ist nicht abhängig von der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess bei einem CS Projekt.</p> $M(\text{FW})_{\text{Kodesign}} \leq M(\text{FW})_{\text{Kollaboration}} \leq M(\text{FW})_{\text{Kooperation}}$

## 4 MATERIAL UND METHODEN

Zur Untersuchung der in Kapitel 3 formulierten Forschungsfrage wurde ein quasiexperimentelles Design verwendet. Dabei handelt es sich um eine Interventionsstudie mit drei Messzeitpunkten (Prä-, Post- und Follow up Test) und drei Experimentalgruppen (Kooperation, Kollaboration und Codesign, kurz EG). Der Ablauf der Interventionsstudie ist in Abbildung 17 zusammengefasst.

Innerhalb dieses Kapitels wird zuerst das CS Projekt QueichNet und die Gestaltung der EG vorgestellt. In Kapitel 4.2 werden die Erhebungsinstrumente der drei Testhefte dargestellt und beschrieben. Des Weiteren werden die Auswertungsverfahren dargestellt, indem zuerst die Datenaufbereitung beschrieben wird, dann die statistischen Tests vorgestellt werden und abschließend die Stichprobe beschrieben wird.

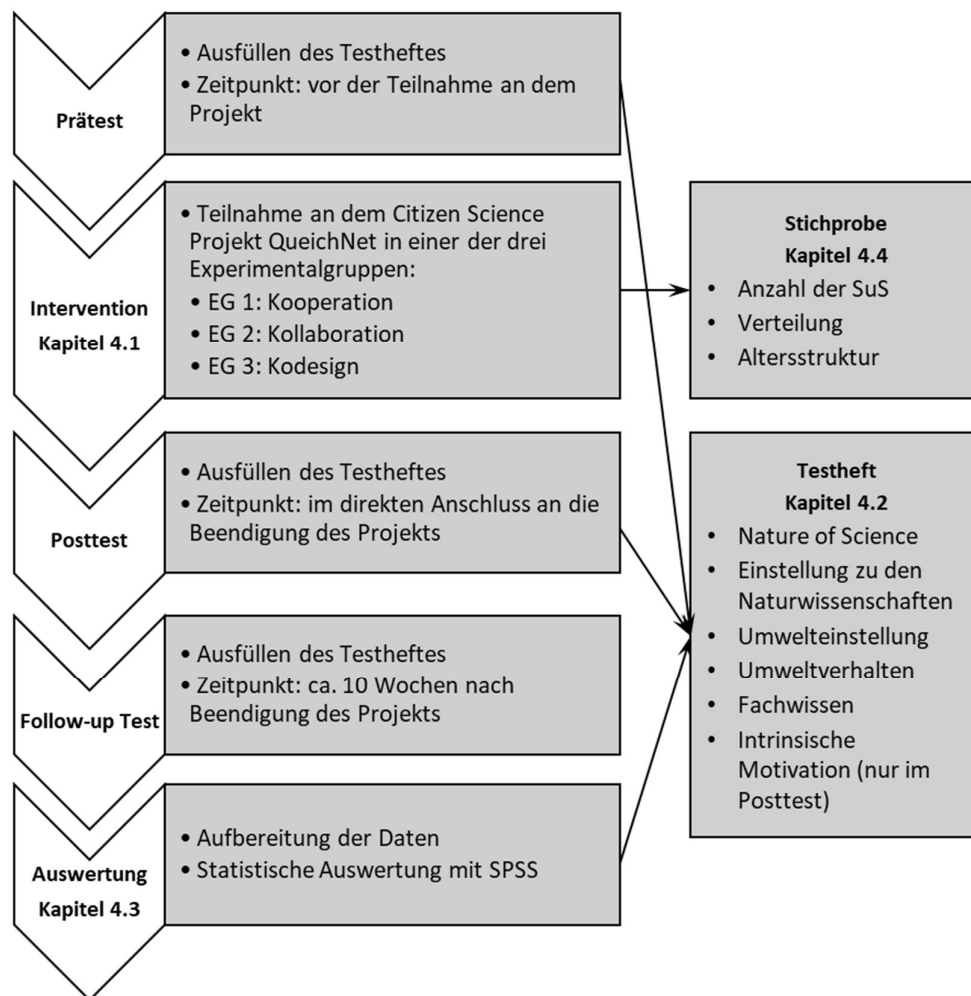


Abbildung 17: Das Studiendesign dieser Studie mit den drei Messzeitpunkten und der Intervention (Experimentalgruppe - EG)

## 4.1 DIE INTERVENTION

Innerhalb des CS Projekts QueichNet wird die Intervention umgesetzt, so dass die Schülerinnen in drei unterschiedlichen EG an QueichNet teilnehmen können. Dabei variiert zur Beantwortung der Forschungsfragen die Partizipation am wissenschaftlichen Prozess (unabhängige Variable). Im Folgenden wird zuerst die Planung und Umsetzung des CS Projekts vorgestellt. In Kapitel 4.1.2 werden die Unterschiede zwischen den EG skizziert.

### 4.1.1 Das Citizen Science Projekt QueichNet

Das CS Projekt „QueichNet“ hat zum Ziel ein Monitoringnetzwerk mit Hilfe von Schulen entlang des Flusses Queich aufzubauen. Dabei sollen Schülerinnen in das wissenschaftliche Arbeiten mit einbezogen werden. Sie nehmen dabei Daten zur biologischen, chemisch-physikalischen und strukturellen Gewässergüte auf.

Das Projekt wird anhand ausgewählter Schritte zur Planung eines CS Projekts nach Bonney, Cooper et al. (2009) und Bonney und Dickinson (2012) beschrieben:

1. Auswahl der wissenschaftlichen Fragestellung des CS Projektes: Die Wahl der wissenschaftlichen Forschungsfrage stellt die Gewässergüte des Flusses Queich in den Vordergrund. Vorherrschende Fragen sind: Verändert sich die Gewässergüte von der Quelle bis zur Mündung? Ist die Gewässergüte in den Ortschaften schlechter als außerhalb der Ortschaften? Zeigen Kläranlagen oder industrielle Anlagen eine Auswirkung auf die Gewässergüte?
2. Entwicklung und Verbesserung der Projektmaterialien: Die Aufnahmebögen zur Datenerhebung und das pädagogische Material wurden im Sommer 2017 sowie im Frühjahr 2018 mehrfach mit Schülerinnen und unterschiedlichen Lehrkräften getestet und verbessert. Dadurch wurden unter anderem die Module besser ausgeschärft und die Modulhandbücher sowie die Arbeitsblätter einheitlicher und strukturierter gestaltet. Zur Erstellung der Aufnahmebögen und der Informationsmaterialien zur Bestimmung der Gewässergüte wurden unterschiedliche fachwissenschaftliche Quellen genutzt (Baur, 1998; Graw, 2011; Hütte, 2003; Hütter, 1994; Klee, 1993; Meyer, 1999). Die Differenzierung des pädagogischen Materials nach den EG wird in Kapitel 4.2 beschrieben.
3. Rekrutieren der Teilnehmenden: Alle weiterführenden Schulen, welche im Umland der Queich liegen, wurden im Frühjahr 2018 per Brief und im Frühjahr 2019 per Mail angeschrieben. Sowohl 2018 als auch 2019 nahmen jeweils sechs Klassen von je drei Schulen teil.
4. Trainieren der Teilnehmenden: Das Training der Schülerinnen fand innerhalb des Projekts durch die Untersuchungsleitung statt und wird im Folgenden als Workshop bezeichnet. Das Training dauerte zwischen 90 und 120 Minuten und enthielt einen theoretischen und

praktischen Teil (siehe Kapitel 4.1.2). Im theoretischen Teil erhielten die Schülerinnen eine Einführung in die Methoden zur Erhebung der Gewässergüte, zum Beispiel zur Bestimmung des Saprobienindex, und im praktischen Teil konnten sie diese Fähigkeiten unter Anleitung üben und trainieren.

5. Darstellen und Verbreiten der Daten: Die von den Schülerinnen erhobenen Daten wurden innerhalb eines Google Drive Ordners mittels „Fusion Tables“ dargestellt und mit allen teilnehmenden Klassen geteilt.
6. Evaluation des Projekts: Auf Basis der Ergebnisse der Interventionsstudie erfolgt eine Evaluation des CS Projekts. Die Daten zur Gewässergüte, welche von den Schülerinnen erhoben wurden, sind der Ökosystemforschungsanlage Eußerthal zur Verfügung gestellt worden.

Das CS Projekt QueichNet bietet mit den Inhalten unterschiedliche Anknüpfungspunkte an den Rahmenlehrplan des Landes Rheinland-Pfalz. Es kann unter anderen an den Lehrplan der siebten bis zehnten Klassen an das Themenfeld 5 „Ökosysteme im Wandel“ im Fach Biologie (Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz, 2014) oder an den Lehrplan für die Sekundarstufe 2 im Bereich „Umwelt & Innenwelt lebender Systeme“ (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Weiterbildung Rheinland-Pfalz, 1985) angeschlossen werden.

#### 4.1.2 Die Gestaltung der Experimentalgruppen

Zur Beantwortung der aufgestellten Forschungsfragen ist das CS Projekt in drei EG geteilt: Kooperation, Kollaboration und Kodesign. Die drei Gruppen unterscheiden sich durch den unterschiedlichen Einbezug der Teilnehmenden in den wissenschaftlichen Prozess und wurden analog zu dem Modell nach Bonney, Ballard et al. (2009) und Burger (2016) konzipiert (siehe Tabelle 7, S. 49). Die Intervention besteht aus je sieben Modulen, welche von den Lehrkräften durchgeführt wurden, und einem Workshop, welcher von der Projektleitung geführt wurde (siehe Tabelle 10). Jeder Lehrkraft wurde für die selbstständige Durchführung der Module ein Modulhandbuch zur Verfügung gestellt, in welchem sich die Abläufe, die Arbeitsblätter und ein erweitertes Klassenbuch befanden. Diese Modulhandbücher und Arbeitsblätter sind im Anhang 2 dargestellt. Innerhalb des Workshops, welcher im CS Kontext auch als Training bezeichnet werden kann, lernten die Schülerinnen die Gewässergüte theoretisch und praktisch zu bestimmen. Durchgeführt wurde der Workshop von der Untersuchungsleitung.

Tabelle 10: Der Verlauf der drei Projektarten / Experimentalgruppen (EG): Kooperation, Kollaboration und Kodesign

EG 1: Kooperation (A)	EG 2: Kollaboration (B)	EG 3: Kodesign (C)
<b>Modul 1: Einführung in das Thema Fließgewässerökologie und Queich</b>		
Ziel: Das Interesse der Schülerinnen (S) an der Queich zu wecken und sie mit der Frage „Wie ist der Zustand der Queich?“ vertraut zu machen. Die S mit dem Problem der Gewässerverschmutzung vertraut machen.		
<b>Modul 2: Einführung in das Thema „Wissenschaftliches Arbeiten“</b>		
Ziel: Die S erklären mit Hilfe der Vorgehensweise bei der Untersuchung der Black-Boxen wie wissenschaftliche Erkenntnisse entstehen.		
<b>Workshop A</b>	<b>Workshop B</b>	<b>Modul 3c: Aufstellen eigener Forschungsfragen</b>
Ziel: Die S lernen Methoden theoretisch und praktisch kennen mit denen der Gewässerzustand der Queich bestimmt werden kann. <i>Wichtig:</i> Keine Hypothesen!	Ziel: Die S lernen Methoden theoretisch und praktisch kennen mit denen der Gewässerzustand der Queich bestimmt werden kann. <i>Wichtig:</i> Hypothesen werden vorgegeben!	Ziel: Die S übertragen ihr gelerntes Wissen über den wissenschaftlichen Prozess auf den Gewässerzustand der Queich und formulieren eigene Forschungsfragen und Hypothesen.
<b>Modul 3a: Datenaufnahme</b>	<b>Modul 3b: Erstellung des Studiendesigns</b>	<b>Workshop C</b>
Ziel: Die S nehmen die Daten entsprechend der Vorgaben auf.	Ziel: Die S übertragen ihr gelerntes Wissen über den wissenschaftlichen Prozess und über die Methoden zur Bestimmung der Gewässergüte auf die Fragestellung und planen dazu passend die Datenaufnahme und gestalten die Aufnahmebögen.	Ziel: Die S lernen Methoden theoretisch und praktisch kennen mit denen der Gewässerzustand der Queich bestimmt werden kann. <i>Wichtig:</i> Hypothesen werden von S aufgestellt!
<b>Modul 4a: Datenaufnahme</b>	<b>Modul 4b: Datenaufnahme</b>	<b>Modul 4c: Erstellung des Studiendesigns</b>
Ziel: Die S nehmen die Daten entsprechend der Vorgaben auf.	Ziel: Die S nehmen ihre Daten entsprechend ihres Studiendesigns auf.	Ziel: Die S kombinieren ihre Fragestellungen und Hypothesen mit den gelernten Methoden und stellen ihr eigenes Forschungsdesign auf.
<b>Modul 5a: Datenaufnahme</b>	<b>Modul 5b: Datenaufnahme</b>	<b>Modul 5c: Datenaufnahme</b>
Ziel: Die S nehmen die Daten entsprechend der Vorgaben auf.	Ziel: Die S nehmen ihre Daten entsprechend ihres Studiendesigns auf.	Ziel: Die S nehmen ihre Daten entsprechend ihres Studiendesigns auf.
<b>Modul 6a: Auswertung des eigenen Standorts</b>	<b>Modul 6b: Auswertung und Interpretation</b>	<b>Modul 6c: Auswertung, Interpretation und Diskussion</b>
Ziel: Die S wenden mathematische Werkzeuge, wie Berechnung des Mittelwertes auf ihre Daten an und führen eine Auswertung der Daten durch. Dazu bilden sie die Ergebnisse auch grafisch ab.	Ziel: Die S wenden mathematische Werkzeuge, wie Berechnung des Mittelwertes auf ihre Daten an und führen eine Auswertung der Daten durch. Dazu bilden sie die Ergebnisse auch grafisch ab. Sie interpretieren die Daten und beziehen sich dabei auf die Fragestellung und Hypothesen.	Ziel: Die S wenden mathematische Werkzeuge, wie Berechnung des Mittelwertes auf ihre Daten an und führen eine Auswertung der Daten durch. Dazu bilden sie die Ergebnisse auch grafisch ab. Sie interpretieren die Daten und beziehen sich dabei auf ihre Fragestellungen und Hypothesen. Sie diskutieren die Ergebnisse und haben die Möglichkeit neue Fragen aufzustellen oder Handlungsmöglichkeiten anzuwenden.
<b>Modul 7a: Darstellung der Ergebnisse</b>	<b>Modul 7b: Darstellung der Ergebnisse</b>	<b>Modul 7c: Darstellung der Ergebnisse</b>
Ziel: Die S entwickeln für ihre Forschungsarbeit ein Poster.	Ziel: Die S lernen die unterschiedlichen wissenschaftlichen Darstellungsformen kennen und entwickeln für ihre Forschungsarbeit ein Poster.	Ziel: Die S lernen die unterschiedlichen wissenschaftlichen Darstellungsformen kennen und entwickeln für ihre Forschungsarbeit einen Vortrag oder ein Poster.



In Tabelle 10 sind die Module und deren Ziele für alle EG zusammengefasst. Hauptunterscheidungsmerkmal ist die unterschiedliche Beteiligung der Gruppen am wissenschaftlichen Prozess. Die EG 1 Kooperation konzentriert sich auf die Datenerhebung, wohingegen die EG 3 Codesign alle Schritte des Forschungsprozesses durchläuft. Die EG 2 Kollaboration hat einen geringeren Fokus auf die Datenaufnahme, nimmt aber auch nicht an allen Schritten des Forschungsprozesses teil (Erstellung des Studiendesigns, Datenaufnahme, Auswertung und Interpretation) und kann dementsprechend hinsichtlich der Partizipation in der Mitte zwischen den anderen beiden EG eingeordnet werden.

Die Intervention beginnt bei allen drei EG mit einer Einführung in die Fließgewässerökologie am Beispiel der Queich und einer Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten. Diese Einführung wurde als inhaltliche Vorbereitung und zur Förderung der Motivation eingesetzt. Innerhalb des ersten Moduls zeichnen die Schülerinnen eine Mental Map von der Queich und diskutieren Anzeichen und Indikatoren von naturnahen und sauberen Gewässern. In Modul 2 erforschen die Schülerinnen eine Black Box und erfahren dadurch Techniken und Abläufe des wissenschaftlichen Arbeitens, welche im weiteren Verlauf des Projekts immer wieder implizit angesprochen werden (Frank, 2005). Dieses Modul adressiert das Wissen über die Naturwissenschaften und wurde eingesetzt, so dass NOS explizit gefördert werden kann und die Schülerinnen ihre Tätigkeiten im Projektverlauf reflektieren können und so eine Mischung aus expliziter und implizierter Förderung von NOS möglich ist (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman et al., 2013). Bei EG 1 besteht die implizite Förderung nur durch die Sammlung von wissenschaftlichen Daten, so dass auch nur dieser Vorgang potenziell explizit reflektiert werden kann. Für die EG 2 wird eine implizite Förderung durch das Aufstellen des Studiendesigns, der Datensammlung und der Auswertung angestrebt. Die EG 3 fördert NOS am umfassendsten, da die Schülerinnen an allen Tätigkeiten teilnehmen und dadurch der Anteil an implizierter Förderung an NOS am größten ist und auch das Potenzial zur Reflexion von NOS am höchsten ist.

Die **EG „Kooperation“** nimmt nur an der Datenaufnahme (Modul 3a, 4a, 5a) und teilweise an der Analyse (Modul 6a) sowie der Verbreitung der Daten teil (Modul 7a). Die Teilhabe an den Stufen des wissenschaftlichen Prozesses ist demnach am geringsten. Die Schülerinnen lernen die Datenaufnahme innerhalb des Workshops A durchzuführen. Hierbei lernen die Schülerinnen den Saprobienindex, den pH-Wert, die Leitfähigkeit, die Wassertemperatur und die Gewässerstruktur zu bestimmen und zu messen. Die Schülerinnen arbeiten aber ohne Hypothesen zu der Forschungsfrage: „Wie ist die Gewässergüte der Queich?“. Im Anschluss an den Workshop erheben die Klassen mehrmals die Gewässergüte an der Queich. Dabei nutzen sie die Aufnahmebögen und Techniken, welche sie im Workshop kennengelernt haben. Innerhalb des Moduls 6a werten die Schülerinnen die Daten des eigenen Standorts aus. Gegenüber den anderen EG ist dies eine sehr eingeschränkte Auswertung. Die

Ergebnisse werden auf einem Poster in Modul 7a dargestellt. Das Poster dient der Sicherung und der Verbreitung der Ergebnisse zum Beispiel innerhalb der Schule.

Die **EG „Kollaboration“** nimmt an der Entwicklung des Studiendesigns (3b), der Datenaufnahme (4b und 5b), der Analyse und der Interpretation der Daten (6b) sowie der Verbreitung der Ergebnisse teil (7b). Der Workshop B, in welchem die Schülerinnen lernen die Datenaufnahme durchzuführen, lehrt dieselben Methoden wie im Workshop A. Die Schülerinnen erfahren zusätzlich die Hypothesen, welche geprüft werden sollen. Diese lauten unter anderem: „Die Gewässergüte ist im städtischen Bereich schlechter als im ländlichen.“ oder „Die Gewässergüte verschlechtert sich von der Quelle bis zur Mündung.“. Nach dem Workshop entwickeln die Schülerinnen in Modul 3b ihre Aufnahmebögen selbstständig. Hierdurch werden sie stärker in den wissenschaftlichen Prozess miteinbezogen. Die Datenaufnahme führen sie in den Modulen 4b und 5b durch. Neben der Auswertung des eigenen Standortes in Modul 6b können sie auch die Daten der anderen Schulen einsehen und die von der Projektleitung aufgestellten Hypothesen überprüfen. Hierdurch werden die Schülerinnen stärker in den wissenschaftlichen Prozess miteinbezogen als in der Kooperation. Zum Abschluss erstellen die Schülerinnen in der Kollaboration in Modul 7b ein Poster zur Verbreitung der Ergebnisse in der Schule.

Die **EG „Kodesign“** nimmt an allen Stufen des wissenschaftlichen Prozesses teil. Im Modul 3c entwickeln die Schülerinnen ihre eigenen Forschungsfrage und Hypothesen zu der Thematik der Gewässergüte der Queich. Der Workshop C ist inhaltlich mit den anderen Workshops identisch, nur der Einstieg unterscheidet sich. Hierbei werden die Hypothesen der Schülerinnen erfragt und die Methoden, welche gezeigt werden, werden als Möglichkeiten der Wissenschaft vorgestellt und nicht als Pflicht. Das Studiendesign und die Aufnahmebögen gestalten die Schülerinnen in Modul 4c analog zu ihren aufgestellten Hypothesen und den gelernten Methoden. Die Datenaufnahme findet nur im Modul 5c statt. Die Daten werden im Anschluss in Modul 6c von den Schülerinnen analysiert, interpretiert und diskutiert. Hierbei haben sie auch die Möglichkeit auf die Ergebnisse der anderen Schulen zurückzugreifen. Im abschließenden Modul können die Schülerinnen ihre Ergebnisse entweder durch ein Poster oder einen Vortrag ihren Klassenkameradinnen vorstellen.

Von allen Variablen, die für die Beantwortung der Forschungsfrage relevant sind, wird nur das Wissen über das Wesen der Naturwissenschaften explizit innerhalb eines Moduls angesprochen. Die Einstellung zu den Naturwissenschaften wird nicht explizit thematisiert. Es wird angenommen, dass eine intensivere und umfangreichere Beschäftigung mit eigenen wissenschaftlichen Untersuchungen (Kodesign) die Einstellung stärker verbessert, als wenn nur Auftragsarbeiten für Wissenschaftlerinnen (Kooperation) durchgeführt werden.

Auch die Umwelteinstellung und das -verhalten wird nicht explizit in den Modulen angesprochen. Auch hier wird angenommen, dass Schülerinnen, die sich intensiv mit einer eigens ausgewählten

Fragestellung beschäftigen, stärker einen problemorientierten Zugang zu der Thematik haben, als Schülerinnen, die nur Gewässergütedaten aufnehmen. Somit wird erwartet, dass die Umwelteinstellung und das -verhalten bei Schülerinnen im Kodesign stärker verbessert wird als in der Kollaboration und dort wiederum stärker als in der Kooperation.

Auf Grund des natürlichen Umfelds der Schule und der Klassen konnte keine Randomisierung der EG durchgeführt werden. Demensprechend ist die interne Validität dieser Studie eingeschränkt. Dafür ist eine hohe externe und ökologische Validität anzunehmen, da die Untersuchung im natürlichen Umfeld stattfindet (Döring & Bortz, 2016).

Die Durchführung der einzelnen Module oblag den Lehrkräften. Zur Sicherung der internen Validität und zur Kontrolle und Bewertung der Durchführung beinhaltete das Modulhandbuch für jedes Modul ein erweitertes Klassenbuch. Darin konnten Abweichungen von dem Modulplan notiert werden. Dazu gehörten Änderungen vom Einstieg oder von der Erarbeitungsphase des jeweiligen Moduls. Das erweiterte Klassenbuch ist in den Modulplänen in den Anhängen 2.1, 2.2 und 2.3 dargestellt.

#### 4.2 VARIABLEN UND ERHEBUNGSINSTRUMENTE

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde die Intervention QueichNet in die drei Partizipationsstufen unterteilt. Die Schülerinnen wurden vor der Teilnahme, direkt nach der Teilnahme und zwei bis drei Monate später nochmals befragt. Das Testheft dazu besteht aus einer Vielzahl an validierten Instrumenten, welche die zu erhebenden Variablen abbilden sollen. In Tabelle 12 sind die verwendeten Testinstrumente, die Subskalen, Itembeispiele und die erhobenen Testgütewerte aufgelistet. Das Testheft ist in Anhang 1 eingefügt.

Tabelle 11: Übersicht über die Testinstrumente und die Reliabilitätswerte (Cronbachs  $\alpha$ )

Testinstrument, Autor, Jahr	Subskalen	Itembeispiel	Item- anzahl	Cronbachs $\alpha$		
				Literatur	Prä	Post up
Nature of Science, NOS (Kremer, 2010)	Gesamtskala		44	.89	.92	.94
	Sicherheit	Das Wissen in den Naturwissenschaften ist für alle Zeit wahr	7	.66	.83	.87
	Herkunft	Anfänger können noch keine Naturphänomene beobachten.	5	.70	.82	.78
	Entwicklung	Die Vorstellungen in Naturwissenschaftsbüchern verändern sich manchmal.	8	.71	.84	.91
	Rechtfertigung	Ein Experiment ist ein guter Weg um herauszufinden, ob etwas wahr ist.	9	.71	.63	.67
	Einfachheit	Naturwissenschaftliche Theorien sind oft komplizierter als sie sein müssten.	5	.52	.67	.69
	Zweck	Ziel naturwissenschaftlicher Theorien ist es, Naturvorgänge zu erklären.	5	.62	.81	.81
	Kreativität	Naturw. Wissen ist auch ein Ergebnis menschlicher Kreativität.	5	.54	.71	.66
	Freude und Interesse an Natur	Ich lese gerne etwas über Naturwissenschaften.	5	.92	.91	.92
	Genereller Wert von Naturwissenschaften	Naturwissenschaften sind wertvoll für die Gesellschaft.	5	.75	.62	.69
Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften (Nawi) (pekrun et al., 2005, zitiert nach Frey et al., 2009)	Zukunftsorientierte Naturw.-bezogene Motivation	Ich würde als Erwachsene/r gerne an naturw. Projekten arbeiten.	4	.91	.92	.92
	Utilisation	Wir sollten nur nützliche Tiere und Pflanzen schützen.	10	.77	.77	.77
	Präservaton	Ich fühle mich wohl in der Stille der Natur.	10	.78	.79	.81
	Gesamtskala		33	.81	.82	.85
	Energiesparen	Beim Verlassen eines leeren Raumes, schalte ich das Licht aus.	6	*	.37	.37
	Mobilität	Ich lasse mich im Auto herumfahren.	3	.45	.55	.60
	Müllvermeidung	Ich kaufe Artikel in Nachfüllpackungen.	8	*	.55	.40
	Recycling	Ich trenne meinen Müll.	6	.72	.45	.60
	Konsumverhalten	Insekten bekämpfe ich mit einem Spray.	8	.68	.64	.57
	Indirektes Umwelthverhalten	Ich spende Geld für Umweltschutzorganisationen.	9	.72	.74	.76
Fachwissen (Lude, 2001, verändertert)	Was sind die Nachteile einer Biologischen Wasseruntersuchung?		14	*	.44	.57
	Gesamtskala		12			.84
Kurzskala intrinsische Motivation, KIM (Wilde et al., 2009)	Interesse/ Vergnügen	Die Tätigkeit in dem Projekt hat mir Spaß gemacht.	3	.85		.91
	Wahrgenommene Kompetenz	Mit meiner Leistung in dem Projekt bin ich zufrieden.	3	.83		.86
	Wahrgenommene Wahlfreiheit	Ich konnte die Tätigkeit in dem Projekt selbst steuern.	3	.75		.74
	Druck/ Anspannung	Bei der Tätigkeit in dem Projekt fühlte ich mich unter Druck.	3	.54		.65

\* Literaturwerte wurden in den Quellen nicht angegeben

## **Nature of Science**

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 1.1 „In welchem Partizipationsansatz wird das Wissen über das Wesen der Naturwissenschaften am stärksten gefördert?“ wurde innerhalb der Intervention das Modul 2 integriert, welches eine explizite Förderung von NOS anbietet und im Verlauf der Projekte durch die unterschiedlichen Aktivitäten unterschiedliche implizite Förderungen ermöglicht (siehe Kapitel 4.1.2). In Kapitel 2.4 wird das Konstrukt NOS erläutert. Verschiedene Forschungsarbeiten haben dabei gezeigt, dass es sich dabei um ein mehrdimensionales Konstrukt handelt. Innerhalb dieser Studie liegt der Bezug unter anderem auf den Forschungsarbeiten von Urhahne et al. (2008), Kremer et al. (2007) sowie Urhahne et al. (2011) und dementsprechend wird das von Kremer (2010) publizierte Messinstrument zu NOS eingesetzt. Der Fragebogen umfasst 44 Items, die in sieben Subskalen aufgeteilt sind: Herkunft des Wissens, Sicherheit des Wissens, Entwicklung des Wissens, Einfachheit des Wissens, Rechtfertigung des Wissens, Zweck der Naturwissenschaften und Kreativität. Die Testgütwerte für die Skala und die Subskalen sind in dieser Studie alle im annehmbaren und guten Bereich (Tabelle 12). Die Items werden mit einer fünfstufigen Likertskala beantwortet, welche von 1 für „stimmt gar nicht“ bis 5 für „stimmt völlig“ reicht (Kremer, 2010).

## **Einstellung zu den Naturwissenschaften**

Die Forschungsfrage 1.2 „In welchem Partizipationsansatz wird die Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften am stärksten positiv beeinflusst?“ wird innerhalb der Intervention nur implizit über die unterschiedlichen Tätigkeiten adressiert. Die Einstellung zu den Naturwissenschaften gehört zur SL, erfährt aber weniger Aufmerksamkeit im Curriculum. Zur Einstellung zu den Naturwissenschaften zählen unter anderem das Interesse, die Freude und die Motivation an Naturwissenschaften (Prenzel et al., 2007; Schiepe-Tiska, Simm & Schmidtner, 2016). Innerhalb dieser Studie wurde die Einstellung zu den Naturwissenschaften deshalb durch drei unterschiedliche Testinstrumente erhoben, welche auch in der Pisastudie von 2006 verwendet wurden: Freude und Interesse an Naturwissenschaften, genereller Wert von Naturwissenschaften und zukunftsorientierte, naturwissenschaftsbezogene Motivation. Die ersten beiden Skalen bestehen jeweils aus fünf Items und die letzte Skala aus vier Items. Die Items werden durch eine vierstufige Likertskala beantwortet. Die guten Testgütwerte dieser Skalen konnten in dieser Studie wieder erreicht werden, wie in Tabelle 12 dargestellt ist (Frey et al., 2009).

## **Umwelteinrichtung**

Die Forschungsfrage 2.1. „In welchem Partizipationsansatz wird die Umwelteinrichtung am stärksten positiv beeinflusst?“ wird innerhalb der Intervention nur indirekt thematisiert. Es wird angenommen, dass die Schülerinnen, welche stärker problemorientiert arbeiten und eigene Fragen und Hypothesen

aufstellen (Kodesign), eine stärkere positive Veränderung bezüglich der Umwelteinstellung erfahren, als Schülerinnen die nicht problemorientiert und ohne eigene Fragen und Hypothesen (Kooperation) arbeiten. Die Kollaboration wird in ihrer Wirkung zwischen den anderen beiden EG verortet. Zur Erfassung der Umwelteinstellung gibt es verschiedene Instrumente. In Kapitel 2.5 wurden sowohl eindimensionale als auch mehrdimensionale Modelle vorgestellt. Auf Grund der umfassenderen und differenzierten Erfassung durch das mehrdimensionale Modell (Manoli et al., 2019), wurde innerhalb dieser Studie das 2-Major-Environmental-Values (2-MEV) Modell verwendet, welches von Bogner und Kollegen seit den 90er Jahren konzipiert und weiterentwickelt wird (unter anderem Bogner, 2007; Bogner et al., 2019; Bogner & Wilhelm, 1996). Das Modell bildet die Umwelteinstellung zweidimensional ab und unterscheidet sich damit von anderen Skalen zur Erfassung der Umwelteinstellung. Die zweidimensionale Struktur des Modells wurde mehrfach bestätigt und es wurde gezeigt, dass durch diese die Umwelteinstellung genauer erfasst werden kann (Bogner & Kaiser, 2012). Die Umwelteinstellung hat viele Aspekte, die sich jedoch fast alle unter der ökozentrischen und anthropozentrischen Sichtweise zusammenfassen lassen. Aus diesen zwei Sichtweisen wurden die Naturschutz- und die Naturnutzungsperspektive abgeleitet, welche als Präservierung und Utilisation bezeichnet werden (Bogner, 2007). Das 2-MEV Modell wurde vielfach erfolgreich getestet und angewendet (Liefländer & Bogner, 2014; Manoli et al., 2019; Schumm & Bogner, 2016). Es besteht aus insgesamt 20 Items, wobei jeweils zehn Items zu der jeweiligen Subskala gehören. Die Testgütwerte aus der Literatur sind im guten Bereich und wurden in dieser Studie auch bestätigt (siehe Tabelle 12). Jedes Item wird wiederum mit Hilfe einer fünfstufigen Likertskala beantwortet, die von „stimmt gar nicht“ bis „stimmt völlig“ reicht (Sellmann, 2011).

### **Umweltverhalten**

Die Forschungsfrage 2.2 „In welchem Partizipationsansatz wird das Umweltverhalten am stärksten positiv beeinflusst?“ wird in der Intervention ebenso wie die Umwelteinstellung nur implizit angesprochen. Es wird auch hier angenommen, dass in der EG 3 die Problemorientierung durch das eigene Aufstellen von Fragen und Hypothesen stärker ist, als in den anderen beiden Gruppen und dadurch das Umweltverhalten hier stärker beeinflusst wird. Das Umweltverhalten kann über verschiedene Theorien und Modelle beschrieben werden, zum Beispiel der Theorie des geplanten Verhaltens (siehe Kapitel 2.5). Zur Erfassung des Umweltverhaltens bei Jugendlichen eignet sich das General-Ecological-Behaviour-Modell (GEB) (Kaiser et al., 2007). Dieses Instrument teilt das Umweltverhalten in sechs Dimensionen: Energiesparen, Mobilität, Müllvermeidung, Recycling, Konsumverhalten und indirektes Umweltverhalten. Die Subskalen können einzeln betrachtet werden und beziehen sich dann auf die spezifische Thematik oder es kann die Gesamtskala betrachtet werden, welche das generelle Umweltverhalten bestimmt (Oerke, 2007). Die Skala wurde schon häufiger eingesetzt und in ihrer Konstruktvalidität bestätigt (Fröhlich, 2012; Schumm & Bogner, 2016). Die

Reliabilitätswerte der Literatur konnten innerhalb dieser Studie jedoch nur zum Teil bestätigt werden (siehe Tabelle 12). Insgesamt umfasst die Skala 40 Items, wobei 33 der Items ebenfalls mit einer fünfstufigen Likertskala beantwortet werden. Diese Likertskala umfasst die Häufigkeit der dargestellten Handlung und reicht von „nie“ bis „sehr oft“ (Bissinger & Bogner, 2018). Die anderen sieben Items werden nicht über die Häufigkeit beantwortet, sondern nur, ob sie generell zutreffen, das bedeutet, sie werden nur mit „ja“ oder „nein“ beantwortet. Bei jeder Frage gibt es außerdem die Möglichkeit, keine Angabe „KA“ zu machen. Diese Antwortmöglichkeit ist für den Fall, dass die Handlung in der derzeitigen Lebenssituation keine Rolle spielt. (Oerke, 2007).

### **Fachwissen**

Die Forschungsfrage 3. „In welchem Ansatz wird das Fachwissen am stärksten gefördert?“ bezieht sich auf das Fachwissen der Schülerinnen, welches sie im Verlauf des Projekts gewinnen. Hierbei wird angenommen, dass durch die stärkere Beschäftigung mit der Thematik im Codesign, dass Fachwissen stärker gefördert als in der Kollaboration und in der Kooperation, bei welchen die Auftragsarbeit stärker im Fokus steht. Das Fachwissen wurde mit einem Fragebogen nach Lude (2001) erhoben. Dieser Fragebogen wurde adaptiert und an die Intervention angepasst. Es wurden acht Fragen aus dem Instrument übernommen und weitere sechs Fragen, die Fragen 9 - 14, ergänzend entwickelt. Die acht ursprünglichen Fragen beziehen sich fast ausschließlich auf die biologische Gewässergüte. Durch die Anpassung deckt der Fragebogen nicht nur das Fachwissen zur biologischen Gewässergüte ab, sondern auch zur chemisch-physikalischen und zur Gewässerstrukturgüte. Die Testgütewerte zeigen vor allem beim Prätest Schwächen. Auf Grund dieser Schwächen wird das Testinstrument nicht als psychometrisches Instrument betrachtet, da es aber als inhaltsvalide in diesem Kontext gesehen wird, wird es trotzdem als Indikator für das Fachwissen herangezogen.

### **Motivation**

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 4 „Welche Rolle hat die Motivation der Schülerinnen auf den Wissenszuwachs und die Einstellungsänderungen im Rahmen dieses Projekts?“ wurde die Motivation im Posttest erhoben. Da CS Projekte sich normalerweise durch Freiwilligkeit auszeichnen und dies im schulischen Kontext nicht der Fall ist, ist es wichtig die Motivation als Indikator der Freiwilligkeit zu betrachten. In Kapitel 2.6. wird die Selbstbestimmungstheorie als eine wichtige und bedeutende Motivationstheorie erläutert. Das hier verwendete Messinstrument „Kurzskala intrinsische Motivation“ (KIM) von Wilde et al. (2009) beruht auf den Grundbedürfnissen der Selbstbestimmungstheorie (Tillmann, 2018). Das Instrument besteht aus den vier Dimensionen: Interesse / Vergnügen, wahrgenommene Kompetenz, wahrgenommene Wahlfreiheit und Druck / Anspannung. Zu jeder Dimension gehören drei Items. Die Beantwortung der Items erfolgt mit einer fünfstufigen Likertskala von „stimme gar nicht zu“ bis „stimmt völlig“. Die Kurzskala wurde schon

häufig eingesetzt und zeigt gute Testgütewerte (Tillmann, 2018; Wilde & Bätz, 2009), die in dieser Studie auch bestätigt wurden (siehe Tabelle 12).

Damit eine Zuordnung der Probanden und die Anonymisierung über die drei Messzeitpunkte gewährleistet ist, wurde auf jedem Testheft zu jedem Messzeitpunkt ein persönlicher Code ausgefüllt. Dieser bestand aus dem ersten Buchstaben des Geschlechts, den letzten zwei Ziffern des Geburtsjahrs, den ersten beiden Buchstaben des Namens der Mutter und dem ersten und letzten Buchstaben des eigenen Namens. Alle Fragebögen wurden in Klassensätzen ausgeteilt und wieder eingesammelt, so dass auf den Umschlägen die EG/Projektart, Klassenstufe und Schulart vermerkt wurde. Über die Codes und die Umschläge wurde dementsprechend das Alter, das Geschlecht, die Klassenstufe und die Schulart erfasst.

### 4.3 AUSWERTUNGSVERFAHREN

Die Daten aus den Testheften wurden mit Hilfe von Excel tabellarisiert und anschließend mit IBM SPSS Statistics 25 ausgewertet. Das Auswertungsverfahren gliederte sich in drei Schritte: die Datenaufbereitung der Fragebögen, die Berechnung der deskriptiven Statistiken und die Berechnung der statistischen Tests (ANOVA, rMANOVA).

#### 4.3.1 Datenaufbereitung und die Berechnung der deskriptiven Statistik

Die Datenaufbereitung erfolgte mit Excel und SPSS. Die Anonymisierung ist durch den persönlichen Code gegeben und anhand dessen wurde das Geschlecht (männlich = 0, weiblich = 1) der Teilnehmenden festgehalten. Außerdem wurde die Schule (Gymnasium, Realschule und Integrierte Gesamtschule (IGS)), die Klassenstufe und die Zuordnung zu den EG, welche auch als Projekt bezeichnet wird, (1-Kooperation, 2-Kollaboration und 3-Kodesign) in der Tabelle notiert. Diese Daten wurden nicht über den Fragebogen erhoben.

Die Kodierung der einzelnen Messinstrumente wurde in einem Kodierplan festgehalten, welcher sich an den Angaben von Döring und Bortz (2016, 584ff.) orientierte. Die Antworten auf die Aussagen des 2-MEV Modells zu NOS und zur intrinsischen Motivation (KIM, nur im Posttest) wurden von 1 für „stimmt gar nicht“ bis 5 für „stimmt völlig“ kodiert. Negative bzw. falsche Aussagen, zum Beispiel „Alle Fragen in den Naturwissenschaften haben genau eine Lösung“, wurden im Anschluss rekodiert und somit in ihrer Wertung gedreht, so dass die Skala einheitlich zu interpretieren ist.

Die Antworten auf die Aussagen zum Umweltverhalten wurden mit 1 für „nie“ bis 5 für „sehr oft“ kodiert. Wurde „kann ich nicht beantworten“ angekreuzt, wurde dies mit 6 kodiert, welcher als fehlender Wert behandelt wurde. Die dichotome Skala zum Umweltverhalten wurde mit 1 für „ja“, 2



für „nein“ und 3 für „kann ich nicht beantworten“ kodiert. Letzteres wurde auch wie ein fehlender Wert behandelt. Die negativen Aussagen wurden im Anschluss rekodiert.

Die drei Skalen zur Einstellung zur Wissenschaft wurden von 1 für „stimme nicht zu“ bis 4 für „stimme ganz zu“ kodiert.

Der Fachwissenstest wurde von 1 für die erste Antwort bis 4 für die vierte Antwort kodiert. Im Anschluss wurden alle Fragen so rekodiert, so dass die richtige Antwort mit 1 und die falschen Antworten mit 0 definiert wurden.

Fehlende Werte wurden mit einer 99 als fehlend gekennzeichnet, wenn kein Kreuz gesetzt wurde. Wenn ein Kreuz in die Mitte von zwei Ankreuzoptionen gesetzt wurde, erfolgte die Kodierung mit einer 88. Mit der 77 wurden wiederum Antworten gekennzeichnet, wo Probanden zwei Kreuze zu einem Item gesetzt hatten. Alle Werte wurden im weiteren Verlauf der Analyse als fehlende Werte behandelt und wurden nicht ersetzt, da der Anteil an einzeln fehlenden Werten gering war (Döring & Bortz, 2016). Personen, die bei einem Messzeitpunkt fehlten, wurden von den Varianzanalysen über die drei Messzeitpunkte ausgeschlossen (Döring & Bortz, 2016).

Für alle Skalen, bzw. Subskalen wurden die arithmetischen Mittelwerte berechnet, sobald mehr als die Hälfte der Aussagen beantwortet worden sind. Wurden bei einer Person weniger als die Hälfte der Items für eine Skala/Subskala beantwortet, wurde diese Person von der weiteren Analyse der jeweiligen Skala/ Subskala ausgeschlossen. Dies kam jedoch nur sehr selten vor. Einzig beim Fachwissenstest wurden die Summenwerte berechnet. Die Berechnung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen wurden mit SPSS durchgeführt.

Die Auswertung des erweiterten Klassenbuchs war auf Grund der geringen Rücklaufzahlen (4 von 12) nicht möglich. Mündlich haben die Lehrkräfte aber bestätigt, die Intervention, wie vorgegeben, behandelt zu haben.

#### 4.3.2 Berechnung der statistischen Tests

Der Einfluss der EG auf die Veränderungen der einzelnen Skalen wurde durch eine Varianzanalyse mit drei Messwiederholungen (repeated-measures ANOVA, kurz rmANOVA) berechnet. Bei einer ANOVA werden mehrere Mittelwerte miteinander verglichen, um die Varianz der Mittelwerte zu erklären (Schäfer, 2016). Die rmANOVA basiert auf dem Prinzip einer ANOVA, es werden aber zusätzlich auch Personenvarianzen aufgeklärt. Mittels dieser Berechnung können Within- und Between-Effekte innerhalb und zwischen Personen aufgedeckt werden (Field, 2009).

Für die Berechnung einer rmANOVA müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein: Die Daten müssen normalverteilt sein. Da die Gruppen größer sind als 30 Personen, wird eine Normalverteilung

angenommen (Bortz & Schuster, 2010; Döring & Bortz, 2016). Gegen Verletzungen der Normalverteilung reagiert eine ANOVA robust. Die ANOVA reagiert auf Ausreißer in den Datensätzen. Bei der Untersuchung der Datensätze zeigen sich nur wenige Ausreißer, welche toleriert werden (Schäfer, 2016). Der Datensatz muss für die zu untersuchenden Probanden vollständig sein, daher wurden Personen, die an einem Messzeitpunkt nicht teilnahmen, von der Auswertung ausgeschlossen. (Döring & Bortz, 2016). Die Sphärizität der Daten, die Varianzhomogenität muss gegeben sein. Die Sphärizität wird mit dem Mauchly-Test bei SPSS geprüft. Bei einem signifikanten Ergebnis des Tests mit  $p < .05$  muss die Sphärizität abgelehnt werden und eine Korrektur der Daten in Form einer Anpassung der Freiheitsgrade vorgenommen werden (Field, 2009). Die konservativere Korrektur nach Greenhouse-Geisser wurde bei einem  $\epsilon < .75$  vorgenommen und die Korrektur nach Huynh-Feldt bei einem  $\epsilon > .75$ , wie in der Literatur vorgeschlagen (Girden, 1992)

Das Signifikanzniveau wurde mit  $\alpha = .05$  festgelegt, sodass alle  $p$ -Werte, die kleiner sind als 0,05 ein statistisch signifikantes Ergebnis anzeigen (Döring & Bortz, 2016; Schäfer, 2016). Die Teststärke oder auch Power eines Signifikanztests wird mit  $1-\beta$  bezeichnet. Die Teststärke bezeichnet die Wahrscheinlichkeit, sich für die Alternativhypothese  $H_1$  zu entscheiden, wenn diese auch stimmt (Bortz & Schuster, 2010). Die Teststärke sollte und soll bei den Signifikanztests mindestens 80 % betragen und der Fehler 2. Art sollte somit bei maximal 20 % liegen (Hirschauer et al., 2016; Lakens, 2013). Die Effektstärke gibt an, wie groß ein statistisch signifikanter Effekt ist (Hussy et al., 2013). Bei SPSS wird das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2_p$ ) angegeben. Ein kleiner Effekt besteht ab  $\eta^2_p > .01$ , ein mittlerer Effekt ab  $\eta^2_p > .06$  und ein großer Effekt ab  $\eta^2_p > .14$  (Lakens, 2013) Die Effektstärken wurden innerhalb dieser Studie entsprechend dieser Einteilung interpretiert.

Zur Berechnung der rmANOVA bei SPSS werden Innersubjektfaktoren (within-Faktoren) und Zwischensubjektfaktoren (between-Faktoren) bestimmt. Die Innersubjektfaktoren sind die abhängigen Variablen wie NOS, Einstellung zu den Naturwissenschaften, Umwelteinstellung, Umweltverhalten, Fachwissen. Der Zwischensubjektfaktor ist die unabhängige Variable, die Partizipation am wissenschaftlichen Prozess. Dies sind die drei EG/Projektarten: Kooperation, Kollaboration und Codesign, welche die unabhängige Variable, die Partizipation am wissenschaftlichen Prozess repräsentieren. Außerdem wurden auch die Schulart, die Klassenstufe und das Geschlecht als Zwischensubjektfaktor betrachtet, so dass auch die Auswirkungen der diversen Stichprobe besser beschrieben werden können. Der Haupteffekt beschreibt die Veränderung der abhängigen Variable der gesamten Stichprobe über die Zeit und der Interaktionseffekt beschreibt die Veränderung der abhängigen Variable nach dem Zwischensubjektfaktor. Die Ergebnisse der rmANOVA in SPSS werden in der Tabelle des Tests der Innersubjekteffekte angezeigt. Wichtige Werte zur Interpretation sind der F-Wert, die Freiheitsgrade, die dem F-Wert zu Grunde liegen ( $df_{\text{Effekt}}$ ,  $df_{\text{Fehler}}$ ), der  $p$ -Wert ( $p$ ), die Effektgröße ( $\eta^2_p$ ) sowie die Teststärke ( $1-\beta$ ). Die Effekte sind statistisch signifikant, wenn der  $p$ -Wert

kleiner als das Signifikanzniveau von  $\alpha = .05$  ist. Danach wird bei SPSS der Test der Innersubjektkontraste berichtet, welcher die Unterschiede zwischen Prä- und Posttest sowie Prä- und Follow up Test untersucht. Hier sind dieselben Variablen von Bedeutung (Field, 2009).

Außerdem wird der Test der Zwischensubjektfaktoren berichtet, welcher Auskunft über die Unterschiede zwischen den Gruppen gibt, wobei dieser Test den Faktor Zeit nicht beachtet. Hierbei sind dieselben Variablen von Interesse wie beim Test der Innersubjekteffekte. Dieser Test kann jedoch nur Auskunft darüber geben, ob sich die Gruppen signifikant unterscheiden oder nicht. Er gibt keine Auskunft darüber, wo die Unterschiede liegen. Hierzu können entweder die Kontraste analysiert werden oder post-hoc Untersuchungen, wie zum Beispiel Mehrfachvergleiche, berechnet werden. Da hier die Unterschiede zwischen allen Gruppen von Interesse sind, wird ein Mehrfachvergleich berechnet. Hierzu werden die Mittelwerte der Gruppen für die jeweilige Variable über alle Messzeitpunkte bestimmt und mittels eines t-Tests mit Bonferroni-Korrektur für Mehrfachvergleiche gegeneinander bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = .05$  getestet (Field, 2009). Neben der rmANOVA wurden die Unterschiede der EG zum Vortest und der Unterschied der Motivation beim Posttest mittels einer einfaktoriellen ANOVA bestimmt (Field, 2009, 347ff.).

#### 4.4 DIE STICHPROBE

Zuerst wird in diesem Kapitel die Planung der Stichprobe beschrieben und im zweiten Abschnitt wird die tatsächlich untersuchte Stichprobe charakterisiert.

##### 4.4.1 Planung der Stichprobengröße

Die Planung des Umfangs der Stichprobe wurde mittels G\*Power (Version 3.1.9.4) für eine ANOVA mit Messwiederholungen für „within-between“- Interaktionen berechnet und ist in Abbildung 18 dargestellt.

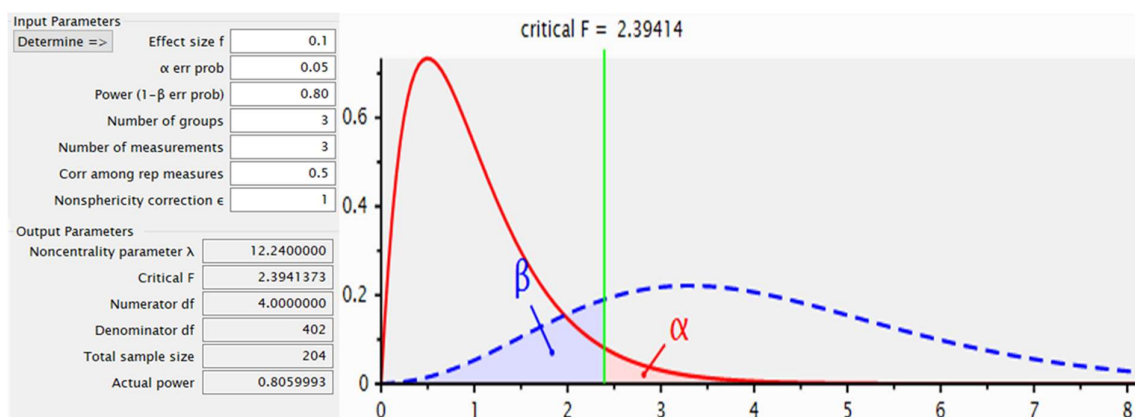


Abbildung 18: Die Berechnung und das Ergebnis der A priori Poweranalyse zur Berechnung der Stichprobengröße

Dabei wurde wie üblich ein Signifikanzniveau von  $\alpha = .05$  und eine Teststärke von  $1-\beta = .80$  angenommen. Für die Angabe der Effektstärke fehlten Angaben in der Literatur, so dass eine kleine Effektstärke von  $f = .10$  angenommen wurde, was einem  $\eta^2_p > .01$  entspricht. Unter diesen Annahmen liegt das kritische  $F$  bei 2,39 und die Stichprobe sollte 204 Schülerinnen umfassen. Die Population, aus der die Stichprobe gezogen werden soll, sind die siebten bis zwölften Klassen aus Rheinland-Pfalz. Da die Klassen im Klassenverbund auf die EG verteilt wurden, handelt es sich hierbei um eine Klumpenstichprobe.

#### 4.4.2 Beschreibung der Stichprobe

Die Erhebungen fanden im Sommer 2018 mit 108 Schülerinnen und im Jahr 2019 mit 91 Schülerinnen statt. Insgesamt umfasst die Stichprobe damit 199 Schülerinnen und erreicht damit annähernd die 204 Personen der Poweranalyse. Die Stichprobe besteht aus Schülerinnen von sechs unterschiedlichen Schulen aufgeteilt auf zwölf unterschiedliche Klassen. Darunter sind einige Wahlpflichtkurse mit nur neun bis 15 Schülerinnen. In Abbildung 19 ist die Stichprobe nach EG, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht dargestellt. Von den 199 Schülerinnen sind 31,2 % in der Kooperation, 35,7 % in der Kollaboration und 33,2 % im Kodesign. Die Aufteilung auf die Gruppen ist demnach annähernd ausgeglichen. Die meisten Schülerinnen der Stichprobe (45,7 %) besuchen ein Gymnasium, 39,7 % besuchen eine IGS und 14,6 % der Schülerinnen besuchen eine Realschule plus, welche im weiteren Verlauf nur als Realschule bezeichnet wird. Es fällt jedoch auf, dass keine Realschule in der EG Kodesign teilgenommen hat. Die Verteilung auf die Klassenstufen ist nicht gleichmäßig. 16,6 % der teilgenommenen Schülerinnen waren in der siebten Stufe, 39,7 % besuchten die 9. Stufe, 5 % der Schülerinnen besuchten die 10. Stufe und 38,7 % waren in der 12. Stufe. Auch hier ist die Verteilung der EG auf die Klassenstufen nicht optimal. Von den 7. Klassen hat keine im Kodesign teilgenommen und die 10. Klasse gehörte alleine der Kollaboration an. Diese ungleiche Verteilung ist einerseits auf die Klumpenstichprobe und andererseits auf die schwierige Akquise der Klassen zurückzuführen. Die Aufteilung auf die beiden Geschlechter ist annähernd ausgeglichen. Von den Schülerinnen waren 53,8 % weiblich und 46,2 % männlich. Bei der Verteilung auf die EG fällt auf, dass mehr Schülerinnen im Kodesign teilgenommen haben und dafür mehr Schüler in der Kooperation teilnahmen.

Für die Berechnung der rmANOVA jedoch reduzierte sich die Stichprobe, da einige Schülerinnen nicht an allen Messzeitpunkten teilgenommen haben und einige wenige nicht alle Fragen beantworteten. Bei der Auswertung konnten zwischen 150 bis 156 Personen berücksichtigt werden. Auch die Verteilung auf die EG verschob sich dadurch (siehe Abbildung 20). Im Kodesign befanden sich die meisten fehlenden Testhefte, so dass hier nur maximal 43 Personen berücksichtigt werden konnten. In der Kollaboration hingegen gab es die wenigsten fehlenden Daten. Hier konnten maximal 61 Personen berücksichtigt werden und in der Kooperation 52 Personen. Bei der Aufgliederung nach

Schularten, Klassenstufe und Geschlecht zeigt sich, dass der Rückgang der Zahlen vor allem die 9. Klassen der IGS betrifft.

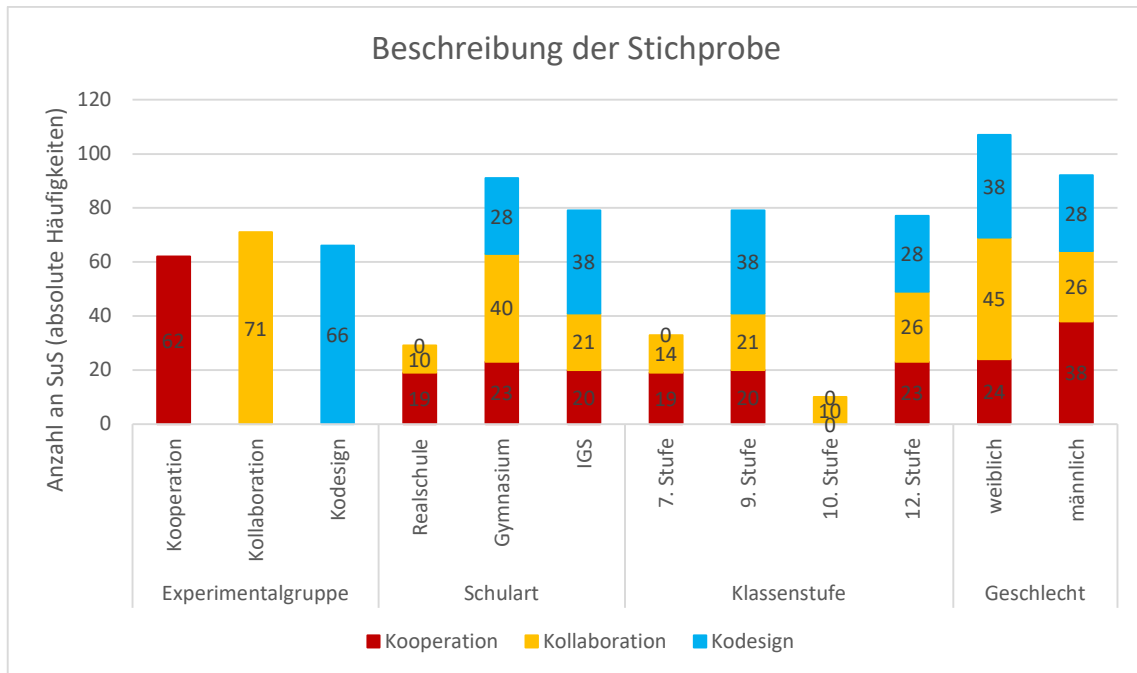


Abbildung 19: Beschreibung der Stichprobe nach Experimentalgruppe, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht

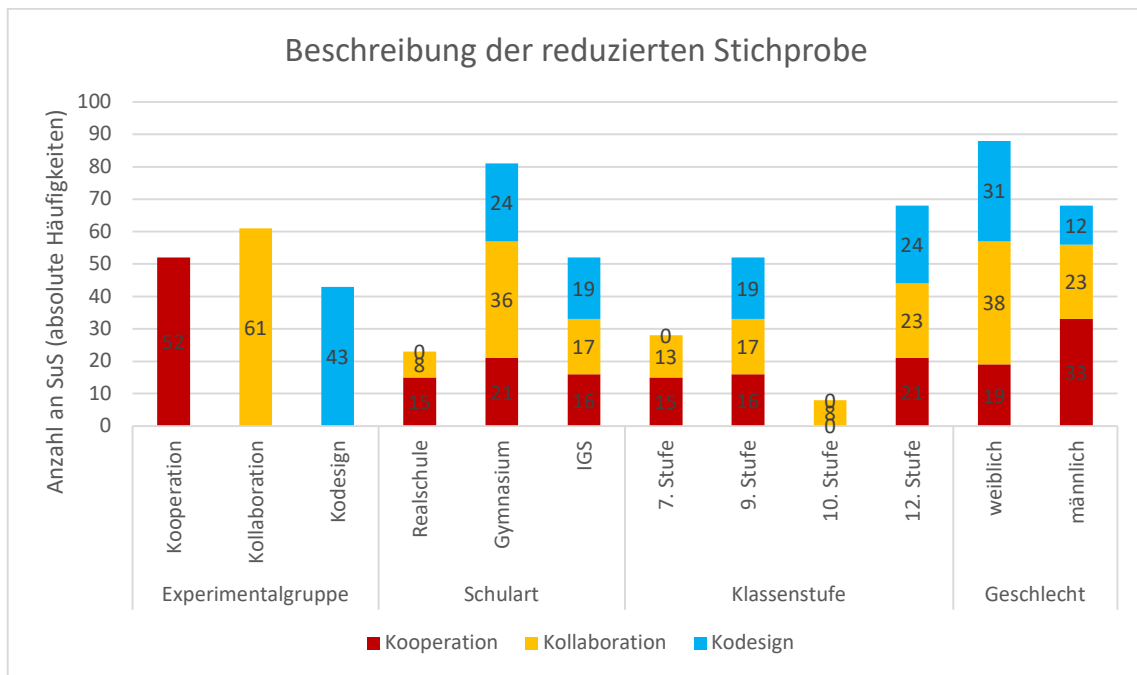


Abbildung 20: Beschreibung der reduzierten Stichprobe nach Experimentalgruppe, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht



## 5 ERGEBNISSE

---

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Interventionsstudie vorgestellt. Dabei werden für jede erhobene Variable zuerst die deskriptiven Ergebnisse, im zweiten Unterkapitel die Ergebnisse der Varianzanalyse und im letzten Unterkapitel der Einfluss von Schulart, Klassenstufe und Geschlecht vorgestellt. Außerdem wird in Kapitel 5.6 der Einfluss der Motivation berichtet.

### 5.1 ERGEBNISSE ZU NATURE OF SCIENCE

Die Ergebnisse zu NOS werden für die Gesamtskala und für die sieben Subskalen Herkunft, Sicherheit, Entwicklung, Rechtfertigung, Einfachheit, Zweck und Kreativität vorgestellt.

#### 5.1.1 Deskriptive Ergebnisse zu NOS

In Tabelle 12 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Gesamtskala und die Subskalen der EG und der gesamten Gruppe für die drei Messzeitpunkte dargestellt. In Abbildung 21 sind die Verläufe der Mittelwerte grafisch dargestellt (siehe S. 78).

Für die **Gesamtskala** liegt der kleinste Mittelwert beim Vortest bei der EG Kooperation ( $M_{\text{Kooperation}/1} = 3,75$ ) und der höchste Wert ist bei der EG Kodesign beim Follow up Test ( $M_{\text{Kodesign}/3} = 3,96$ ). Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Kollaboration}/1} = 0,31$  und  $SD_{\text{Kooperation}/3} = 0,55$ . Generell steigt die Standardabweichung bei jeder Gruppe von Prä- zu Follow up Test an. In Abbildung 21 ist zu erkennen, dass die Linien, die die unterschiedlichen EG darstellen zum Teil übereinanderliegen und die Unterschiede zwischen den Gruppen sehr gering sind. Vom Prä- zum Posttest steigt das Wissen geringfügig um 0,03 bis 0,12 an. Beim Follow up Test nimmt der Wissenstand von NOS bei der EG Kooperation und EG Kollaboration wieder leicht um 0,02 und 0,03 ab, bei der EG Kodesign hingegen nimmt der Wissensstand nochmals um 0,07 zu.

Bei der **Subskala Herkunft** ist der geringste Mittelwert zum Vortest in der EG Kodesign mit  $M_{\text{Kodesign}/1} = 4,01$  und der höchste Mittelwert bei der EG Kollaboration zum Posttest mit  $M_{\text{Kollaboration}/2} = 4,30$  festgestellt worden. Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Kollaboration}/2} = 0,57$  und  $SD_{\text{Kooperation}/2} = 0,84$ . Die Unterschiede zwischen den EG sind dementsprechend gering. Das Wissen über die Herkunft von NOS steigt bei allen Gruppen vom Prä- zum Posttest leicht an und stagniert oder sinkt leicht vom Post- zum Follow up Test.

Der höchste Mittelwert der **Subskala Sicherheit** zeigt sich beim Follow up Test bei der EG Kodesign mit  $M_{\text{Kodesign}/3} = 4,38$ . Der niedrigste Mittelwert liegt bei der EG Kollaboration beim Vortest mit  $M_{\text{Kollaboration}/1} = 3,98$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Kollaboration}/2} = 0,49$  und  $SD_{\text{Kooperation}/3} = 0,80$ . Das Wissen über die Sicherheit von NOS steigt vom Prä- zum Posttest an. Das Wissen der EG Kollaboration

und der EG Kooperation nimmt vom Post- zum Follow up Test wieder ab, wohingegen das Wissen der EG Kodesign weiter ansteigt.

Tabelle 12: Mittelwerte und Standardabweichungen von NOS und den Subskalen für die drei Experimentalgruppen (EG) zu jedem Zeitpunkt (1 – Prätest, 2 – Posttest, 3 – Follow up Test)

	MZP	EG 1: Kooperation		EG 2: Kollaboration		EG 3: Kodesign		Gesamt	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
<b>Gesamtskala NOS</b> $N_{EG 1} = 52, N_{EG 2} = 60, N_{EG 3} = 42, N_{gesamt} = 154$	1	3,75	0,51	3,79	0,31	3,86	0,37	3,80	0,40
	2	3,85	0,53	3,91	0,34	3,89	0,43	3,88	0,43
	3	3,83	0,55	3,88	0,42	3,96	0,48	3,88	0,48
<b>Herkunft</b> $N_{EG 1} = 52, N_{EG 2} = 61, N_{EG 3} = 42, N_{gesamt} = 155$	1	4,13	0,83	4,02	0,67	4,01	0,69	4,05	0,73
	2	4,22	0,84	4,30	0,57	4,27	0,69	4,27	0,70
	3	4,23	0,74	4,25	0,62	4,24	0,75	4,24	0,69
<b>Sicherheit</b> $N_{EG 1} = 52, N_{EG 2} = 60, N_{EG 3} = 42, N_{gesamt} = 154$	1	4,07	0,76	3,98	0,61	4,09	0,59	4,04	0,66
	2	4,29	0,67	4,29	0,49	4,20	0,56	4,27	0,57
	3	4,11	0,80	4,26	0,59	4,38	0,59	4,24	0,67
<b>Entwicklung</b> $N_{EG 1} = 52, N_{EG 2} = 60, N_{EG 3} = 41, N_{gesamt} = 153$	1	4,00	0,80	4,12	0,52	4,16	0,47	4,09	0,62
	2	4,00	0,85	4,10	0,72	4,10	0,72	4,07	0,76
	3	4,01	0,77	4,09	0,67	4,15	0,80	4,08	0,74
<b>Einfachheit</b> $N_{EG 1} = 52, N_{EG 2} = 59, N_{EG 3} = 42, N_{gesamt} = 153$	1	3,23	0,71	3,14	0,59	3,13	0,66	3,17	0,65
	2	3,39	0,66	3,34	0,56	3,33	0,77	3,36	0,66
	3	3,31	0,77	3,42	0,65	3,29	0,66	3,35	0,69
<b>Rechtfertigung</b> $N_{EG 1} = 52, N_{EG 2} = 59, N_{EG 3} = 42, N_{gesamt} = 153$	1	3,64	0,55	3,77	0,35	3,88	0,36	3,75	0,44
	2	3,70	0,53	3,73	0,36	3,72	0,47	3,72	0,45
	3	3,71	0,48	3,72	0,45	3,77	0,52	3,73	0,48
<b>Zweck</b> $N_{EG 1} = 52, N_{EG 2} = 59, N_{EG 3} = 42, N_{gesamt} = 153$	1	3,74	0,82	3,92	0,49	4,21	0,57	4,10	0,67
	2	3,84	0,69	4,01	0,55	4,05	0,70	3,96	0,64
	3	3,76	0,72	3,89	0,63	3,76	0,72	3,90	0,68
<b>Kreativität</b> $N_{EG 1} = 51, N_{EG 2} = 59, N_{EG 3} = 42, N_{gesamt} = 152$	1	3,27	0,78	3,30	0,57	3,27	0,75	3,28	0,69
	2	3,37	0,79	3,42	0,58	3,42	0,69	3,40	0,68
	3	3,55	0,80	3,46	0,72	3,60	0,80	3,53	0,77

Der kleinste Mittelwert bei der **Subskala Entwicklung** liegt beim Vor- und Posttest der EG Kooperation ( $M_{Kooperation/1+2} = 4,00$ ) und der größte Mittelwert beim Vortest der EG Kodesign ( $M_{Kodesign/1} = 4,16$ ). Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{Kodesign/1} = 0,47$  und  $SD_{Kooperation/2} = 0,85$ . Die Unterschiede zwischen den Gruppen und den Messzeitpunkten sind sehr gering. Das Wissen der EG Kooperation über die Entwicklung NOS stagniert über alle drei Messzeitpunkte. Das Wissen der EG Kollaboration sinkt über alle Messzeitpunkte leicht ab und die Kurve der EG Kodesign hat eine leichte V-Form.

Die Mittelwerte der **Subskala Rechtfertigung** liegen zwischen  $M_{Kooperation/1} = 3,64$  und  $M_{Kodesign/1} = 3,88$ .

Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{Kollaboration/1} = 0,35$  und  $SD_{Kooperation/1} = 0,55$ .



Das Wissen über die **Rechtfertigung** bei NOS steigt bei der EG Kooperation über alle drei Messzeitpunkte an. Das Wissen der EG Kollaboration sinkt vom Prä- zum Posttest leicht ab und stagniert vom Post- zum Follow up Test. Das Wissen der EG Kodesign sinkt vom Prä- zum Posttest ab und steigt vom Post- zum Follow up Test wieder leicht an.

Der geringste Mittelwert der **Subskala Einfachheit** zum Vortest kann bei der EG Kodesign mit  $M_{\text{Kodesign}/1} = 3,13$  festgestellt werden. Der höchste Mittelwert zum Posttest kann bei der EG Kooperation mit  $M_{\text{Kooperation}/2} = 3,39$  identifiziert werden. Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Kollaboration}/2} = 0,56$  und  $SD_{\text{Kodesign}/2} = 0,77$  sowie  $SD_{\text{Kooperation}/3} = 0,77$ . Das Wissen über die Einfachheit von NOS der EG weist kaum Unterschiede über die Messzeitpunkte auf. Bei allen Gruppen steigt das Wissen vom Prä- zum Posttest an. Bei der EG Kooperation und bei der EG Kodesign sinkt das Wissen vom Post- zum Follow up Test leicht ab, bei der EG Kollaboration steigt das Wissen weiter an.

Der kleinste Mittelwert der **Subskala Zweck** liegt beim Vortest der EG Kooperation  $M_{\text{Kooperation}/1} = 3,74$  und der größte Mittelwert liegt beim Vortest der EG Kodesign mit  $M_{\text{Kodesign}/1} = 4,21$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Kollaboration}/1} = 0,49$  und  $SD_{\text{Kooperation}/1} = 0,82$ . Das Wissen über den Zweck von NOS sinkt bei der EG Kodesign über alle drei Messzeitpunkte ab. Das Wissen der EG Kooperation und EG Kollaboration steigt zuerst leicht an und sinkt dann ab. Der Mittelwert zum Vortest unterscheidet sich zwischen den Gruppen stärker als bei den anderen beiden Messzeitpunkten.

Der niedrigste Mittelwert bei der **Subskala Kreativität** tritt beim Vortest von EG Kooperation und EG Kodesign mit  $M_{\text{Kooperation}/1} = 3,27$  und  $M_{\text{Kodesign}/1} = 3,27$  auf. Der höchste Mittelwert tritt bei beim Follow up Test bei der EG Kooperation mit  $M_{\text{Kooperation}/3} = 3,55$  auf. Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Kollaboration}/2} = 0,57$  und  $SD_{\text{Kooperation}/3} = 0,80$  bzw.  $SD_{\text{Kodesign}/3} = 0,80$ . Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind generell gering. Bei allen Gruppen steigt das Wissen über die Kreativität bei NOS über die Messzeitpunkte an.

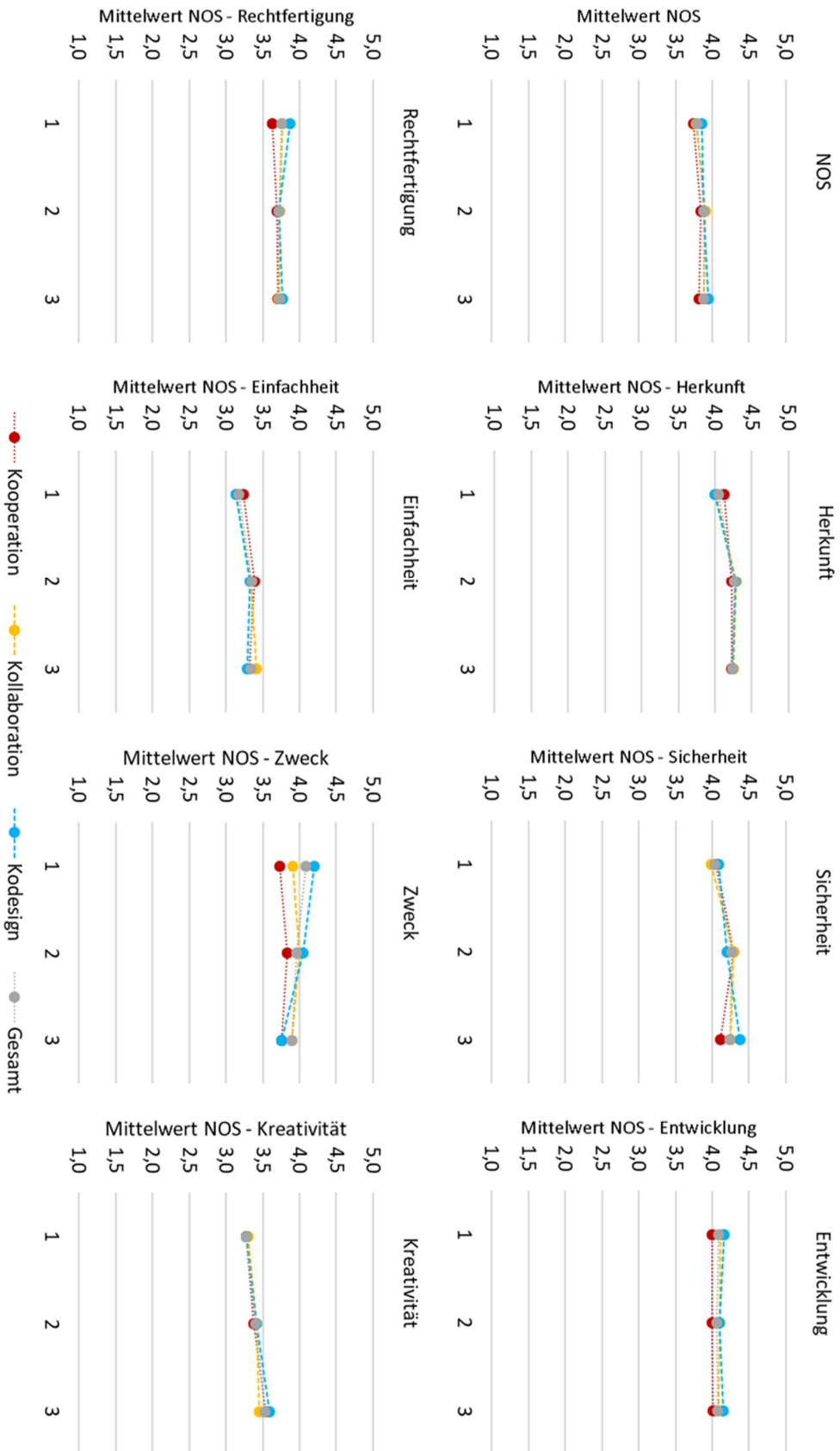


Abbildung 21: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte zu NOS und den Subskalen aufgeteilt nach den drei Experimentalgruppen (1 – Prätest, 2 – Posttest, 3 – Follow up Test)

### 5.1.2 Ergebnisse der Varianzanalyse zu NOS

Zum Vortest unterscheiden sich die EG bei den folgenden Skalen statistisch nicht signifikant voneinander: NOS ( $F(2, 195) = 2.75$ ), Herkunft ( $F(2, 195) = 0.08$ ), Sicherheit ( $F(2, 195) = 1.28$ ), Entwicklung ( $F(2, 194) = 2.55$ ), Einfachheit ( $F(2, 193) = 0.51$ ) und Kreativität ( $F(2, 193) = 0.19$ ). Das bedeutet die EG hatten zu Beginn der Intervention die gleichen Wissensstände bezüglich dieser Skalen. Ungleiche Wissensstände der EG hingegen können bei den Subskalen Rechtfertigung ( $F(2, 194) = 6.49$ ) und Zweck ( $F(2, 194) = 8.44$ ) angenommen werden, da diese statistisch signifikante Unterschiede bei  $p < .05$  haben.

Der Mauchly-Test (siehe Anhang 3) zeigt an, dass die Annahme der Sphärizität für die Gesamtskala NOS und für die Subskala Sicherheit mit  $p < .05$  verletzt ist. Deshalb werden die Freiheitsgrade für diese beiden Skalen nach Huynh-Feldt korrigiert. Bei den anderen Subskalen kann die Annahme der Sphärizität mit  $p > .05$  angenommen werden.

Die Ergebnisse der rmANOVA für NOS und die Subskalen sind in Tabelle 13 und die Ergebnisse der Kontrastuntersuchung in Tabelle 14 dargestellt. Die Varianzanalyse zeigt für die **Gesamtskala NOS** bei  $F(1.88, 283.13) = 8.42$  und  $p = .00$ , mit  $\eta^2_p = .05$  einen statistisch signifikanten Haupteffekt, das bedeutet alle Schülerinnen lernen etwas über NOS. Die Schülerinnen lernen sowohl kurzfristig vom Prä- zum Posttest über NOS dazu als auch mittelfristig vom Prä- zum Follow up Test. Der Lerneffekt ist jedoch beim kurzfristigen Testen größer ( $\eta^2_p = .10$ ) als beim mittelfristigen Testen ( $\eta^2_p = .07$ ). Die EG haben keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Lernzuwächse von NOS bei  $F(3.75, 283.13) = 3.02$  und  $p = .41$ .

Die EG unterscheiden auch bei der Betrachtung der Zwischensubjekteffekte bei NOS ( $F(2, 151) = 0.57$ ) mit  $p > .05$  nicht statistisch signifikant voneinander (siehe Anhang 4).

Die Untersuchung zum paarweisen Vergleich (siehe Anhang 5) der Mittelwerte der EG gemittelt über die drei Messzeitpunkte zeigt statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Kooperation und der Kollaboration sowie zwischen der Kooperation und dem Kodesign bei  $p < .05$ . Dabei ist der Mittelwert der EG Kooperation von NOS geringer, als der Mittelwert der EG Kollaboration und der EG Kodesign.

Für die **Subskala Herkunft** zeigt sich kein statistisch signifikanter Interaktionseffekt ( $F(4, 304) = 0.68$  und  $p = .61$ ), das bedeutet die EG haben keinen Einfluss auf den Wissenszuwachs bezüglich der Skala Herkunft. Der Haupteffekt ist jedoch mit  $F(2, 304) = 8.96$  und  $p = .00$  statistisch signifikant, die Schülerinnen lernen dementsprechend etwas über die Herkunft von NOS hinzu. Die Effektgröße ist dabei von allerdings von kleiner Größe mit  $\eta^2_p = 0.06$ . Die Schülerinnen lernen über die Herkunft von

NOS vom Prä- zum Posttest dazu ( $F(1, 152) = 16.39, p = .00, \eta^2_p = 0.10$ ), und der Wissenszuwachs ist auch mittelfristig, allerdings ist dieser schwächer ( $F(1, 152) = 10.18, p = .00, \eta^2_p = 0.06$ )

Tabelle 13: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für NOS, die Subskalen und den Einfluss der Experimentalgruppen (Projekt)

Tests der Innersubjekteffekte							
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p.	$\eta^2_p$	1- $\beta$
NOS	0,75	1,88	0,40	8,42	0,00	0,05	0,95
NOS * Projekt	0,17	3,75	0,05	0,98	0,41	0,01	0,30
Fehler (NOS)	13,39	283,13	0,05				
Herkunft	4,09	2	2,05	8,96	0,00	0,06	0,97
Herkunft * Projekt	0,62	4	0,16	0,68	0,61	0,01	0,22
Fehler (Herkunft)	69,43	304	0,23				
Sicherheit	4,45	1,86	2,39	13,81	0,00	0,08	1,00
Sicherheit * Projekt	1,94	3,72	0,52	3,02	0,02	0,04	0,78
Fehler (Sicherheit)	48,60	280,67	0,17				
Entwicklung	0,06	2	0,03	0,18	0,83	0,00	0,08
Entwicklung * Projekt	0,09	4	0,02	0,14	0,97	0,00	0,08
Fehler (Entwicklung)	46,70	300	0,16				
Rechtfertigung	0,16	2	0,08	0,80	0,45	0,01	0,19
Rechtfertigung * Projekt	0,68	4	0,17	1,75	0,14	0,02	0,53
Fehler (Rechtfertigung)	29,10	300	0,10				
Einfachheit	3,18	2	1,59	8,66	0,00	0,05	0,97
Einfachheit * Projekt	0,61	4	0,15	0,84	0,50	0,01	0,27
Fehler (Einfachheit)	55,11	300	0,18				
Zweck	0,19	2	0,09	0,49	0,61	0,00	0,13
Zweck * Projekt	1,05	4	0,26	1,39	0,24	0,02	0,43
Fehler (Zweck)	56,76	300	0,19				
Kreativität	4,68	2	2,34	11,12	0,00	0,07	0,99
Kreativität * Projekt	0,47	4	0,12	0,56	0,69	0,01	0,19
Fehler (Kreativität)	62,74	298	0,21				

Alle Schülerinnen lernen über die **Sicherheit** von NOS hinzu ( $F(1.86, 280.67) = 13.81, p = .00, \eta^2_p = 0.08$ ). Dabei ist der Lernzuwachs von Prä- und Posttest größer ( $F(1, 151) = 29.58, p = .00, \eta^2_p = .16$ ) als der mittelfristige Lernzuwachs von Prä- zu Follow up Test ( $F(1, 151) = 15.30, p = .00$  und  $\eta^2_p = .09$ ). Zusätzlich haben hier die EG einen Einfluss auf den Erwerb des Wissens über die Sicherheit von NOS ( $F(3.72, 280.67) = 3.02, p = .02, \eta^2_p = 0.04$ ). Die Effektstärke ist allerdings nur gering. Weder der Einfluss der EG auf den Lernzuwachs von Prä- zu Posttest ( $F(2, 151) = 1.85, p = .16$ ) als der mittelfristige Lernzuwachs zum Follow up Test ( $F(2, 151) = 2.34, p = .10$ ) sind allerdings statistisch signifikant.

Tabelle 14: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für den Haupteffekt bei NOS (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Tests der Innersubjektkontraste								
Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
NOS	2 vs. 1	1,03	1	1,03	16,09	0,00	0,10	0,98
	3 vs. 1	1,20	1	1,20	10,84	0,00	0,07	0,91
Fehler (NOS)	2 vs. 1	9,68	151	0,06				
	3 vs. 1	16,74	151	0,11				
Herkunft	2 vs. 1	6,91	1	6,91	16,39	0,00	0,10	0,98
	3 vs. 1	5,26	1	5,26	10,18	0,00	0,06	0,89
Fehler (Herkunft)	2 vs. 1	64,04	152	0,42				
	3 vs. 1	78,59	152	0,52				
Sicherheit	2 vs. 1	6,98	1	6,98	29,58	0,00	0,16	1,00
	3 vs. 1	6,34	1	6,34	15,30	0,00	0,09	0,97
Sicherheit * Projekt	2 vs. 1	0,87	2	0,44	1,85	0,16	0,02	0,38
	3 vs. 1	1,94	2	0,97	2,34	0,10	0,03	0,47
Fehler (Sicherheit)	2 vs. 1	35,64	151	0,24				
	3 vs. 1	62,57	151	0,41				
Rechtfertigung * Projekt	2 vs. 1	1,13	2	0,56	3,48	0,03	0,04	0,64
	3 vs. 1	0,80	2	0,40	1,84	0,16	0,02	0,38
Fehler (Rechtfertigung)	2 vs. 1	24,24	150	0,16				
	3 vs. 1	32,52	150	0,22				
Einfachheit	2 vs. 1	5,13	1	5,13	13,40	0,00	0,08	0,95
	3 vs. 1	4,38	1	4,38	11,12	0,00	0,07	0,91
Fehler (Einfachheit)	2 vs. 1	57,43	150	0,38				
	3 vs. 1	59,13	150	0,39				
Kreativität	2 vs. 1	2,14	1	2,14	5,62	0,02	0,04	0,65
	3 vs. 1	9,36	1	9,36	20,48	0,00	0,12	0,99
Fehler (Kreativität)	2 vs. 1	56,84	149	0,38				
	3 vs. 1	68,11	149	0,46				

Die Schülerinnen haben keinen Wissenszuwachs bezüglich der **Entwicklung** von NOS ( $F(2, 300) = 0.18$ ,  $p = .83$ ) und die EG haben keinen Einfluss auf den Wissenszuwachs ( $F(4, 300) = 0.14$ ,  $p = .97$ ).

Der Wissenserwerb zur **Rechtfertigung** von NOS steigt bei den Schülerinnen nicht statistisch signifikant an ( $F(2, 300) = 0.80$ ,  $p = .45$ ). Die EG haben auch keinen Einfluss auf den Wissenserwerb ( $F(4, 300) = 1.75$ ,  $p = .14$ ).

Alle Schülerinnen lernen über die **Einfachheit** von NOS hinzu ( $F(2, 300) = 8.66$ ,  $p = .00$ ,  $\eta^2_p = .05$ ), dabei ist sowohl der kurzfristige Wissenszuwachs ( $F(1, 150) = 13.40$ ,  $p = .00$ ,  $\eta^2_p = .08$ ) als auch der Behaltenseffekt von Prä- zu Follow up Test statistisch signifikant ( $F(1, 150) = 11.12$ ,  $p = .00$  und  $\eta^2_p = .07$ ). Die EG haben keinen Einfluss auf den Wissenszuwachs ( $F(4, 300) = 0.84$ ,  $p = .50$ ).

Über den **Zweck** von NOS verändert sich das Wissen der Schülerinnen nicht ( $F(2, 300) = 0.49, p = .61$ ) und auch die EG haben keinen Einfluss auf die Stagnation dieses Wissens ( $F(4, 300) = 1.39, p = .24$ ). Es zeigt sich jedoch ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen EG bei der Subskala Zweck mit  $F(2, 150) = 4.44, p = .01$  und  $\eta^2_p = .06$ , wenn die Mittelwerte über die drei Messzeitpunkte verglichen werden (siehe Test der Zwischensubjekteffekte, Anhang 4).

Das Wissen über die **Kreativität** von NOS steigt bei den Schülerinnen an ( $F(2, 298) = 11.12, p = .00, \eta^2_p = .07$ ). Dabei ist der kurzfristige Wissensanstieg von Prä- zu Posttest von kleiner Stärke ( $F(1, 149) = 5.62, p = .02, \eta^2_p = .04$ ) und der mittelfristige Wissenszuwachs von mittlerer Stärke ( $F(1, 149) = 20.48, p = .00, \eta^2_p = .12$ ). Der Wissenszuwachs über die Kreativität von NOS wird nicht von den EG beeinflusst ( $F(4, 298) = 0.56$  und  $p = .69$ ).

### 5.1.3 Einfluss von Geschlecht, Schulart und Klassenstufe

Innerhalb dieses Unterkapitels werden die deskriptiven Ergebnisse von der Skala NOS und der Schulart, der Klassenstufe und dem Geschlecht berichtet. Im Anschluss werden die Ergebnisse der rmANOVA und der Einfluss der Variablen beschrieben.

In Tabelle 15 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Gesamtskala NOS aufgeteilt nach der Klassenstufe, der Schulart und dem Geschlecht und in Abbildung 22 sind die grafischen Verläufe dargestellt.

Tabelle 15: Die Mittelwerte (*M*) und Standardabweichungen (*SD*) für NOS aufgeteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht (R-Realschule, G-Gymnasium, IGS-Integrierte Gesamtschule)

NOS	Prätest				Posttest				Follow up Test			
	7.	9.	10.	12.	7.	9.	10.	12.	7.	9.	10.	12.
<b>M</b> Klassenstufe	3,56	3,67	3,71	4,00	3,66	3,71	3,99	4,09	3,73	3,63	4,01	4,12
<b>SD</b> Klassenstufe	0,48	0,36	0,33	0,31	0,50	0,37	0,39	0,35	0,55	0,46	0,49	0,33
<b>Schulart</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>	
<b>M</b> Schulart	3,49	3,96	3,67		3,60	4,07	3,71		3,71	4,09	3,63	
<b>SD</b> Schulart	0,45	0,33	0,36		0,51	0,36	0,37		0,55	0,37	0,46	
<b>Geschlecht</b>	<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>	
<b>M</b> Geschlecht	3,81		3,77		3,93		3,82		3,93		3,83	
<b>SD</b> Geschlecht	0,38		0,44		0,43		0,44		0,46		0,51	

Bei den **Schularten** liegt der höchste Mittelwert beim Follow up Test der Gymnasien mit  $M_{\text{Gymnasium}/3} = 4,09$  und der niedrigste Wert beim Prätest der Realschulen mit  $M_{\text{Realschule}/1} = 3,49$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Gymnasium}/1} = 0,33$  und  $SD_{\text{Realschule}/3} = 0,55$ . Für die **Klassenstufen** liegen die Mittelwerte zwischen  $M_{7. \text{Stufe}/1} = 3,56$  und  $M_{12. \text{Stufe}/3} = 4,12$  und die Standardabweichungen zwischen  $SD_{12. \text{Stufe}/1} = 0,31$  und  $SD_{7. \text{Stufe}/3} = 0,55$ . Es zeigen sich sehr geringe Unterschiede zwischen den **Geschlechtern**. Der geringste Mittelwert liegt beim Prätest der Schüler mit

3,77 und der größte Mittelwert beim Post- bzw. Follow up Test der Schülerinnen mit 3,93. Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{weiblich}/1} = 0,38$  und  $SD_{\text{männlich}/3} = 0,51$ .

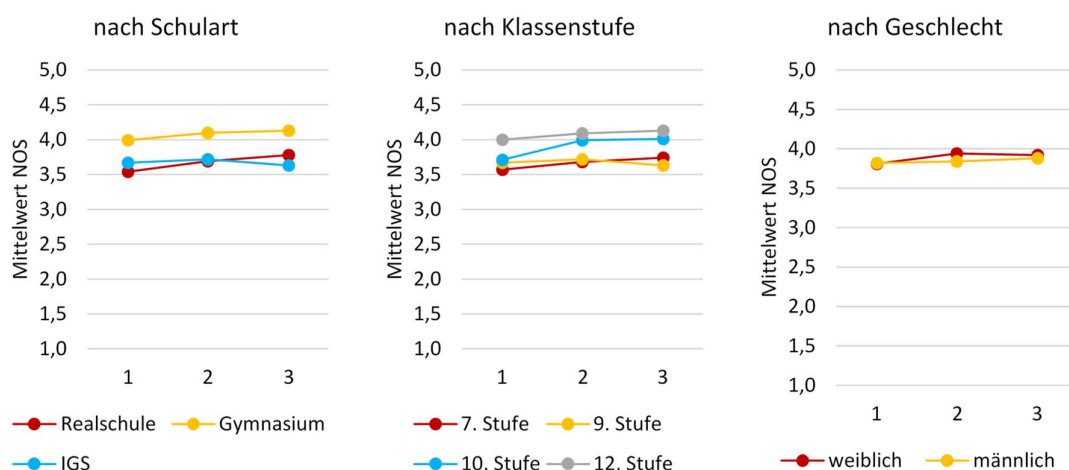


Abbildung 22: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte von NOS aufgeteilt nach Schulart, Klassenstufe und Geschlecht ( $N_{\text{Realschule}} = 23$ ,  $N_{\text{Gymnasium}} = 81$ ,  $N_{\text{IGS}} = 50$ ;  $N_{\text{7. Stufe}} = 28$ ,  $N_{\text{9. Stufe}} = 50$ ,  $N_{\text{10. Stufe}} = 8$ ,  $N_{\text{12. Stufe}} = 68$ ;  $N_{\text{weiblich}} = 87$ ,  $N_{\text{männlich}} = 67$ , 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse, siehe Tabelle 16 und Tabelle 17, zeigen mehrere statistisch signifikante Interaktionseffekte für NOS an. Der Wissenszuwachs der Schülerinnen von NOS wird durch die **Schulart** ( $F(3.92, 286.03) = 5.09$ ,  $p = .00$ ,  $\eta^2_p = .07$ ) und durch die **Klassenstufe** ( $F(5.90, 284.96) = 3.56$ ,  $p = .00$ ,  $\eta^2_p = .07$ ) statistisch signifikant beeinflusst. Beide beeinflussen aber nur den mittelfristigen Wissenszuwachs signifikant.

Tabelle 16: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für NOS und den Einfluss der weiteren Variablen (Korrektur nach Huynh-Feldt)

Tests der Innersubjekteffekte							
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>NOS * Schulart</b>	0,85	3,92	0,22	5,09	0,00	0,07	0,96
<b>NOS * Projekt * Schulart</b>	0,31	5,88	0,05	1,23	0,29	0,02	0,48
<b>Fehler (NOS)</b>	12,22	286,03	0,04				
<b>NOS * Klassenstufe</b>	0,90	5,90	0,15	3,56	0,00	0,07	0,95
<b>NOS * Projekt * Klassenstufe</b>	0,33	5,90	0,06	1,33	0,25	0,03	0,51
<b>Fehler (NOS)</b>	12,15	284,96	0,04				
<b>NOS * Geschlecht</b>	0,18	1,92	0,09	2,08	0,13	0,01	0,42
<b>NOS * Projekt * Geschlecht</b>	0,71	3,83	0,18	4,17	0,00	0,05	0,91
<b>Fehler (NOS)</b>	12,52	283,46	0,04				

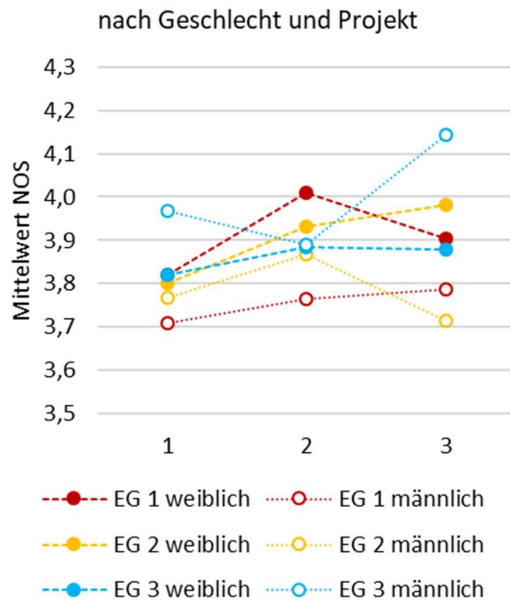


Abbildung 23: Verlauf der Mittelwerte von NOS aufgeteilt in Geschlecht und Projekt (1-Prätest, 2-Posttest, 3-Follow up Test)

Des Weiteren beeinflussen die **EG** und das **Geschlecht** den Wissenserwerb von NOS bei den Schülerinnen mit  $F(3.83, 283.46) = 4.17, p = .00$  und  $\eta^2_p = .05$ . Der Test der Innersubjekteffekte zeigt jedoch, dass nur der mittelfristige Lernzuwachs von Prä- zu Follow up Test statistisch signifikant bei  $F(2, 148) = 3.32, p = .04$  bei  $\eta^2_p = .04$  von Geschlecht und EG beeinflusst wird. So zeigen die Jungen der EG 3 und die Mädchen der EG 2 den höchsten Behaltenseffekt, wohingegen die Jungen der EG 2 den geringsten Behaltenseffekt zeigen. In Abbildung 23 ist der Verlauf der Mittelwerte differenziert nach Geschlecht und Projektart dargestellt.

Tabelle 17: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die statistisch signifikanten Interaktionseffekte mit NOS (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Tests der Innersubjektkontraste								
Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>NOS * Schulart</b>	2 vs. 1	0,14	2	0,07	1,15	0,32	0,02	0,25
	3 vs. 1	1,59	2	0,79	7,67	0,00	0,10	0,94
<b>Fehler (NOS)</b>	2 vs. 1	15,14	146	0,10				
	3 vs. 1	12,47	146	0,09				
<b>NOS * Klassenstufe</b>	2 vs. 1	0,29	3	0,10	1,55	0,20	0,03	0,40
	3 vs. 1	1,60	3	0,53	5,12	0,00	0,10	0,92
<b>Fehler (NOS)</b>	2 vs. 1	8,91	145	0,06				
	3 vs. 1	15,10	145	0,10				
<b>NOS * Geschlecht</b>	2 vs. 1	0,35	1	0,35	5,57	0,02	0,04	0,65
	3 vs. 1	0,06	1	0,06	0,56	0,45	0,00	0,12
<b>NOS * Projekt * Geschlecht</b>	2 vs. 1	0,10	2	0,05	0,76	0,47	0,01	0,18
	3 vs. 1	0,71	2	0,36	3,32	0,04	0,04	0,62
<b>Fehler (NOS)</b>	2 vs. 1	9,06	146	0,06				
	3 vs. 1	15,14	146	0,10				

Der Wissensstand von NOS zeigt generelle Unterschiede zwischen den Klassenstufen mit  $F(3, 145) = 17.24$  und  $p < .05$  ( $\eta^2_p = .26, 1-\beta = 1.00$ ), wobei die zwölften Klassen einen höheren Wissensstand haben als zum Beispiel die siebten und neunten Klassen.



## 5.2 ERGEBNISSE ZUR EINSTELLUNG ZU DEN NATURWISSENSCHAFTEN

Die Ergebnisse zur Einstellung zu den Naturwissenschaften werden für die drei Skalen „Freude und Interesse an Naturwissenschaften“, „Genereller Wert von Naturwissenschaften“ und „Zukunftsorientierte naturwissenschafts-bezogene Motivation“ vorgestellt.

### 5.2.1 Deskriptive Ergebnisse zur Einstellung zu den Naturwissenschaften

In Tabelle 18 und Abbildung 24 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen zu den drei Skalen dargestellt. Der geringste Mittelwert bei der **Skala Freude und Interesse** wurde bei der EG Kodesign zum Posttest ( $M_{\text{Kodesign}/2} = 2,67$ ) festgestellt und der höchste Mittelwert bei der EG Kollaboration zum Posttest ( $M_{\text{Kollaboration}/2} = 3,00$ ). Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Kooperation}/1} = 0,61$  und  $SD_{\text{Kodesign}/2} = 0,93$ . Das Diagramm zeigt, dass einzig die Einstellung der Schülerinnen der EG Kollaboration zum Posttest hin leicht ansteigt. Bei den anderen beiden Gruppen sinkt die Einstellung hingegen leicht ab. Zum Follow up Test hin steigt die Einstellung der EG Kodesign wieder an, die Einstellung der EG Kooperation sinkt weiter und die Einstellung der EG Kollaboration sinkt auch wieder ab.

Der höchste Mittelwert der **Skala zum generellen Wert von Naturwissenschaften** mit  $M_{\text{Kodesign}/1} = 3,29$  wurde zum Posttest in der Gruppe Kodesign festgestellt. Der geringste Mittelwert lag beim Posttest der Kooperation mit  $M_{\text{Kooperation}/2} = 2,97$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Kodesign}/1} = 0,37$  und  $SD_{\text{Kodesign}/2} = 0,58$ . Unverkennbar zeigt das Diagramm, dass alle Einstellungen vom Prä- zum Posttest leicht bis stärker absinken. Dabei sinkt die Einstellung der EG Kodesign am stärksten und die Einstellung der EG Kooperation am wenigsten. Zum Follow up Test stagnieren die Einstellungen auf dem Niveau des Posttests.

Tabelle 18: Mittelwerte und Standardabweichung der Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften

	MZP	EG 1: Kooperation		EG 2: Kollaboration		EG 3: Kodesign		Gesamt	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
<b>Freude und Interesse</b> $N_{\text{EG 1}} = 51, N_{\text{EG 2}} = 59, N_{\text{EG 3}} = 43, N_{\text{gesamt}} = 153$	1	2,87	0,61	2,96	0,65	2,91	0,72	2,92	0,65
	2	2,83	0,65	3,00	0,67	2,67	0,93	2,85	0,75
	3	2,73	0,77	2,88	0,80	2,82	0,86	2,81	0,81
<b>gen. Wert</b> $N_{\text{EG 1}} = 51, N_{\text{EG 2}} = 59, N_{\text{EG 3}} = 42, N_{\text{gesamt}} = 152$	1	3,00	0,46	3,15	0,42	3,29	0,37	3,14	0,43
	2	2,97	0,50	3,06	0,46	3,10	0,58	3,04	0,51
	3	2,99	0,45	3,07	0,51	3,10	0,46	3,05	0,48
<b>z.n.-Motivation</b> $N_{\text{EG 1}} = 51, N_{\text{EG 2}} = 58, N_{\text{EG 3}} = 41, N_{\text{gesamt}} = 150$	1	1,98	0,83	2,29	0,83	2,10	0,97	2,13	0,88
	2	1,95	0,79	2,31	0,83	2,19	0,98	2,16	0,87
	3	2,05	0,83	2,34	0,87	2,05	1,00	2,16	0,90

Der geringste Mittelwert der **Skala zukunftsorientierte naturwissenschafts-bezogene (z. n.) Motivation** wurde zum Posttest bei der EG Kooperation mit  $M_{\text{Kooperation}/2} = 1,95$  festgestellt. Der höchste Mittelwert tritt bei der EG Kollaboration zum Posttest mit  $M_{\text{Kollaboration}/2} = 2,31$  auf. Die

Standardabweichungen sind größer als bei den anderen zwei Skalen und liegen zwischen  $SD_{\text{Kooperation}/2} = 0,79$  und  $SD_{\text{Kodesign}/3} = 1,00$ . Die Einstellung der EG Kodesign steigt zum Posttest leicht an und sinkt zum Follow up Test wieder ab. Die Einstellung der EG Kooperation sinkt zum Posttest sehr leicht ab und steigt zum Follow up Test wieder an und die Einstellung von der EG Kollaboration steigt zu jedem Testzeitpunkt sehr leicht an.

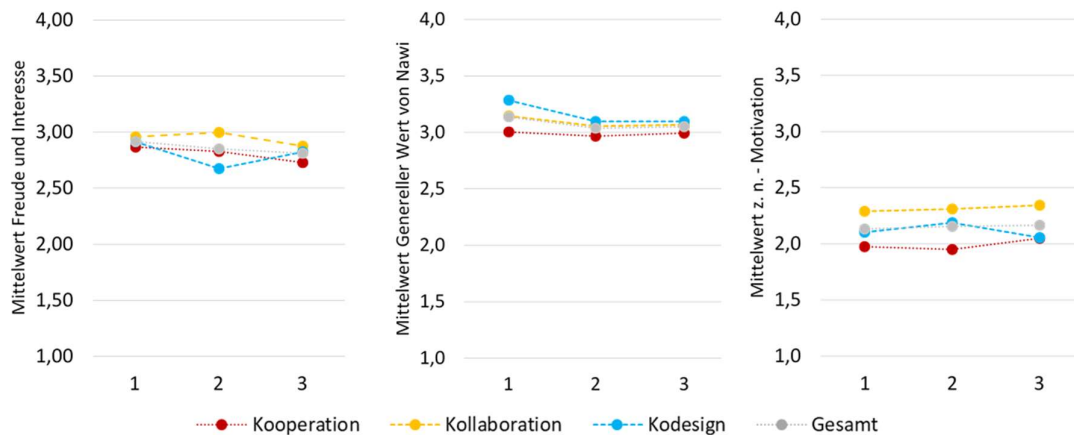


Abbildung 24: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte der drei Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften aufgeteilt nach den drei Experimentalgruppen (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

### 5.2.2 Ergebnisse der Varianzanalyse zur Einstellung zu Naturwissenschaft

Die EG zeigen bei den Skalen Freude und Interesse ( $F(2, 194) = 0.51, p = .60$ ) und bei der Skala zukunftsorientierte naturwissenschafts-bezogene Motivation ( $F(2, 193) = 1.59, p = .21$ ) keine statistisch signifikanten Unterschiede vor dem Beginn der Intervention. Die Gruppen haben dementsprechend die gleichen Eingangsvoraussetzungen. Für die Skala genereller Wert von Naturwissenschaften jedoch zeigen die EG statistisch signifikante Unterschiede vor Beginn der Intervention ( $F(2, 194) = 6.71$  und  $p = .002$ ). Hier unterscheiden sich dementsprechend die Eingangsvoraussetzungen der Gruppen.

Die Sphärizität für die beiden Skalen genereller Wert der Naturwissenschaften und Freude und Interesse an den Naturwissenschaften kann bei  $p > 0,05$  angenommen werden. Bei der Skala zukunftsorientierte naturwissenschafts-bezogene Motivation ist  $p \leq 0,05$  und es wird eine Verletzung der Sphärizität angenommen. Da  $\epsilon > 0,75$  ist wird eine Korrektur der Freiheitsgrade nach Huynh-Feldt durchgeführt.

In Tabelle 19 sind die Ergebnisse der Varianzanalyse der drei Skalen und in Tabelle 20 sind die Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste dargestellt.

Die **Freude und das Interesse** der Schülerinnen an den Naturwissenschaften verändern sich durch die Intervention statistisch signifikant ( $F(2, 300) = 3.27, p = .04$ ). Allerdings nehmen die Freude und das Interesse der Schülerinnen nicht zu, sondern ab (siehe Abbildung 24). Die Stärke dieses Effekts ist mit  $\eta^2_p = .02$  allerdings sehr gering. Das Interesse nimmt sowohl statistisch signifikant vom Prä- zum Posttest mit  $F(1, 150) = 4.00$  und  $p = .047$  ab, als auch mittelfristig vom Prä- zum Follow up Test  $F(1, 150) = 5.53, p = .02$ . Aber auch hier ist die Stärke des Effekts gering. Neben diesem signifikanten Haupteffekt, haben auch die EG einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Veränderung der Freude und des Interesses an den Naturwissenschaften der Schülerinnen ( $F(4, 300) = 2.54, p = .04$ ). Dieser Einfluss der EG ist jedoch nur kurzfristig von Prä- zu Posttest statistisch signifikant mit  $F(2, 150) = 4.09, p = 0,02$  und  $\eta^2_p = 0,05$ . Der Effekt zeigt den Unterschied zwischen der EG 2, der Kollaboration, und den anderen zwei EG zwischen Prä- und Posttest, der in Kapitel 5.2.1 beschrieben worden ist.

Tabelle 19: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die drei Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften und dem Einfluss der Experimentalgruppe (Projekt)

Tests der Innersubjekteffekte							
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
Freude& Interesse	0,90	2	0,45	3,27	0,04	0,02	0,62
Freude & Interesse * Projekt	1,39	4	0,35	2,54	0,04	0,03	0,72
Fehler(Freude& Interesse)	41,09	300	0,14				
Genereller Wert	0,97	2	0,49	3,84	0,02	0,03	0,70
Genereller Wert * Projekt	0,45	4	0,11	0,88	0,48	0,01	0,28
Fehler(Genereller Wert)	37,69	298	0,13				
z. n. Motivation	0,07	1,97	0,04	0,17	0,84	0,00	0,08
z. n. Motivation * Projekt	0,65	3,95	0,16	0,77	0,55	0,01	0,25
Fehler(Zukünftige Motivation)	62,00	290,08	0,21				

Der **generelle Wert** den die Schülerinnen den Naturwissenschaften beimessen, sinkt über die Messzeitpunkte statistisch signifikant ab mit  $F(2, 298) = 3.84, p = .02, \eta^2_p = .03$ . Sowohl die kurz- ( $F(1, 149) = 6.27$ ) als auch die mittelfristige ( $F(1, 149) = 5.51$ ) Einstellungsänderung der Schülerinnen ist bei  $p < .05$  signifikant. Die EG unterscheiden sich bei der Veränderung der Einstellung bezüglich des generellen Werts der Naturwissenschaften nicht signifikant mit  $p > .05$  bei  $F(4, 298) = 0.88$ .

Die Einstellung der Schülerinnen zur **zukunftsorientierten naturwissenschafts-bezogenen Motivation** verändert sich über die Projektlaufzeit nicht signifikant mit  $F(2, 294) = 0.17$  und auch die EG haben keinen signifikanten Einfluss auf diese Variable bei  $F(4, 294) = 0.77$  und  $p > .05$ .

Tabelle 20: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für den Haupteffekt bei Freude und Interesse und dem generellen Wert sowie für den Interaktionseffekt bei Freude und Interesse und den Experimentalgruppen/Projekt (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Tests der Innersubjektkontraste								
Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>Freude &amp; Interesse</b>	2 vs. 1	0,97	1	0,97	4,00	0,05	0,03	0,51
	3 vs. 1	1,63	1	1,63	5,53	0,02	0,04	0,65
<b>Freude&amp; Interesse * Projekt</b>	2 vs. 1	1,98	2	0,99	4,08	0,02	0,05	0,72
	3 vs. 1	0,09	2	0,05	0,16	0,85	0,00	0,07
<b>Fehler (Freude&amp; Interesse)</b>	2 vs. 1	36,45	150	0,24				
	3 vs. 1	44,21	150	0,29				
<b>Genereller Wert</b>	2 vs. 1	1,63	1	1,63	6,27	0,01	0,04	0,70
	3 vs. 1	1,26	1	1,26	5,51	0,02	0,04	0,65
<b>Genereller Wert * Projekt</b>	2 vs. 1	0,55	2	0,27	1,06	0,35	0,01	0,23
	3 vs. 1	0,77	2	0,38	1,67	0,19	0,02	0,35
<b>Fehler (Genereller Wert)</b>	2 vs. 1	38,74	149	0,26				
	3 vs. 1	34,15	149	0,23				

### 5.2.3 Einfluss von Geschlecht, Schulart und Klassenstufe

Die deskriptiven Ergebnisse sind in Tabelle 21 und in Abbildung 25 für die Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften dargestellt.

Der geringste Mittelwert bei der Skala **Freude und Interesse** zur **Schulart** kann zum Follow up Test bei der IGS mit 2,41 festgestellt werden. Der höchste Wert liegt beim Prätest der Gymnasien bei 3,11. Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Gymnasium}/1} = 0,51$  und  $SD_{\text{Realschule}/3} = 0,85$ . Die Mittelwerte für die **Klassenstufen** liegen zwischen  $M_{9. \text{Stufe}/3} = 2,41$  und  $M_{10. \text{Stufe}/3} = 3,18$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{12. \text{Stufe}/1} = 0,45$  und  $SD_{7. \text{Stufe}/3} = 0,98$ . Die Mittelwerte aufgeteilt nach **Geschlechtern** liegen zwischen  $M_{\text{männlich}/1} = 2,97$  und  $M_{\text{männlich}/3} = 2,76$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{weiblich}/1} = 0,68$  und  $SD_{\text{männlich}/1+3} = 0,85$ .

Für die die **Schulart** liegen die höchsten Mittelwerte der Skala **Genereller Wert von Naturwissenschaften** beim Posttest der Realschulen mit  $M_{\text{Realschule}/2} = 2,82$  und der höchste Wert beim Vortest der Gymnasien mit  $M_{\text{Gymnasium}/1} = 3,26$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Gymnasium}/1} = 0,36$  und  $SD_{\text{IGS}/2} = 0,60$ . Die Mittelwerte differenziert nach **Klassenstufe** liegen zwischen  $M_{9. \text{Stufe}/2} = 2,86$  und  $M_{10. \text{Stufe}/3} = 3,28$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{12. \text{Stufe}/3} = 0,33$  und  $SD_{10. \text{Stufe}/2} = 0,66$ . Die Mittelwerte aufgeteilt nach **Geschlechtern** liegen zwischen  $M_{\text{männlich}/1} = 3,18$  und  $M_{\text{weiblich}/2} = 2,99$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{weiblich}/1} = 0,42$  und  $SD_{\text{männlich}/2} = 0,51$ .

Tabelle 21: Die Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die drei Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften aufgeteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht (R-Realschule, G-Gymnasium, IGS-Integrierte Gesamtschule)

		Prätest				Posttest				Follow up Test			
<b>Freude und Interesse</b>	<b>Klassenstufe</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>
	<i>M</i> Klassenstufe	3,09	2,58	3,13	3,07	3,02	2,46	3,08	3,04	2,77	2,41	3,18	3,09
	<i>SD</i> Klassenstufe	0,67	0,74	0,50	0,49	0,68	0,84	0,52	0,62	0,98	0,83	0,59	0,58
	<b>Schulart</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>	
	<i>M</i> Schulart	2,96	3,11	2,58		2,83	3,10	2,46		2,78	3,07	2,41	
	<i>SD</i> Schulart	0,63	0,51	0,74		0,63	0,61	0,84		0,85	0,67	0,83	
	<b>Geschlecht</b>	<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>	
	<i>M</i> Geschlecht	2,89		2,97		2,84		2,87		2,86		2,76	
<i>SD</i> Geschlecht	0,68		0,85		0,73		0,78		0,77		0,85		
<b>genereller Wert</b>	<b>Klassenstufe</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>
	<i>M</i> Klassenstufe	3,14	3,03	3,08	3,22	3,01	2,86	3,13	3,17	2,95	2,89	3,28	3,18
	<i>SD</i> Klassenstufe	0,57	0,41	0,54	0,35	0,50	0,60	0,66	0,37	0,63	0,48	0,58	0,33
	<b>Schulart</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>	
	<i>M</i> Schulart	2,93	3,26	3,03		2,82	3,21	2,86		3,02	3,16	2,89	
	<i>SD</i> Schulart	0,56	0,36	0,41		0,52	0,37	0,60		0,53	0,43	0,48	
	<b>Geschlecht</b>	<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>	
	<i>M</i> Geschlecht	3,11		3,18		2,99		3,11		3,08		3,01	
<i>SD</i> Geschlecht	0,42		0,45		0,50		0,51		0,48		0,48		
<b>z. n. - Motivation</b>	<b>Klassenstufe</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>
	<i>M</i> Klassenstufe	2,65	1,73	2,44	2,18	2,48	1,84	2,53	2,21	2,51	1,96	2,93	2,08
	<i>SD</i> Klassenstufe	0,83	0,67	1,02	0,89	0,99	0,78	0,90	0,82	0,89	0,78	1,17	0,88
	<b>Schulart</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>	
	<i>M</i> Schulart	2,34	2,32	1,73		2,26	2,32	1,84		2,47	2,21	1,96	
	<i>SD</i> Schulart	0,88	0,91	0,67		0,96	0,86	0,78		1,05	0,90	0,78	
	<b>Geschlecht</b>	<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>	
	<i>M</i> Geschlecht	2,07		2,20		2,10		2,22		2,09		2,26	
<i>SD</i> Geschlecht	0,85		0,91		0,85		0,90		0,95		0,82		

Die Mittelwerte aufgeteilt nach **Schularten** für die **Skala zukunftsorientierte naturwissenschaftsbezogene (z. n.) Motivation** liegen zwischen  $M_{IGS/1} = 1,73$  und  $M_{Realschule/3} = 2,47$  und die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{IGS/1} = 0,67$  und  $SD_{Realschule/3} = 1,05$ . Der geringste Mittelwert für die z. n. – Motivation differenziert nach **Klassenstufe** ist zum Prätest bei der 9. Klasse mit  $M_{9. Stufe/1} = 1,73$  und der höchste Wert beim Follow up Test der 10. Klassen mit  $M_{10. Stufe/3} = 2,93$  zu finden. Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{12. Stufe/3} = 0,67$  und  $SD_{10. Stufe/2} = 1,17$ . Die Mittelwerte aufgeteilt nach **Geschlechtern** liegen zwischen  $M_{männlich/3} = 2,26$  und  $M_{weiblich/1} = 2,07$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{weiblich/3} = 0,95$  und  $SD_{männlich/3} = 0,82$ .

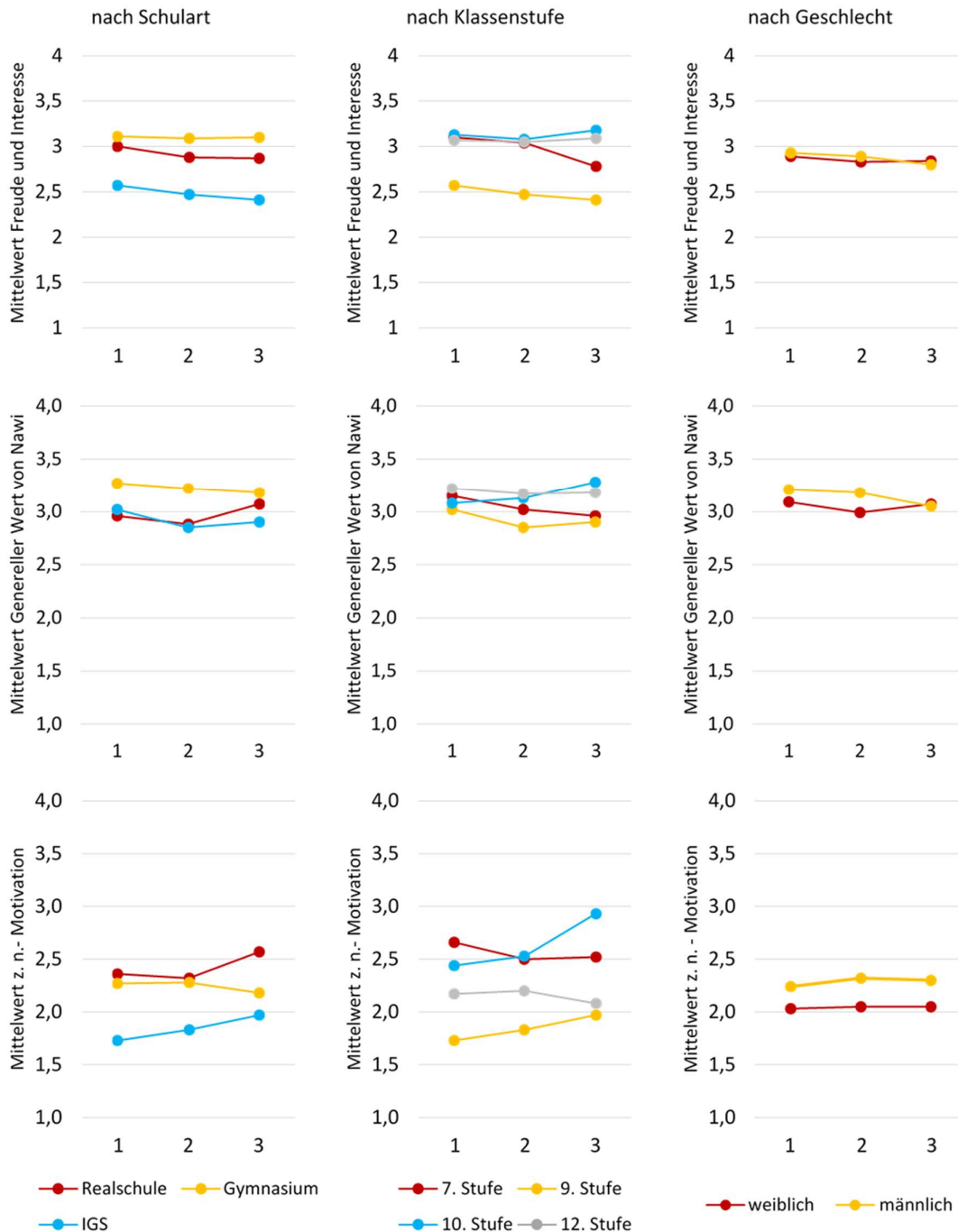


Abbildung 25: Grafische Darstellung der Mittelwerte für die Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften aufgeteilt nach Schulart, Klassenstufe und Geschlecht ( $N_{\text{Realschule}} = 22$ ,  $N_{\text{Gymnasium}} = 81$ ,  $N_{\text{IGS}} = 49$ ;  $N_{7. \text{Stufe}} = 27$ ,  $N_{9. \text{Stufe}} = 49$ ,  $N_{10. \text{Stufe}} = 8$ ,  $N_{12. \text{Stufe}} = 68$ ;  $N_{\text{weiblich}} = 86$ ,  $N_{\text{männlich}} = 66$ , 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

In Tabelle 22 und Tabelle 23 sind die signifikanten Ergebnisse der rmANOVA zur Prüfung der Interaktionen von der Veränderung der Skalen der Einstellung zu den Naturwissenschaften mit Schulart, Klassenstufe, Geschlecht und Projektart dargestellt.

Auf die Veränderung der Einstellung **Freude und Interesse gegenüber den Naturwissenschaften** haben nur die **Schulart** und die **EG** gemeinsam einen signifikanten Einfluss mit  $F(6, 290) = 2.11$  und  $p =$

.05 bei  $\eta^2_p = .04$ . Dabei haben die Schulart und die EG nur einen mittelfristigen Einfluss vom Prä- zum Follow up Tests ( $F(3, 145) = 3.09, p = 0.03, \eta^2_p = .06$ ) auf die Einstellungsänderung. In Abbildung 26 ist der der Verlauf der Mittelwerte differenziert nach EG und Schulart dargestellt.

Tabelle 22: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften und den Interaktionen mit Projekt, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht

Tests der Innersubjekteffekte								
	Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1-6
Freude und Interesse an Naturwissenschaften	* Schulart	0,53	4	0,13	0,99	0,41	0,01	0,31
	* Projekt * Schulart	1,70	6	0,28	2,11	0,05	0,04	0,75
	Fehler (Freude)	38,92	290	0,13				
	* Klassenstufe	1,44	6	0,24	1,80	0,10	0,04	0,67
	* Projekt * Klassenstufe	1,11	6	0,18	1,38	0,22	0,03	0,54
	Fehler (Freude)	38,55	288	0,13				
	* Geschlecht	0,18	2	0,09	0,64	0,53	0,00	0,16
	* Projekt * Geschlecht	0,61	4	0,15	1,12	0,35	0,01	0,35
	Fehler (Freude)	40,25	294	0,14				
Genereller Wert von Naturwissenschaften	* Schulart	0,61	4	0,15	1,22	0,30	0,02	0,38
	* Projekt * Schulart	0,91	6	0,15	1,21	0,30	0,02	0,48
	Fehler (Wert)	36,08	288	0,13				
	* Klassenstufe	0,94	6	0,16	1,28	0,26	0,03	0,50
	* Projekt * Klasse	1,79	6	0,30	2,44	0,03	0,05	0,82
	Fehler (Wert)	35,02	286	0,12				
	* Geschlecht	0,74	2	0,37	3,08	0,05	0,02	0,59
	* Projekt * Geschlecht	1,83	4	0,46	3,84	0,00	0,05	0,89
	Fehler (Wert)	34,89	292	0,12				
zukunftsorientierte naturwissenschafts-bezogene-Motivation	* Schulart	1,97	4,00	0,49	2,43	0,05	0,03	0,69
	* Projekt * Schulart	2,28	6,00	0,38	1,88	0,08	0,04	0,69
	Fehler (Z.-N.-Motivation)	57,53	284,00	0,20				
	* Klassenstufe	3,22	6,00	0,54	2,64	0,02	0,05	0,86
	* Projekt * Klassenstufe	1,39	6,00	0,23	1,14	0,34	0,02	0,45
	Fehler (Z.-N.-Motivation)	57,37	282,00	0,20				
	* Geschlecht	0,06	2,00	0,03	0,14	0,87	0,00	0,07
	* Projekt * Geschlecht	0,78	4,00	0,19	0,91	0,46	0,01	0,29
	Fehler (Z.-N.-Motivation)	61,22	288,00	0,21				

Die Veränderung der Einstellung gegenüber dem **generellen Wert der Naturwissenschaften** wird einerseits von der **Klassenstufe und der EG** gemeinsam beeinflusst ( $F(6, 286) = 2.44, p = .03, \eta^2_p = .05$ ) und andererseits sowohl vom **Geschlecht** ( $F(2, 292) = 3.08, p = .05, \eta^2_p = .02$ ) als auch gemeinsam von **Geschlecht und EG** beeinflusst ( $F(4, 292) = 3.84, p = .00, \eta^2_p = .05$ ). Der statistisch signifikante Einfluss von Klassenstufe und EG sowie vom Geschlecht auf die Veränderung des generellen Werts der Naturwissenschaften liegt aber weder in der kurzfristigen Veränderung von Prä- zum Posttest, noch in

der mittelfristigen Veränderung von Prä- zum Follow up Tests. Das Geschlecht und die EG beeinflussen sowohl die kurzfristige ( $F(2, 146) = 4.03, p = .02, \eta^2_p = .05$ ), als auch mittelfristige Veränderung ( $F(2, 146) = 5.47, p = .01, \eta^2_p = .07$ ) dieser Einstellungsskala statistisch signifikant (siehe Abbildung 26).

Tabelle 23: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die Interaktionseffekte (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Tests der Innersubjektkontraste									
Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1-6	
Freude und Interesse	* Projekt * Schulart	2 vs. 1	0,31	3	0,10	0,42	0,74	0,01	0,13
		3 vs. 1	2,62	3	0,87	3,09	0,03	0,06	0,71
	Fehler (Freude)	2 vs. 1	35,52	145	0,24				
		3 vs. 1	41,00	145	0,28				
Wert	* Projekt * Klassenstufe	2 vs. 1	1,04	3	0,35	1,34	0,26	0,03	0,35
		3 vs. 1	1,49	3	0,50	2,28	0,08	0,05	0,57
	Fehler (Wert)	2 vs. 1	36,95	143	0,26				
		3 vs. 1	31,11	143	0,22				
	* Geschlecht	2 vs. 1	0,13	1	0,13	0,50	0,48	0,00	0,11
		3 vs. 1	0,68	1	0,68	3,27	0,07	0,02	0,44
	* Projekt * Geschlecht	2 vs. 1	2,03	2	1,01	4,03	0,02	0,05	0,71
		3 vs. 1	2,29	2	1,14	5,47	0,01	0,07	0,84
	Fehler (Wert)	2 vs. 1	36,70	146	0,25				
		3 vs. 1	30,56	146	0,21				
Z.-N.-Motivation	* Schulart	2 vs. 1	0,31	2	0,15	0,45	0,64	0,01	0,12
		3 vs. 1	3,38	2	1,69	3,68	0,03	0,05	0,67
	Fehler (Z.-N.-Motivation)	2 vs. 1	48,94	142	0,34				
		3 vs. 1	65,19	142	0,46				
	* Klasse	2 vs. 1	1,05	3	0,35	1,01	0,39	0,02	0,27
		3 vs. 1	5,66	3	1,89	4,08	0,01	0,08	0,84
	Fehler (Z.-N.-Motivation)	2 vs. 1	48,68	141	0,35				
		3 vs. 1	65,19	141	0,46				

Die Veränderung der Einstellung **zukunftsorientierte naturwissenschafts-bezogene Motivation** wird von der **Schulart** mit  $F(4, 284) = 2.43$  statistisch signifikant bei  $p < .05$  beeinflusst. Die Stärke dieses Effekts ist jedoch mit  $\eta^2_p = .03$  gering. Die Schulart beeinflusst nur die mittelfristige Einstellungsänderung zwischen Prä- und Follow up Test signifikant ( $F(2, 142) = 3.68, p = .03$  und  $\eta^2_p = .05$ ).

Neben der Schulart beeinflusst auch die **Klassenstufe** mit  $F(6, 282) = 2.64, p < .05$  und  $\eta^2_p = .05$  die Veränderung der zukunftsorientierten naturwissenschafts-bezogenen Motivation statistisch signifikant. Die Klassenstufe beeinflusst jedoch nur die mittelfristige Einstellungsänderung von Prä- zu Follow up Test mit bei  $F(3, 141) = 4.08, p = .01$  und  $\eta^2_p = .08$ .



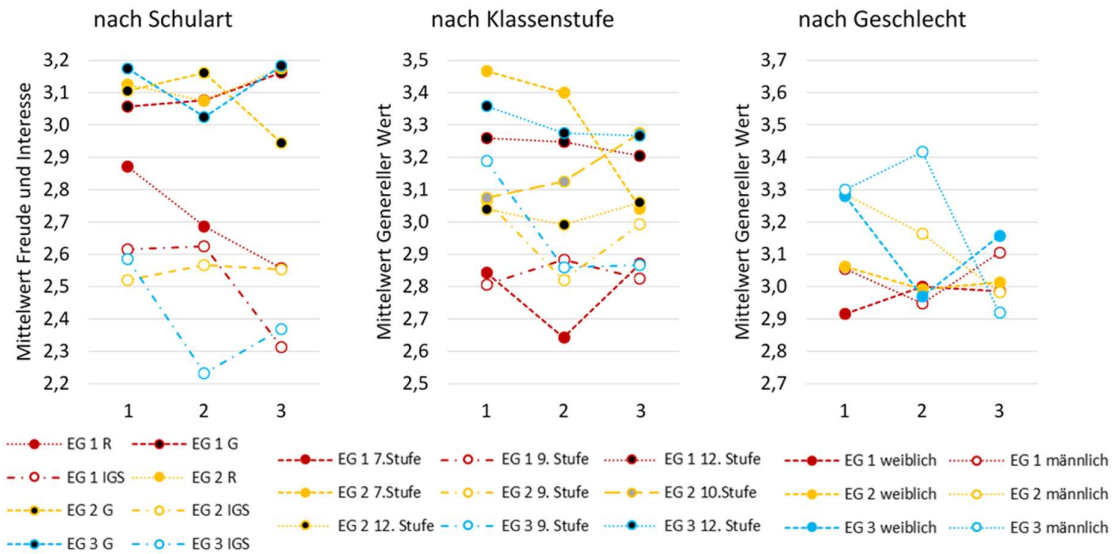


Abbildung 26: Verlauf der Mittelwerte der signifikanten Interaktionen aufgeteilt in Schulart, Klassenstufe, Geschlecht und Projekt (1-Prätest, 2-Posttest, 3-Follow up Test)

Bei allen drei Skalen zur Einschätzung der Einstellung zu den Naturwissenschaften zeigen sich generell Unterschiede zwischen den Klassenstufen. Die Schülerinnen der 9. Klassen haben insgesamt statistisch signifikant weniger Freude und Interesse an den Naturwissenschaften als die anderen Schülerinnen ( $F(3, 144) = 8.83, p = .00, \eta^2_p = .16, 1-\beta = .99$ ).

### 5.3 ERGEBNISSE ZUR UMWELTEINSTELLUNG

Im Folgenden werden die Ergebnisse für die zwei Subskalen Präservation (Naturschutzeinstellung) und Utilisation (Naturnutzungseinstellung) der Umwelteinstellung berichtet.

#### 5.3.1 Deskriptive Ergebnisse zur Umwelteinstellung

Die Ergebnisse für die deskriptiven Statistiken für die Utilisation und Präservation sind in Tabelle 24 dargestellt und der grafische Verlauf der Mittelwerte ist in Abbildung 27 abgebildet.

Die Mittelwerte für die **Utilisation** liegen zwischen  $M_{Kodesign/2} = 1,56$  und  $M_{Kooperation/3} = 1,92$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{Kodesign/3} = 0,42$  und  $SD_{Kooperation/3} = 0,74$ . Sowohl die Naturnutzungseinstellung der EG Kooperation als auch der EG Kodesign sinkt vom Prä- zum Posttest leicht ab, wohingegen die Einstellung der EG Kollaboration stagniert. Zum Follow up Test nimmt die Naturnutzungseinstellung der EG Kooperation wieder zu, die Einstellung der EG Kollaboration sinkt leicht ab und die Einstellung der EG Kodesign stagniert.

Tabelle 24: Mittelwerte und Standardabweichung der beiden Subskalen Utilisation und Präservation

	MZP	EG 1: Kooperation		EG 2: Kollaboration		EG 3: Kodesign		Gesamt	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
<b>Utilisation</b> $N_{EG 1} = 52, N_{EG 2} = 61, N_{EG 3} = 42,$ $N_{gesamt} = 155$	1	1,89	0,63	1,82	0,54	1,71	0,58	1,81	0,58
	2	1,79	0,58	1,82	0,57	1,56	0,51	1,74	0,56
	3	1,92	0,74	1,79	0,64	1,56	0,42	1,77	0,64
<b>Präservation</b> $N_{EG 1} = 52, N_{EG 2} = 61, N_{EG 3} = 42, N_{gesamt} = 155$	1	3,17	0,58	3,25	0,56	3,30	0,62	3,24	0,58
	2	3,26	0,63	3,18	0,63	3,19	0,70	3,21	0,65
	3	3,26	0,59	3,17	0,65	3,24	0,56	3,22	0,61

Der höchste Mittelwert der **Präservation** tritt bei der Kooperation zum Post- und Follow up Test mit  $M_{Kooperation/2+3} = 3,26$  auf. Der niedrigste Mittelwert wurde zum Vortest bei der Kooperation ( $M_{Kooperation/1} = 3,17$ ) und beim Follow up Test in der Kollaboration ( $M_{Kollaboration/3} = 3,17$ ) festgestellt. Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{Kodesign/3} = 0,56$ ,  $SD_{Kollaboration/1} = 0,56$  und  $SD_{Kodesign/2} = 0,70$ . Die Abbildung betont, dass die Naturschutzeinstellung bei allen Gruppen und zu allen Messzeitpunkten sehr nah beieinanderliegt.

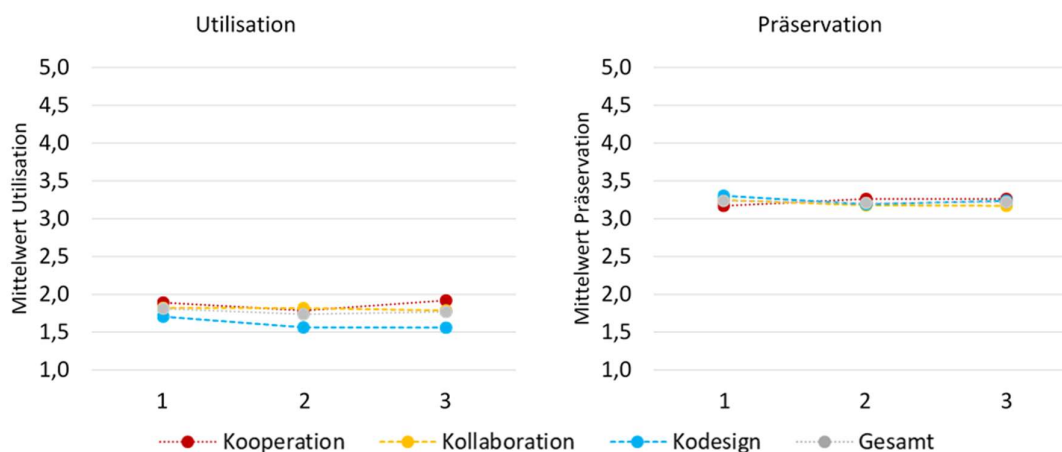


Abbildung 27: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte der Subskalen aufgeteilt nach den drei Experimentalgruppen (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

### 5.3.2 Ergebnisse der Varianzanalyse zur Umwelteinstellung

Die EG unterscheiden sich bei der Utilisation mit  $F(2, 194) = 1,63$  und bei der Präservation mit  $F(2, 194) = 1,99$  nicht statistisch signifikant voneinander im Vortest bei  $p > .05$ . Dies bedeutet, dass alle Schülerinnen eine vergleichbare Umwelteinstellung vor Beginn der Intervention haben.

Die Sphärizität der beiden Skalen kann mit  $p > .05$  nicht angenommen werden, weshalb die Freiheitsgrade nach der Huynh-Feldt Korrektur reduziert werden, da  $\epsilon > 0,75$  ist (siehe Anhang 3).

Die Ergebnisse der Varianzanalyse sind in Tabelle 25 und Tabelle 26 für die Utilisation und Präservation dargestellt. Die **Utilisation** der Schülerinnen verändert sich nicht signifikant über die drei Messzeitpunkte mit  $F(1.59, 241.73) = 2.53$  und  $p = .09$ . Jedoch zeigt der Test der Innersubjektkontraste, dass die Naturnutzungseinstellung kurzfristig von Prä- zu Posttest statistisch signifikant verbessert wird ( $F(1, 152) = 10.37$ ,  $p = .00$ ,  $\eta^2_p = 0,06$ ). Die EG haben keinen signifikanten Einfluss auf die Veränderung der Naturnutzungseinstellung bei  $p > .05$ .

Tabelle 25: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die zwei Skalen zur Umwelteinstellung und dem Einfluss der Experimentalgruppe (Projekt), Korrektur nach Huynh-Feldt

Tests der Innersubjekteffekte							
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>Utilisation</b>	0,53	1,59	0,33	2,53	0,09	0,02	0,45
<b>Utilisation * Projekt</b>	0,69	3,18	0,22	1,66	0,17	0,02	0,45
<b>Fehler (Utilisation)</b>	31,63	241,73	0,13				
<b>Präservation</b>	0,07	1,96	0,04	0,34	0,71	0,00	0,10
<b>Präservation * Projekt</b>	0,72	3,91	0,18	1,74	0,14	0,02	0,52
<b>Fehler (Präservation)</b>	31,49	297,42	0,11				

Die Naturschutzeinstellung der Schülerinnen verändert sich nicht signifikant über die Messzeitpunkte ( $F(1.96, 297.42) = 0.34$  und  $p = .71$ ). Auch die Intervention mit den drei EG zeigt keinen signifikanten Einfluss auf die **Präservation** der Schülerinnen ( $F(3.91, 297.42) = 1.75$ ,  $p = .14$ ).

Tabelle 26: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für den Haupteffekt und Interaktionseffekt für die Utilisation und die Experimentalgruppen/Projekt (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Tests der Innersubjektkontraste								
Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>Utilisation</b>	2 vs. 1	1,04	1	1,04	10,37	0,00	0,06	0,89
	3 vs. 1	0,38	1	0,38	1,32	0,25	0,01	0,21
<b>Utilisation * Projekt</b>	2 vs. 1	0,52	2	0,26	2,60	0,08	0,03	0,51
	3 vs. 1	0,74	2	0,37	1,30	0,28	0,02	0,28
<b>Fehler (Utilisation)</b>	2 vs. 1	15,23	152	0,10				
	3 vs. 1	43,32	152	0,28				

### 5.3.3 Einfluss von Geschlecht, Schulart und Klassenstufe

In Tabelle 27 und Abbildung 28 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Utilisation und Präservation differenziert nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht dargestellt.

Bei den **Schularten** nimmt die **Naturnutzungseinstellung** der Schülerinnen der Gymnasien und der IGS vom Prä- zu Posttest leicht ab und zum Follow up Test stagniert sie bzw. nimmt wieder leicht zu. Die Naturnutzungseinstellung ist bei den Realschulen am höchsten, sie bleibt zum Posttest konstant und

sinkt zum Follow up Test ab. Bei den **Schulklassen** nimmt die Naturnutzungseinstellung bei den 12., 10. und 9. Klassen zum Posttest hin ab und nur bei den 7. Klassen steigt die Einstellung leicht an. Die **Geschlechterunterschiede** für die Utilisation sind sehr gering, die Kurven verlaufen annähernd parallel in dem die Einstellung zum Posttest hin leicht abnimmt und zum Follow up Test hin sich wieder erhöht. Insgesamt hat die Kurve der Schüler ein etwas höheres Niveau als die der Schülerinnen.

Tabelle 27: Die Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die Utilisation und Präservation aufgeteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht (R-Realschule, G-Gymnasium, IGS-Integrierte Gesamtschule)

		Prätest				Posttest				Follow up Test			
<b>Utilisation</b>	<b>Klassenstufe</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>
	<i>M</i> Klassenstufe	1,90	1,91	2,06	1,68	1,98	1,76	1,94	1,60	1,90	1,93	1,73	1,61
	<i>SD</i> Klassenstufe	0,74	0,59	0,70	0,45	0,75	0,54	0,68	0,44	0,82	0,72	0,62	0,44
	<b>Schulart</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>	
	<i>M</i> Schulart	2,12	1,67	1,91		2,12	1,61	1,76		2,00	1,61	1,93	
	<i>SD</i> Schulart	0,78	0,46	0,59		0,69	0,49	0,54		0,74	0,51	0,72	
	<b>Geschlecht</b>	<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>	
	<i>M</i> Geschlecht	1,76		1,88		1,66		1,84		1,67		1,90	
<i>SD</i> Geschlecht	0,55		0,62		0,52		0,60		0,57		0,71		
<b>Präservation</b>	<b>Klassenstufe</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>	<b>7.</b>	<b>9.</b>	<b>10.</b>	<b>12.</b>
	<i>M</i> Klassenstufe	3,14	3,11	3,23	3,38	3,32	3,04	3,28	3,29	3,22	3,10	3,15	3,32
	<i>SD</i> Klassenstufe	0,73	0,59	0,59	0,47	0,77	0,71	0,70	0,52	0,82	0,56	0,72	0,52
	<b>Schulart</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>	
	<i>M</i> Schulart	2,96	3,40	3,11		3,18	3,33	3,04		3,20	3,30	3,10	
	<i>SD</i> Schulart	0,67	0,50	0,59		0,76	0,55	0,71		0,78	0,57	0,56	
	<b>Geschlecht</b>	<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>	
	<i>M</i> Geschlecht	3,28		3,18		3,28		3,13		3,24		3,19	
<i>SD</i> Geschlecht	0,56		0,61		0,63		0,67		0,61		0,61		

Die **Naturschutzeinstellung** der Gymnasien und IGS wird von Prä- zu Posttest geringer, während die Einstellung der Schülerinnen der Realschulen zunimmt. Bei den 7. und 10. **Klassen** steigt die Naturschutzeinstellung zum Posttest hin an und sinkt zum Follow up Test wieder ab. Bei den 12. und 9. Klassen verändert sich die Einstellung gegensätzlich zu den 7. und 10. Klassen. Die Naturschutzeinstellung der **Schülerinnen** stagniert zum Posttest während die Einstellung der **Schüler** abnimmt. Zum Follow up Test steigt die Einstellung der Schüler wieder, während die der Schülerinnen abnimmt.

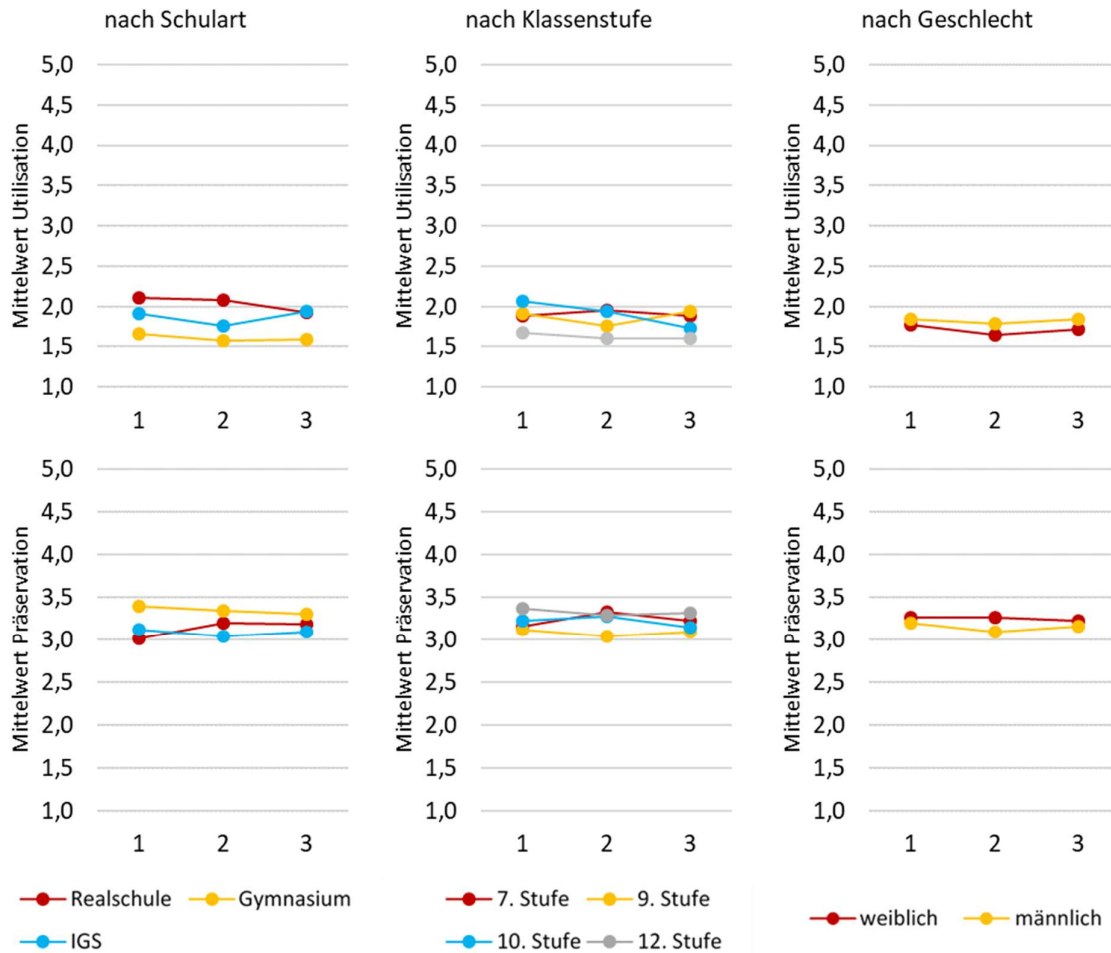


Abbildung 28: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte der Utilisation und Präservation aufgeteilt nach Schulart, Klassenstufe und Geschlecht ( $N_{\text{Realschule}} = 23$ ,  $N_{\text{Gymnasium}} = 81$ ,  $N_{\text{IGS}} = 51$ ;  $N_{\text{7. Stufe}} = 28$ ,  $N_{\text{9. Stufe}} = 51$ ,  $N_{\text{10. Stufe}} = 8$ ,  $N_{\text{12. Stufe}} = 68$ ;  $N_{\text{weiblich}} = 87$ ,  $N_{\text{männlich}} = 68$ , 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Die Ergebnisse der Varianzanalyse sind in Tabelle 28 und Tabelle 29 für beiden Skalen und deren Interaktionen zusammengefasst. In Abbildung 29 sind die Diagramme für signifikante Doppelinteraktionen dargestellt.

Auf die Veränderung der **Naturnutzungseinstellung** der Schülerinnen haben die **Schulart** ( $F(3.27, 240.16) = 2.95$ ,  $\eta^2_p = .04$ ), **die Schulart und die EG** ( $F(4.90, 240.16) = 3.64$ ,  $\eta^2_p = .07$ ), **die Klassenstufe** ( $F(4.94, 240.21) = 2.45$ ,  $\eta^2_p = .05$ ) sowie **die Klassenstufe und die EG** einen statistisch signifikanten Einfluss bei  $p < .05$  ( $F(4.90, 240.16) = 3.64$ ,  $\eta^2_p = .07$ ). Die Schulart hat weder einen kurz- noch einen mittelfristigen Einfluss auf die Änderung der Utilisation der Schülerinnen. Die EG und die Schulart gemeinsam beeinflussen die Utilisation sowohl kurzfristig ( $F(3, 147) = 3.55$ ,  $p = .02$ ,  $\eta^2_p = .07$ ) als auch mittelfristig ( $F(3, 147) = 2.98$ ,  $p = .03$ ,  $\eta^2_p = .06$ ). Die Klassenstufe wirkt nur kurzfristig signifikant auf den Verlauf der Naturnutzungseinstellung mit  $F(3, 146) = 2.95$ ,  $p = .03$  und  $\eta^2_p = .06$  ein. Bei der gemeinsamen Interaktion von Klassenstufe und EG auf die Veränderung der Utilisation ist weder der Unterschied zwischen Prä- und Post- noch zwischen Post- und Follow up Test statistisch signifikant

Des Weiteren zeigt das **Geschlecht** zusammen mit den **EG** einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Veränderung der Utilisation der Schülerinnen bei  $F(3.26, 243.07) = 2.76, p = .04$  und  $\eta^2_p = .04$ . Dieser Effekt erreicht aber weder beim kurzfristigen, noch beim mittelfristigen Einfluss Signifikanz.

Tabelle 28: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Utilisation und den Interaktionen mit Projekt, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht (Korrektur nach Huynh-Feldt)

Tests der Innersubjekteffekte								
	Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
Utilisation	* Schulart	1,14	3,27	0,35	2,95	0,03	0,04	0,72
	* Projekt * Schulart	2,11	4,90	0,43	3,64	0,00	0,07	0,92
	Fehler (Utilisation)	28,48	240,16	0,12				
	* Klassenstufe	1,43	4,94	0,29	2,45	0,04	0,05	0,76
	* Projekt * Klassenstufe	1,85	4,94	0,37	3,16	0,01	0,06	0,88
	Fehler (Utilisation)	28,47	240,21	0,12				
	* Geschlecht	0,11	1,63	0,07	0,55	0,54	0,00	0,13
	* Projekt * Geschlecht	1,12	3,26	0,34	2,76	0,04	0,04	0,69
	Fehler(Utilisation)	30,33	243,07	0,12				
Präservation	* Schulart	0,70	4,00	0,18	1,72	0,14	0,02	0,53
	* Projekt * Schulart	0,63	6,00	0,11	1,04	0,40	0,02	0,41
	Fehler (Präservation)	29,96	294,00	0,10				
	* Klassestufe	0,70	6,00	0,12	1,16	0,33	0,02	0,46
	* Projekt * Klassestufe	1,65	6,00	0,27	2,75	0,01	0,05	0,87
	Fehler (Präservation)	29,15	292,00	0,10				
	* Geschlecht	0,32	2,00	0,16	1,56	0,21	0,01	0,33
	* Projekt * Geschlecht	0,49	3,99	0,12	1,19	0,31	0,02	0,37
	Fehler (Präservation)	30,67	297,54	0,10				

Auf die Veränderung der **Naturschutzeinstellung** der Schülerinnen wirken nur die **Klassenstufe** und die **EG** gemeinsam ein mit  $F(6, 292) = 2.75, p = .01$  und  $\eta^2_p = .05$ . Der Einfluss ist nicht kurzfristig vom Prä- zu Posttest signifikant, sondern nur mittelfristig mit  $F(3, 146) = 4.06, p < .05$  und  $\eta^2_p = .08$ .

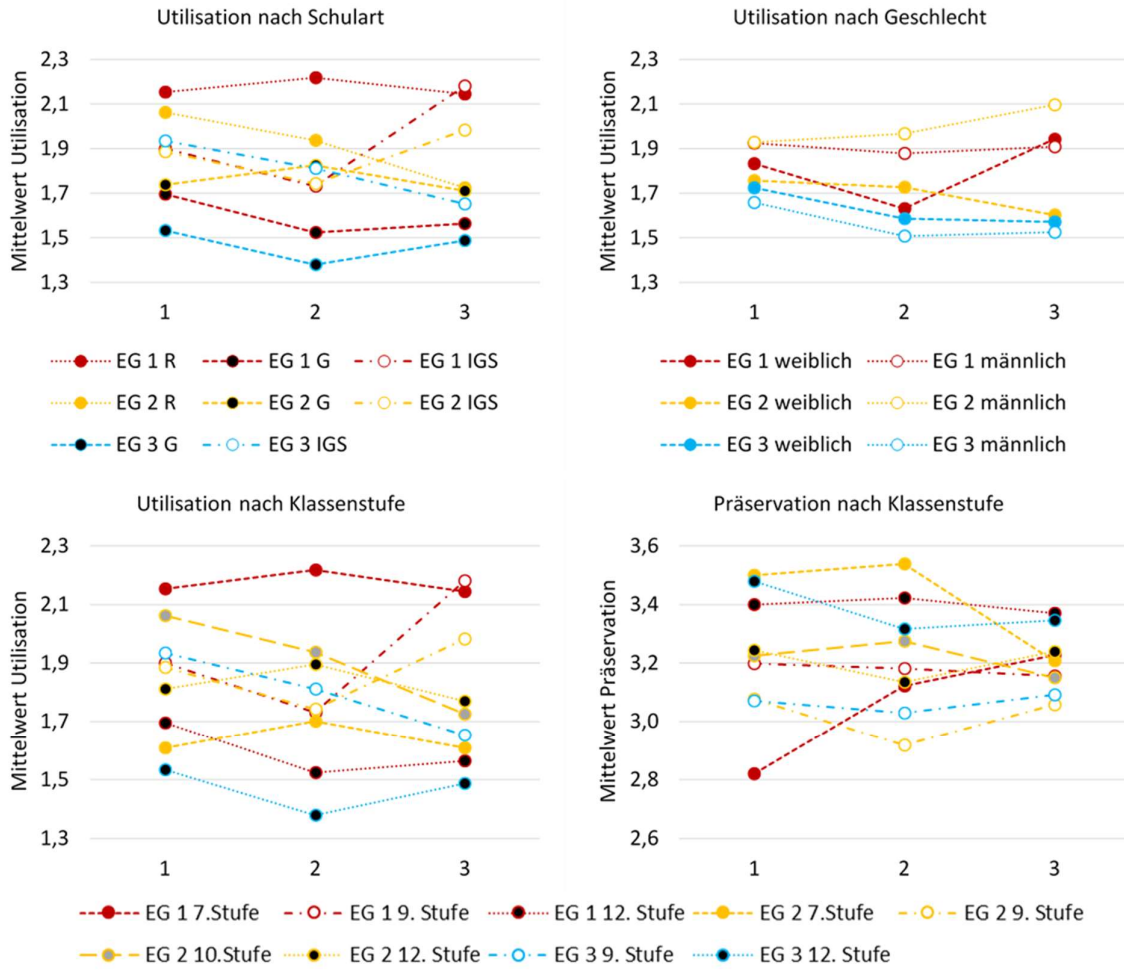


Abbildung 29: Verlauf der Mittelwerte der Utilisation/Präservation aufgeteilt in Schulart, Klassenstufe, Geschlecht und Projekt (Achse: 1-Prätest, 2-Posttest, 3-Follow up Test)

Tabelle 29: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die Interaktionseffekte (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Tests der Innersubjektkontraste									
Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$	
Utilisation	* Schulart	2 vs. 1	0,19	2	0,10	1,03	0,36	0,01	0,23
		3 vs. 1	1,10	2	0,55	2,01	0,14	0,03	0,41
	* Projekt * Schulart	2 vs. 1	1,01	3	0,34	3,55	0,02	0,07	0,78
		3 vs. 1	2,44	3	0,81	2,98	0,03	0,06	0,70
	Fehler (Utilisation)	2 vs. 1	13,89	147	0,09				
		3 vs. 1	40,13	147	0,27				
	* Klassenstufe	2 vs. 1	0,84	3	0,28	2,95	0,03	0,06	0,69
		3 vs. 1	1,24	3	0,41	1,51	0,21	0,03	0,39
	* Projekt * Klassenstufe	2 vs. 1	0,48	3	0,16	1,68	0,17	0,03	0,43
		3 vs. 1	2,07	3	0,69	2,51	0,06	0,05	0,61
	Fehler (Utilisation)	2 vs. 1	13,89	146	0,10				
		3 vs. 1	40,12	146	0,27				
	* Projekt * Geschlecht	2 vs. 1	0,14	2	0,07	0,71	0,49	0,01	0,17
		3 vs. 1	1,37	2	0,68	2,45	0,09	0,03	0,49
Fehler (Utilisation)	2 vs. 1	14,88	149	0,10					
	3 vs. 1	41,65	149	0,28					
Präserva-tion	* Projekt * Klassestufe	2 vs. 1	0,27	3	0,09	0,43	0,73	0,01	0,14
		3 vs. 1	2,86	3	0,95	4,06	0,01	0,08	0,84
	Fehler (Präserva-tion)	2 vs. 1	30,01	146	0,21				
		3 vs. 1	34,35	146	0,24				

#### 5.4 ERGEBNISSE ZUM UMWELTHANDELN

Innerhalb dieses Kapitels werden die Ergebnisse zur Gesamtskala der GEB und die Ergebnisse der Subskala indirektes Umweltverhalten berichtet.

##### 5.4.1 Deskriptive Ergebnisse zum Umwelthandeln (GEB)

Die Mittelwerte und Standardabweichungen für die GEB und die Subskala indirektes Umweltverhalten sind in Tabelle 30 und Abbildung 30 für jede EG zu den Messzeitpunkten dargestellt. Die Mittelwerte für die Gesamtskala der **GEB** liegen zwischen dem Minimum von  $M_{\text{Kooperation}/1} = 3,11$  und dem Maximum von  $M_{\text{Kodesign}/3} = 3,46$ . Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{\text{Kodesign}/3} = 0,35$  und  $SD_{\text{Kooperation}/2} = 0,51$ ,  $SD_{\text{Kollaboration}/2+3} = 0,51$ . Die grafische Darstellung der Verläufe der Mittelwerte zeigt, dass das generelle Umweltverhalten von den EG der Kollaboration und des Kodesigns vom Prä- zum Posttest stagniert und zum Follow up Test leicht ansteigt. Das generelle Umweltverhalten der EG Kooperation steigt vom Prä- zum Posttest und vom Post- zum Follow up Test leicht an.



Tabelle 30: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtskala des Umwelthandelns (GEB) und der Subskala indirektes Umweltverhalten

	MZP	EG 1: Kooperation		EG 2: Kollaboration		EG 3: Kodesign		Gesamt	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
<b>GEB</b> $N_{EG1} = 51, N_{EG2} = 61,$ $N_{EG3} = 43, N_{gesamt} = 155$	1	3,11	0,50	3,22	0,48	3,33	0,38	3,21	0,47
	2	3,20	0,51	3,22	0,51	3,34	0,44	3,25	0,49
	3	3,25	0,48	3,27	0,51	3,46	0,35	3,32	0,47
<b>ind. Umweltverhalten</b> $N_{EG1} = 51, N_{EG2} = 61,$ $N_{EG3} = 42, N_{gesamt} = 154$	1	2,19	0,66	2,24	0,71	2,33	0,69	2,25	0,69
	2	2,38	0,65	2,23	0,80	2,45	0,66	2,34	0,72
	3	2,43	0,65	2,35	0,81	2,39	0,72	2,39	0,73

Der geringste Mittelwert für die Subskala **indirektes Umweltverhalten** ist zum Vortest bei der Kooperation mit  $M_{Kooperation/1} = 2,19$  festzustellen und der höchste Mittelwert mit  $M_{Kodesign/2} = 2,45$  zum Posttest beim Kodesign. Die Standardabweichungen liegen zwischen  $SD_{Kooperation/3} = 0,65$  und  $SD_{Kollaboration/3} = 0,81$ . Das indirekte Umwelthandeln der Kooperation steigt über alle Messzeitpunkte an, wobei der Anstieg vom Prä- zum Posttest stärker ist als der Anstieg vom Post- zum Follow up Test. Das indirekte Umwelthandeln der Kollaboration stagniert vom Prä- zum Posttest und steigt vom Post- zum Follow up Test an. Die Kurve des Kodesigns bildet eine minimale Dachform, das indirekte Umwelthandeln steigt zum Posttest an und sinkt zum Follow up Test wieder leicht ab.

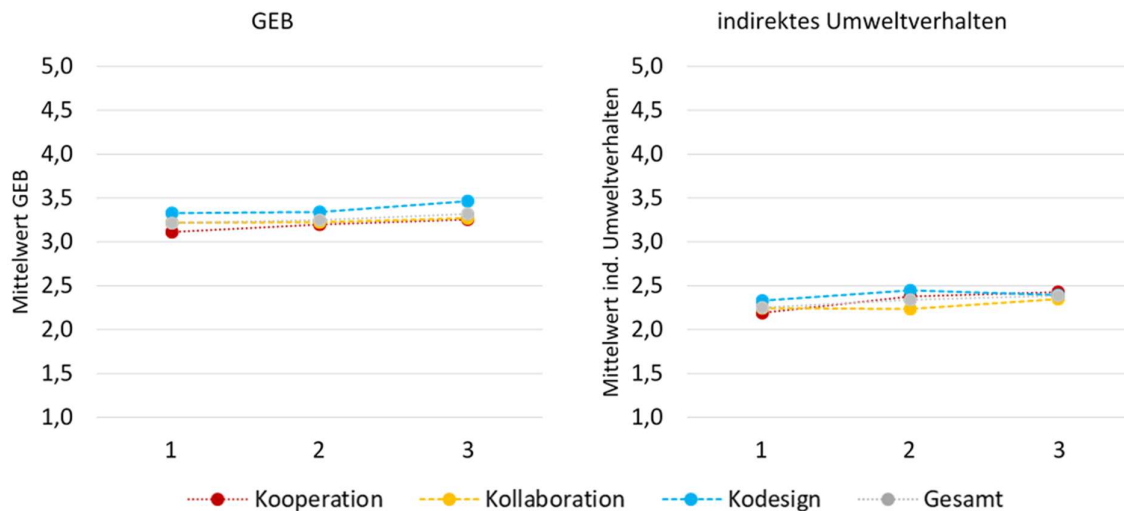


Abbildung 30: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte zur Skala GEB und zur Subskala aufgeteilt nach den drei Experimentalgruppen (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

### 5.4.2 Ergebnisse der Varianzanalyse zum Umwelthandeln

Der Vergleich der EG zum Vortest zeigt, dass sich die Gruppen mit  $F(2, 194) = 4.85$  und  $p = .01$  statistisch signifikant beim Umwelthandeln unterscheiden, wohingegen bei der Subskala indirektes Umweltverhalten kein Unterschied zwischen den EG vorherrscht bei  $p > 0.05$  ( $F(2, 193) = 1.88$ ).

Die Sphärizität der Daten ist nach dem Mauchly-Test bei der Gesamtskala mit  $p > .05$  gegeben und bei der Subskala nicht gegeben (Anhang 3). Die Freiheitsgrade werden nach Huynh-Feldt korrigiert, da  $\epsilon > 0.75$  ist.

Die Ergebnisse der Varianzanalyse sind in Tabelle 31 und Tabelle 32 zusammengefasst. Das **Umwelthandeln** der Schülerinnen wird über die Projektlaufzeit signifikant verbessert mit  $F(2, 304) = 11.20$ ,  $p < .00$  und  $\eta^2_p = .07$ . Die kurzfristige Veränderung von Prä- zu Posttest ist jedoch nicht statistisch signifikant, da  $p > .05$  ist, sondern nur die mittelfristige Veränderung des Umwelthandelns zeigt eine signifikante Besserung der Schülerinnen ( $F(1, 152) = 19.55$ ,  $p = .00$ ,  $\eta^2_p = .11$ ). Die EG haben keinen signifikanten Einfluss auf die Veränderung des Umwelthandelns der Schülerinnen mit  $p > .05$ .

Tabelle 31: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die GEB und die Subskala indirektes Umweltverhalten (ind. UV) und dem Einfluss der Experimentalgruppe (Projekt)

Tests der Innersubjekteffekte							
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>GEB</b>	0,97	2	0,48	11,20	0,00	0,07	0,99
<b>GEB * Projekt</b>	0,22	4	0,05	1,27	0,28	0,02	0,40
<b>Fehler (GEB)</b>	13,17	304	0,04				
<b>Ind. UV</b>	1,48	1,93	0,77	4,70	0,01	0,03	0,77
<b>ind. UV* Projekt</b>	0,86	3,86	0,22	1,37	0,24	0,02	0,41
<b>Fehler (ind. UV)</b>	47,52	291,41	0,16				

Die Schülerinnen zeigen bei der Subskala **indirektes Umweltverhalten** eine statistisch signifikante Verbesserung über die Projektlaufzeit mit  $F(1.93, 291.41) = 4.70$ ,  $p < .05$  und  $\eta^2_p = .03$ . Dabei ist sowohl die kurzfristige Verbesserung ( $F(1, 151) = 5.33$ ,  $p = .02$ ,  $\eta^2_p = .03$ ), als auch die mittelfristige Verbesserung des indirekten Umweltverhaltens von Prä- zu Follow up Test signifikant ( $F(1, 151) = 7.04$ ,  $p = .01$ ,  $\eta^2_p = .04$ ). Die EG haben keinen Einfluss auf die Veränderung des indirekten Umweltverhaltens der Schülerinnen mit  $p > .05$ .

Tabelle 32: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für den Haupteffekt und Interaktionseffekt für die GEB und das indirekte Umweltverhalten (ind. UV; 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Tests der Innersubjektkontraste								
Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
GEB	2 vs. 1	0,17	1	0,17	2,03	0,16	0,01	0,29
	3 vs. 1	1,85	1	1,85	19,55	0,00	0,11	0,99
Fehler (GEB)	2 vs. 1	12,88	152	0,08				
	3 vs. 1	14,36	152	0,09				
ind. UV	2 vs. 1	1,46	1	1,46	5,33	0,02	0,03	0,63
	3 vs. 1	2,77	1	2,77	7,04	0,01	0,04	0,75
Fehler (ind. UV)	2 vs. 1	41,27	151	0,27				
	3 vs. 1	59,43	151	0,39				

#### 5.4.3 Einfluss von Geschlecht, Schulart und Klassenstufe

In Tabelle 33 und Abbildung 31 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen für das generelle Umwelthandeln (GEB) aufgeteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht dargestellt. Das **Umwelthandeln** der Schülerinnen von IGS und Gymnasien stagniert von Prä- zu Posttest und steigt zum Follow up Test leicht an. Das Umwelthandeln Schülerinnen der Realschule steigt über alle drei Messzeitpunkte an. Das Umwelthandeln der 7. und 9. **Klassen** steigt über alle drei Messzeitpunkte an. Die Schülerinnen der 10. Klassen zeigen einen Anstieg des Umwelthandeln zum Posttest und ein Absinken zum Follow up Test. Das Umwelthandeln der 12. Klassen bleibt zum Posttest auf gleichen Niveau und steigt zum Follow up Test an. Die Kurven aufgeteilt nach **Geschlechtern** verlaufen parallel, wobei die Kurve der Schülerinnen leicht höher liegt, als die der Schüler. Die Kurven steigen über alle drei Messzeitpunkte leicht an.

Tabelle 33: Die Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die GEB aufgeteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht (R-Realschule, G-Gymnasium, IGS-Integrierte Gesamtschule)

Klassenstufe	Prätest				Posttest				Follow up Test			
	7.	9.	10.	12.	7.	9.	10.	12.	7.	9.	10.	12.
<b>M</b> Klassenstufe	3,10	3,18	3,13	3,30	3,15	3,21	3,30	3,31	3,19	3,31	3,22	3,39
<b>SD</b> Klassenstufe	0,53	0,45	0,54	0,44	0,63	0,48	0,52	0,43	0,66	0,39	0,49	0,42
<b>Schulart</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>	
<b>M</b> Schulart	2,91	3,32	3,18		3,12	3,31	3,21		3,17	3,37	3,31	
<b>SD</b> Schulart	0,45	0,45	0,45		0,59	0,46	0,48		0,55	0,48	0,39	
<b>Geschlecht</b>	<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>	
<b>M</b> Geschlecht	3,26		3,16		3,29		3,18		3,35		3,28	
<b>SD</b> Geschlecht	0,46		0,47		0,47		0,51		0,46		0,48	

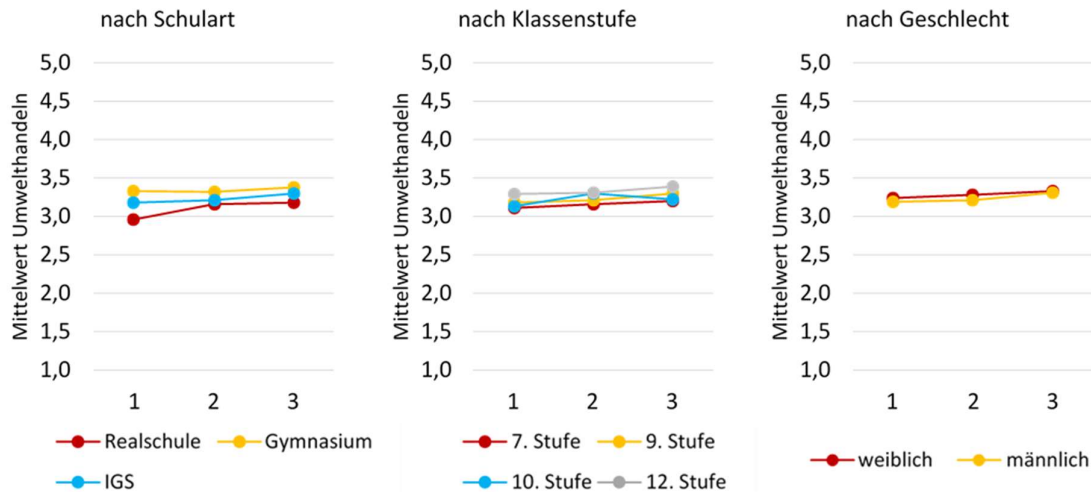


Abbildung 31: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte der GEB aufgeteilt nach Schulart (N Realschule = 22, N Gymnasium = 81, N IGS = 52; N 7. Stufe = 27, N 9. Stufe = 52, N 10. Stufe = 8, N 12. Stufe = 68; N weiblich = 88, N männlich = 67, 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

In Tabelle 34 und Tabelle 35 sind die Ergebnisse der rMANOVA für die Prüfung der Interaktion von der Veränderung der GEB und der Schulart, Klassenstufe, des Geschlechts und der Projektart dargestellt.

Die **Schulart** hat einen signifikanten Einfluss auf die Veränderung des Umweltverhaltens während der Projektlaufzeit mit  $F(4, 294) = 2.54, p = .04$  und  $\eta^2_p = .03$ . Dabei wirkt sich die Schulart auf die kurzfristige Veränderung des Umweltverhaltens von Prä- zu Posttest aus ( $F(2, 147) = 3.79, p = .02, \eta^2_p = .05$ ) und auf die mittelfristige Veränderung von Prä- zu Follow up Test ( $F(2, 147) = 3.43, p = .03, \eta^2_p = .04$ ).

Tabelle 34: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Präservation und den Interaktionen mit Projekt, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht (Sphärizität angenommen)

Tests der Innersubjekteffekte							
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>GEB * Schulart</b>	0,43	4	0,11	2,54	0,04	0,03	0,72
<b>GEB * Projekt * Schulart</b>	0,29	6	0,05	1,14	0,34	0,02	0,45
<b>Fehler (GEB)</b>	12,38	294	0,04				
<b>GEB * Klassenstufe</b>	0,18	6	0,03	0,71	0,64	0,01	0,28
<b>GEB * Projekt * Klassenstufe</b>	0,98	6	0,16	3,95	0,00	0,08	0,97
<b>Fehler(UH)</b>	12,02	292	0,04				
<b>GEB * Geschlecht</b>	0,05	2	0,02	0,57	0,57	0,00	0,14
<b>GEB * Projekt * Geschlecht</b>	0,11	4	0,03	0,62	0,65	0,01	0,20
<b>Fehler (GEB)</b>	13,00	298	0,04				

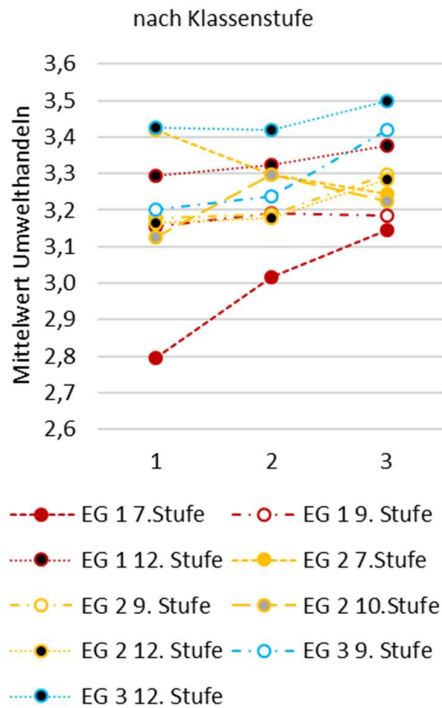


Abbildung 32: Verlauf der Mittelwerte der GEB aufgeteilt in Klassenstufe und Projekt (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Des Weiteren haben die **Klassenstufe und die EG** gemeinsam einen signifikanten Einfluss auf die Veränderung des Umwelthandelns (siehe Abbildung 32) mit  $F(6, 292) = 3.95, p = .00$  und  $\eta^2_p = .08$ .

Es ist jedoch nur der mittelfristige Einfluss auf die Veränderung des Umweltverhaltens von Prä- zu Follow up Test statistisch signifikant ( $F(3, 146) = 7.54, p = .00, \eta^2_p = .13$ )

Tabelle 35: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die Interaktionseffekte (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Tests der Innersubjektkontraste								
Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>GEB * Schulart</b>	2 vs. 1	0,63	2	0,32	3,79	0,02	0,05	0,68
	3 vs. 1	0,61	2	0,31	3,43	0,03	0,04	0,64
<b>Fehler (GEB)</b>	2 vs. 1	12,21	147	0,08				
	3 vs. 1	13,10	147	0,09				
<b>GEB * Projekt * Klassenstufe</b>	2 vs. 1	0,54	3	0,18	2,20	0,09	0,04	0,55
	3 vs. 1	1,92	3	0,64	7,54	0,00	0,13	0,99
<b>Fehler (GEB)</b>	2 vs. 1	12,05	146	0,08				
	3 vs. 1	12,39	146	0,08				

## 5.5 ERGEBNISSE ZUM FACHWISSEN

Innerhalb dieses Unterkapitels werden die deskriptiven Ergebnisse, die Ergebnisse der Varianzanalyse und zusätzliche Ergebnisse zum Einfluss unterschiedlicher Variablen zum Fachwissen vorgestellt.

### 5.5.1 Deskriptive Ergebnisse zum Fachwissen

Die Summenwerte ( $S$ ) und Standardabweichungen sind in Tabelle 36 und werden grafisch in Abbildung 33 dargestellt. Der geringste Summenwert kann beim Vortest der EG Kollaboration festgestellt werden mit  $S_{\text{Kollaboration}/1} = 4,21$  (von max. 14). Der höchste Summenwert befindet sich bei der EG Kodesign zum Posttest mit  $S_{\text{Kodesign}/2} = 7,35$ . Die Standardabweichungen rangieren zwischen  $SD_{\text{Kollaboration}/1} = 1,93$  und  $SD_{\text{Kooperation}/2} = 2,95$ .

Tabelle 36: Summenwerte und Standardabweichung der gesamten Skala Fachwissen für die drei Experimentalgruppen zu jedem Zeitpunkt (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

	MZP	EG 1: Kooperation		EG 2: Kollaboration		EG 3: Kodesign		Gesamt	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
<b>Fachwissen</b> $N_{\text{EG 1}} = 52, N_{\text{EG 2}} = 61, N_{\text{EG 3}} = 43, N_{\text{gesamt}} = 156$	1	5,00	2,20	4,21	1,93	5,21	2,23	4,75	2,14
	2	6,94	2,95	6,56	2,16	7,35	2,41	6,90	2,52
	3	6,92	2,85	6,08	2,40	6,86	2,65	6,58	2,64

Das Diagramm verdeutlicht, dass alle Wissensverläufe annähernd parallel verlaufen, dass das Niveau des Fachwissensstands der EG Kollaboration und der EG Kodesign sich aber unterscheiden. Das Fachwissen steigt bei allen EG zum Posttest an und sinkt zum Follow up Test leicht ab, der Wissensstand bleibt aber über dem Niveau des Vortests.

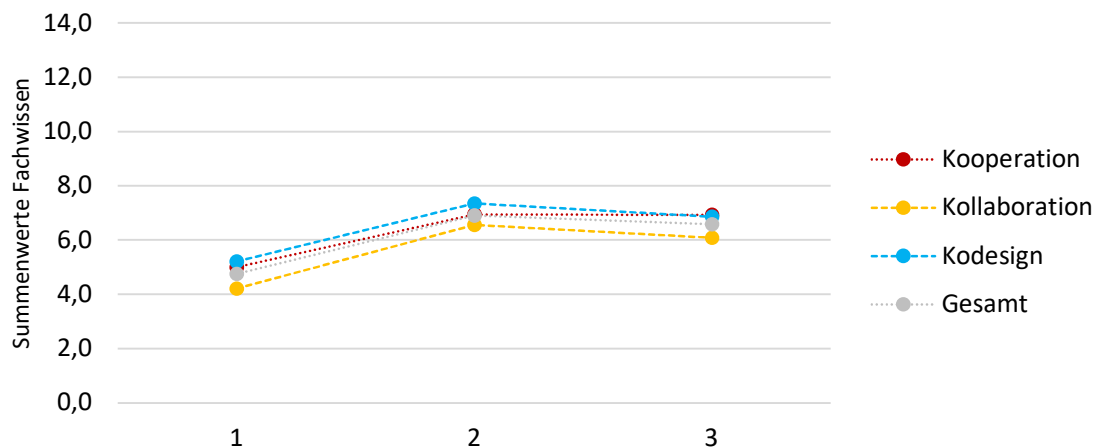


Abbildung 33: Grafische Darstellung der Summenwerte für den Verlauf des Fachwissens (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

### 5.5.2 Ergebnisse der Varianzanalyse zum Fachwissen

Die EG haben zum Vortest ein signifikant unterschiedliches Vorwissen mit  $F(2,195) = 3.80$  und  $p < .05$ . Da  $p < 0.05$  ist, ist anzunehmen, dass die Sphärizität der Daten verletzt ist, weshalb die Freiheitsgrade nach Huynh-Feldt korrigiert werden (siehe Anhang 3).

Die Ergebnisse der rmANOVA für das Fachwissen sind in Tabelle 37 und Tabelle 38 dargestellt. Das Fachwissen der Schülerinnen nimmt über die Projektlaufzeit signifikant zu mit  $F(1.96, 300.20) = 77.73$ ,  $p = .00$  und einer großen Effektstärke von  $\eta^2_p = .34$ .

Tabelle 37: Ergebnisse des Tests der Innersubjekteffekt für die Veränderung des Fachwissens und die Interaktion mit den Experimentalgruppen

Tests der Innersubjekteffekte							
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>Fachwissen</b>	406,98	1,96	207,42	77,73	0,00	0,34	1,00
<b>Fachwissen * Projekt</b>	4,62	3,92	1,18	0,44	0,78	0,01	0,15
<b>Fehler (Fachwissen)</b>	801,04	300,20	2,67				

Dabei ist sowohl der kurzfristige Wissenszuwachs ( $F(1, 153) = 153.78$ ,  $p = .00$ ,  $\eta^2_p = .50$ ), als auch der mittelfristige Wissenszuwachs von Prä- zu Follow up Test signifikant ( $F(1, 153) = 79.33$ ,  $p = .00$ ,  $\eta^2_p = .34$ ). Die EG haben keinen statistisch signifikanten Einfluss auf den Wissenszuwachs der Schülerinnen, da  $p > .05$ .

Tabelle 38: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die Veränderung des Fachwissens

Tests der Innersubjektkontraste								
Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>Fachwissen</b>	2 vs. 1	701,34	1	701,34	153,78	0,00	0,50	1,00
	3 vs. 1	503,18	1	503,18	79,33	0,00	0,34	1,00
<b>Fehler (Fachwissen)</b>	2 vs. 1	697,76	153	4,56				
	3 vs. 1	970,41	153	6,34				

### 5.5.3 Einfluss von Geschlecht, Schulart und Klassenstufe

In Tabelle 39 und Abbildung 34 sind die Ergebnisse der deskriptiven Statistik für das Fachwissen geteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht zusammengefasst.

Tabelle 39: Die Summenwerte (S) und Standardabweichungen (SD) für das Fachwissen aufgeteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht (R-Realschule, G-Gymnasium, IGS-Integrierte Gesamtschule)

Klassenstufe	Prätest				Posttest				Follow up Test			
	7.	9.	10.	12.	7.	9.	10.	12.	7.	9.	10.	12.
<b>S</b> Klassenstufe	3,18	4,08	3,88	6,01	5,32	5,4	6,88	8,71	4,86	5,08	7	8,38
<b>SD</b> Klassenstufe	1,47	1,8	1,81	1,95	1,54	1,82	1,46	2,21	1,74	2,17	1,31	2,2
<b>Schulart</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>		<b>R</b>	<b>G</b>	<b>IGS</b>	
<b>S</b> Schulart	3,35	5,58	4,08		5,61	8,23	5,40		5,78	7,77	5,08	
<b>SD</b> Schulart	1,53	2,14	1,80		1,83	2,35	1,82		1,62	2,59	2,17	
<b>Geschlecht</b>	<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>		<b>weiblich</b>		<b>männlich</b>	
<b>S</b> Geschlecht	4,63		4,91		7,00		6,78		6,61		6,53	
<b>SD</b> Geschlecht	2,07		2,23		2,40		2,68		2,67		2,62	

Bei allen **Schularten** ist ein starker Anstieg des Fachwissens von Vor- zu Posttest zu verzeichnen und eine Stagnation bzw. ein leichtes Abnehmen des Wissensstandes. Auffällig ist, dass die Gymnasien ein generell höheres Niveau haben, als die anderen Schularten. Die Schülerinnen aller vier **Klassenstufen** lernen zum Posttest stark dazu und auch der Behaltenseffekt aller Klassen ist groß, da der Wissensstand gleichbleibt bzw. nur leicht absinkt. Der Unterschied zwischen den **Geschlechtern** ist marginal. Beide Geschlechter verzeichnen einen hohen Anstieg des Fachwissens zum Posttest und behalten dieses Niveau zum Follow up Test bei.

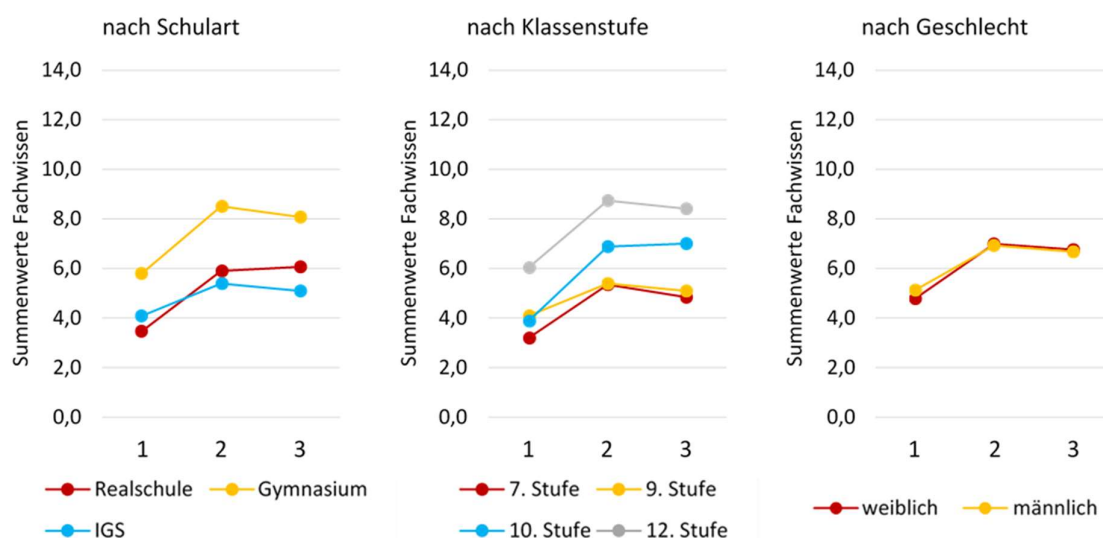


Abbildung 34: Grafische Darstellung der Veränderung der Summenwerte des Fachwissens aufgeteilt nach Schulart, Klassenstufe und Geschlecht ( $N_{\text{Realschule}} = 23$ ,  $N_{\text{Gymnasium}} = 81$ ,  $N_{\text{IGS}} = 52$ ;  $N_{7. \text{Stufe}} = 28$ ,  $N_{9. \text{Stufe}} = 52$ ,  $N_{10. \text{Stufe}} = 8$ ,  $N_{12. \text{Stufe}} = 68$ ;  $N_{\text{weiblich}} = 88$ ,  $N_{\text{männlich}} = 68$ , 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

In Tabelle 40 und Tabelle 41 sind die Ergebnisse der rmANOVA zur Veränderung des Fachwissens in Zusammenhang mit der Schulart, der Klassenstufe, des Geschlechts und der Projektart dargestellt.



Sowohl die **Schulart** mit  $F(4, 296) = 4.20$  und  $\eta^2_p = .05$  als auch die **Klassenstufe** mit  $F(6,294) = 3.03$  und  $\eta^2_p = .06$  beeinflussen den Wissenszuwachs der Schülerinnen mit  $p < .05$ .

Tabelle 40: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für das Fachwissen und den Interaktionen mit Projekt, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht (Huynh-Feldt)

Tests der Innersubjekteffekte							
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>Wissen * Schulart</b>	42,42	4,00	10,61	4,20	0,00	0,05	0,92
<b>Wissen * Projekt * Schulart</b>	16,26	6,00	2,71	1,07	0,38	0,02	0,42
<b>Fehler(Wissen)</b>	747,63	296,00	2,53				
<b>Wissen * Klassenstufe</b>	45,91	6,00	7,65	3,03	0,01	0,06	0,91
<b>Wissen * Projekt * Klassenstufe</b>	13,66	6,00	2,28	0,90	0,49	0,02	0,36
<b>Fehler(Wissen)</b>	742,77	294,00	2,53				
<b>Wissen * Geschlecht</b>	3,85	1,98	1,95	0,74	0,47	0,00	0,18
<b>Wissen * Projekt * Geschlecht</b>	20,37	3,95	5,15	1,97	0,10	0,03	0,59
<b>Fehler(Wissen)</b>	775,50	296,50	2,62				

Der Einfluss der Schulart auf den Fachwissenszuwachs ist kurzfristig von Prä- zu Posttest mit  $F(2, 148) = 7.45$ ,  $p = .00$  und  $\eta^2_p = .09$  und mittelfristig von Prä- zu Follow up Test mit  $F(2, 148) = 4.99$ ,  $p = .01$  und  $\eta^2_p = .06$  signifikant. Die Klassenstufe beeinflusst auch kurzfristig ( $F(3, 147) = 4.80$ ,  $p = .00$ ,  $\eta^2_p = .09$ ) und mittelfristig ( $F(3, 147) = 3.94$ ,  $p = .01$ ,  $\eta^2_p = .07$ ) den Fachwissenszuwachs der Schülerinnen.

Tabelle 41: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die Interaktionseffekte (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Tests der Innersubjektkontraste								
Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>Wissen * Schulart</b>	2 vs. 1	62,38	2	31,19	7,45	0,00	0,09	0,94
	3 vs. 1	60,37	2	30,19	4,99	0,01	0,06	0,81
<b>Fehler (Wissen)</b>	2 vs. 1	619,21	148	4,18				
	3 vs. 1	895,10	148	6,05				
<b>Wissen * Klassenstufe</b>	2 vs. 1	60,65	3	20,22	4,80	0,00	0,09	0,90
	3 vs. 1	71,42	3	23,81	3,94	0,01	0,07	0,82
<b>Fehler (Wissen)</b>	2 vs. 1	619,17	147	4,21				
	3 vs. 1	888,38	147	6,04				

## 5.6 ERGEBNISSE ZUR MOTIVATION

Im Folgenden werden die Ergebnisse der im Posttest erhobenen Kurzsкала zur intrinsischen Motivation vorgestellt. Dabei werden zuerst die deskriptiven Ergebnisse, die Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVA und im letzten Kapitel die Ergebnisse der rMANOVA zum Einfluss der Motivation auf die anderen Variablen vorgestellt.

### 5.6.1 Deskriptive Ergebnisse zur Motivation

Die deskriptiven Ergebnisse werden für die Gesamtskala und die vier Subskalen beschrieben und sind in Tabelle 42 und Abbildung 35 dargestellt.

Die **Gesamtskala der Motivation (KIM)** zeigt nur geringe Unterschiede bei den Mittelwerten zwischen den Gruppen. Der höchste Mittelwert mit  $M_{\text{Kollaboration}} = 3,66$  wurde bei der Gruppe der EG Kollaboration festgestellt und der geringste bei der EG Kodesign mit  $M_{\text{Kodesign}} = 3,53$ . Die **Subskala Interesse und Vergnügen** zeigt etwas größere Unterschiede. Diese Unterschiede liegen vor allem zwischen der EG Kodesign mit dem geringsten Mittelwert von  $M_{\text{Kodesign}} = 3,52$  und den anderen beiden Gruppen. Beide haben einen Mittelwert von  $M = 3,82$ . Die **Subskala der wahrgenommenen Kompetenz** zeigt eine Abstufung aller drei EG. Den höchsten Mittelwert hat die EG Kooperation mit  $M_{\text{Kooperation}} = 3,70$ . Den geringsten Mittelwert hat die EG Kodesign mit  $M_{\text{Kodesign}} = 3,48$ . Dazwischen liegt die EG Kollaboration mit  $M_{\text{Kollaboration}} = 3,55$ .

*Tabelle 42: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Gesamtskala der KIM und für die vier Subskalen (M=Mittelwert, SD=Standardabweichung;  $N_{\text{Kooperation}} = 55$ ,  $N_{\text{Kollaboration}} = 56$ ,  $N_{\text{Kodesign}} = 54$ ,  $N_{\text{gesamt}} = 165$ , bei Kompetenz und Wahlfreiheit ist  $N_{\text{Kodesign}} = 53$ )*

	KIM		Vergnügen		Kompetenz		Wahlfreiheit		Druck	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
<b>Kooperation</b>	3,59	0,65	3,82	0,93	3,70	0,79	3,17	0,97	2,34	0,84
<b>Kollaboration</b>	3,66	0,68	3,82	1,07	3,56	0,92	3,20	0,78	1,96	0,80
<b>Kodesign</b>	3,53	0,55	3,52	0,84	3,48	0,82	3,42	0,81	2,31	0,85
<b>Gesamt</b>	3,59	0,63	3,72	0,96	3,58	0,84	3,26	0,86	2,20	0,85

Die **Subskala der wahrgenommenen Wahlfreiheit** zeigt eine leichte Abstufung zwischen der EG Kooperation und Kollaboration und einen stärkeren Unterschied dieser beiden Gruppen zur EG Kodesign. Dabei hat die EG Kodesign den höchsten Mittelwert mit  $M_{\text{Kodesign}} = 3,42$  und die anderen beiden Gruppen liegen bei  $M_{\text{Kooperation}} = 3,17$  und  $M_{\text{Kollaboration}} = 3,56$ . Die **Subskala zu Druck und Anspannung** zeigt einen größeren Unterschied zwischen der EG Kollaboration und den anderen beiden EG an. Den höheren Druck empfanden die EG Kooperation und die EG Kodesign mit  $M_{\text{Kooperation}} = 2,34$  und  $M_{\text{Kodesign}} = 2,31$ . Den geringsten Druck nahm die EG Kollaboration war mit  $M_{\text{Kollaboration}} = 1,96$ .

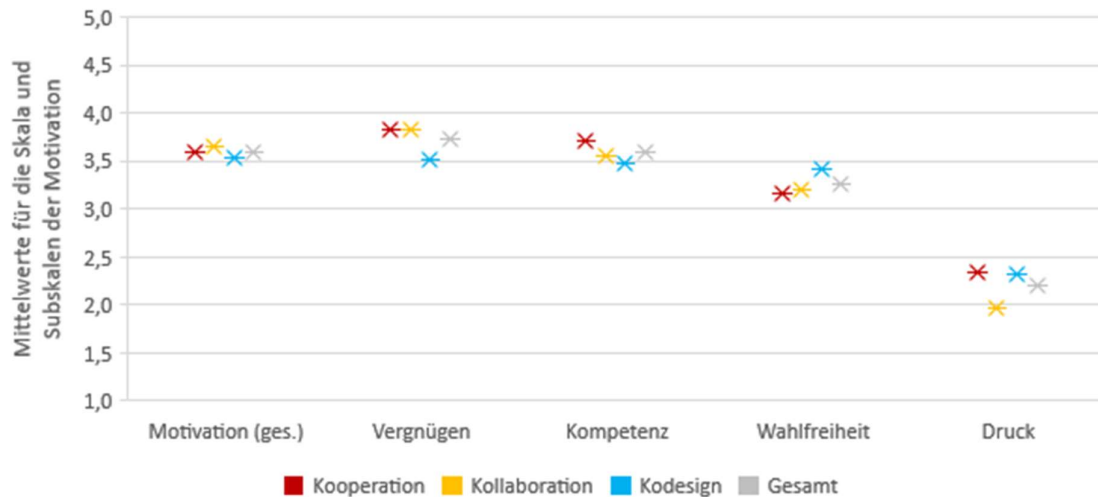


Abbildung 35: Grafische Darstellung der Mittelwerte für die KIM und die vier Subskalen

### 5.6.2 Ergebnisse des Einflusses der Experimentalgruppen auf die Motivation

Für alle Skalen kann die Homogenität der Varianzen angenommen werden, da  $p < .05$  ist (siehe Anhang 6). Die Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVA sind in Tabelle 43 zusammengefasst.

Tabelle 43: Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVA für die Zusammenhänge zwischen den Skalen der Motivation und den Experimentalgruppen

Einfaktorielle ANOVA								
		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	p	$\eta^2_p$	1- $\beta$
<b>KIM</b>	Zwischen den Gruppen	0,44	2	0,22	0,55	0,58	0,01	0,14
	Innerhalb der Gruppen	63,84	162	0,39				
	Gesamt	64,28	164					
<b>Vergnügen</b>	Zwischen den Gruppen	3,36	2	1,68	1,85	0,16	0,02	0,38
	Innerhalb der Gruppen	147,44	162	0,91				
	Gesamt	150,81	164					
<b>Kompetenz</b>	Zwischen den Gruppen	1,33	2	0,67	0,93	0,40	0,01	0,21
	Innerhalb der Gruppen	115,03	161	0,71				
	Gesamt	116,36	163					
<b>Wahlfreiheit</b>	Zwischen den Gruppen	1,91	2	0,95	1,29	0,28	0,02	0,28
	Innerhalb der Gruppen	118,77	161	0,74				
	Gesamt	120,68	163					
<b>Druck</b>	Zwischen den Gruppen	4,89	2	2,44	3,52	0,03	0,04	0,65
	Innerhalb der Gruppen	112,35	162	0,69				
	Gesamt	117,24	164					

Die EG haben keinen signifikanten Einfluss auf die Motivation und alle Subskalen bis auf die Subskala Druck. Die EG unterscheiden sich signifikant in ihrer Wahrnehmung des Drucks und der Anspannung

bei  $F(2, 162) = 3.52$  und  $p = .03$ . Die post-hoc Untersuchungen zeigen keine statistischen Unterschiede zwischen den EG bei allen Skalen (siehe Anhang 5).

### 5.6.3 Einfluss der Motivation auf die anderen Variablen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Varianzanalysen mit Messwiederholungen mit der Motivation als Zwischenssubjektfaktor vorgestellt. In Abbildung 36 sind die Diagramme der zeitlichen Verläufe dargestellt, aufgeteilt nach den einzelnen Skalen, welche signifikante Ergebnisse gezeigt haben. Die Tabellen mit den Ergebnissen der Varianzanalyse sind in Anhang 7 zusammengefasst.

Der Wissenszuwachs von **NOS** wird von der **Motivation** mit  $F(1.87, 255.84) = 4.27$ ,  $p = .02$  und  $\eta^2_p = .03$  und vom **Interesse und Vergnügen** mit  $F(1.87, 266.53) = 3.30$ ,  $p = .04$  und  $\eta^2_p = .02$  signifikant beeinflusst. Sowohl die Motivation als auch das Interesse haben keinen Einfluss auf den kurzfristigen Wissenszuwachs, sondern nur auf den mittelfristigen Wissenszuwachs von Prä- zu Follow up Test (KIM:  $F(1, 137) = 6.87$ ,  $p = .01$ ,  $\eta^2_p = .05$ , Interesse:  $F(1, 137) = 3.93$ ,  $p = .05$ ,  $\eta^2_p = .03$ ). Der Test der Zwischenssubjekteffekte (siehe Anhang 7) zeigt, dass die Schülerinnen, die eine höhere Gesamtmotivation haben und die das Kompetenzerleben stärker wahrgenommen haben, generell einen besseren Wissensstand über NOS haben mit  $F(1, 137) = 6.82$ ,  $p = .01$ ,  $\eta^2_p = .05$  und  $F(1, 137) = 7.92$ ,  $p = .01$ ,  $\eta^2_p = .05$ .

Die Veränderung der Einstellung **Freude und Interesse gegenüber den Naturwissenschaften** wird von der **Motivation** ( $F(2, 274) = 3.68$ ,  $p = .03$ ,  $\eta^2_p = .03$ ), dem **Kompetenzerleben** ( $F(2, 272) = 2.99$ ,  $p = .05$ ,  $\eta^2_p = .02$ ), des **erlebten Vergnügens** ( $F(2, 274) = 5.68$ ,  $p = .00$ ,  $\eta^2_p = .04$ ) sowie zusammen von dem wahrgenommenen **Druck und den EG** statistisch signifikant beeinflusst ( $F(4, 274) = 2.85$ ,  $p = .02$ ,  $\eta^2_p = .04$ , siehe Abbildung 37). Der Einfluss des wahrgenommenen Drucks und der EG auf die Veränderung der Freude und des Interesses gegenüber den Naturwissenschaften liegt aber weder in der kurzfristigen Veränderung von Prä- zum Posttest, noch in der mittelfristigen Veränderung von Prä- zum Follow up Test. Das erlebte Vergnügen und die Gesamtmotivation beeinflussen sowohl die kurzfristige, als auch die mittelfristige Veränderung der Einstellung statistisch signifikant. Die wahrgenommene Kompetenz hat nur einen kurzfristigen Einfluss auf die Einstellung. Bei allen Skalen, ausgenommen Druck/Anspannung, haben die Schülerinnen, die eine höhere Motivation haben auch signifikant mehr Freude und Interesse an den Naturwissenschaften, als die Schülerinnen mit einer niedrigeren Motivation (siehe Test der Zwischenssubjekteffekte, Anhang 7).

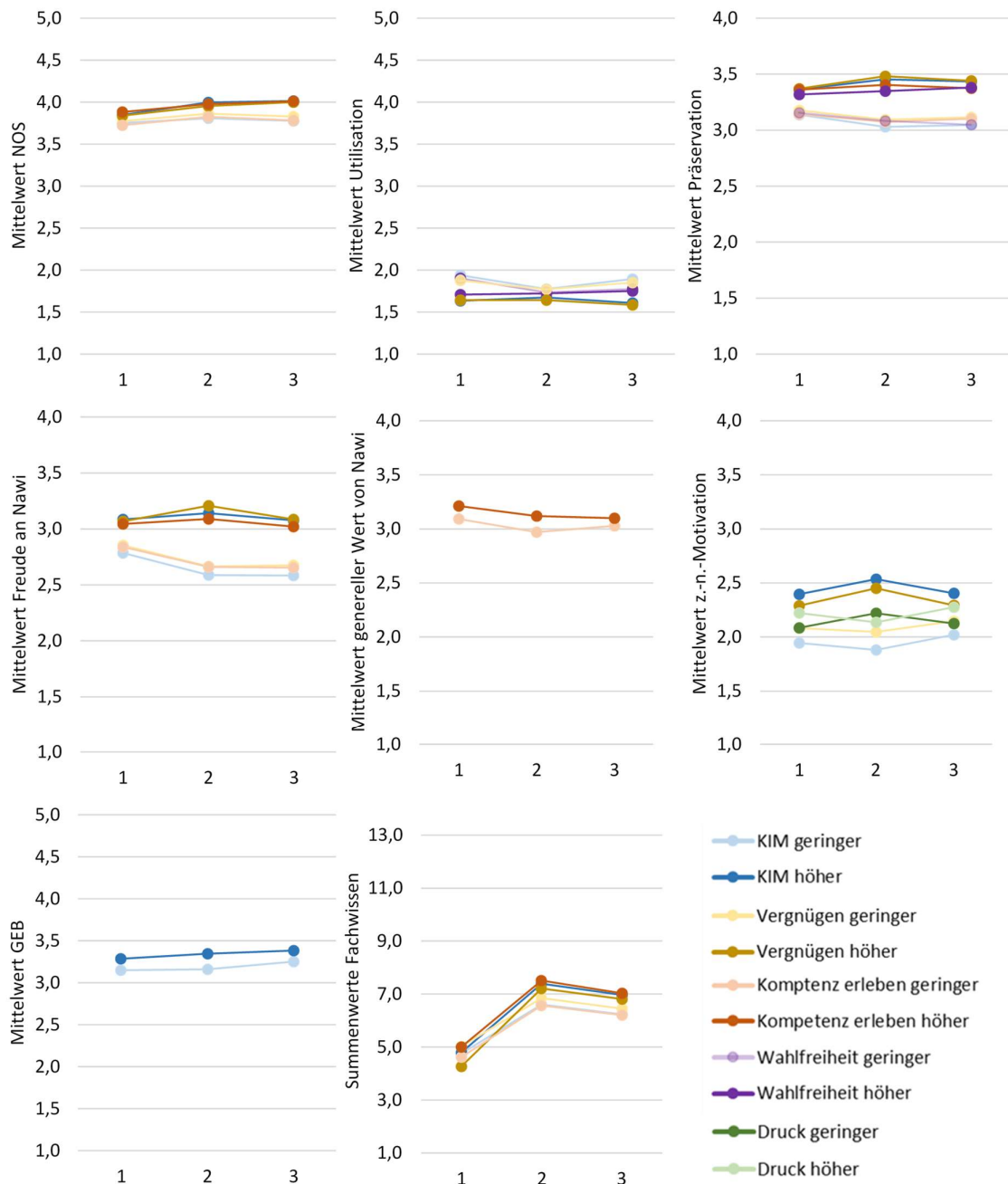


Abbildung 36: Der Verlauf der Mittelwerte für alle Variablen aufgeteilt nach der Gesamtskala KIM, die Subskalen Interesse und Vergnügen, Kompetenz erleben und Wahlfreiheit jeweils in höhere und geringere Ausprägungen eingeteilt (nur für statistisch signifikante Ergebnisse, 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Auf die Einstellung zum **generellen Wert der Naturwissenschaften** haben die Wahrnehmung des **Kompetenzerlebens** ( $F(4,272) = 2.52, p = .04, \eta^2_p = .04$ ) sowie zusammen das Empfinden von **Druck und die Zugehörigkeit zu den EG** ( $F(4,272) = 2.60, p = .04, \eta^2_p = .04$ , siehe Abbildung 37) einen statistisch signifikanten Einfluss. Der Einfluss des wahrgenommenen Drucks und der EG auf die Veränderung des generellen Werts der Naturwissenschaften liegt aber weder in der kurzfristigen Veränderung von Prä- zum Posttest, noch in der mittelfristigen Veränderung von Prä- zum Follow up Test. Die

Kompetenzerleben beeinflusst sowohl die kurzfristige, als auch die mittelfristige Veränderung des generellen Wertes der Naturwissenschaften statistisch signifikant. Die Schülerinnen, die eine höhere Wahrnehmung ihrer Kompetenzen haben, haben auch eine generell höhere Einstellung gegenüber dem Wert der Naturwissenschaften, als die Schülerinnen mit einer geringen Wahrnehmung ihrer Kompetenzen ( $F(1,136) = 4.42, p = .04$  und  $\eta^2_p = .03$ , siehe Anhang 7).

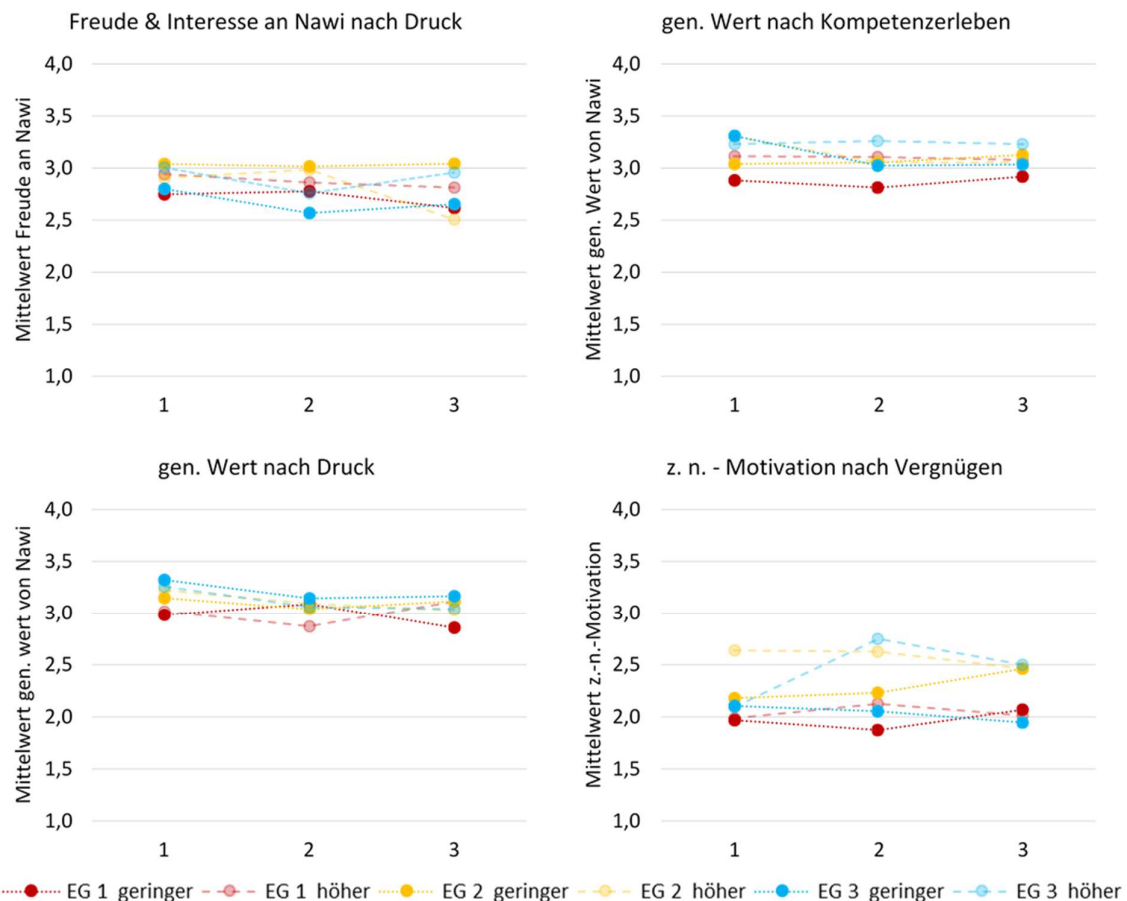


Abbildung 37: Verlauf der Mittelwerte die Skalen der Einstellung zu den Naturwissenschaften aufgeteilt nach Druck, Kompetenzerleben, Vergnügen und jeweils in die Projektart (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)

Auf die Veränderung der **zukunftsorientierten-naturwissenschaftsbezogene Motivation** haben die **Motivation** ( $F(2.00, 268.00) = 4.13, \eta^2_p = .03$ ), das **erlebte Vergnügen** ( $F(2.00, 268.00) = 3.83, \eta^2_p = .03$ ), der **wahrgenommene Druck** ( $F(2.00, 268.00) = 3.51, \eta^2_p = .03$ ) sowie gemeinsam das **Vergnügen und die Zugehörigkeit zu den EG** ( $F(4.00, 268.00) = 3.00, \eta^2_p = .04$ ) einen statistisch signifikanten Einfluss mit  $p < .05$ . Hierbei ist sowohl der Einfluss auf die kurzfristige als auch auf die mittelfristige Veränderung der Einstellung signifikant. Die Effektstärke liegt bei  $\eta^2_p = .06$  und  $\eta^2_p = .07$  und damit im unteren mittleren Bereich. Die anderen drei Variablen beeinflussen nur die kurzfristige Veränderung der zukunftsorientierten-naturwissenschafts-bezogenen Motivation. Die Schülerinnen, die eine höhere Gesamtmotivation und eine höhere Wahrnehmung ihrer Kompetenz haben, haben ein

statistisch signifikant positivere zukunftsorientierte-naturwissenschafts-bezogene Motivation, als die Schülerinnen mit einer niedrigeren Gesamtmotivation und einer geringeren Wahrnehmung der Kompetenz.

Die Veränderung der **Naturnutzungseinstellung** wird von der **Motivation** ( $F(1.56, 215.18) = 3.33, p = .05, \eta^2_p = .02$ ) und der **wahrgenommenen Wahlfreiheit** statistisch signifikant beeinflusst ( $F(1.58, 217.75) = 3.60, p = .04, \eta^2_p = .03$ ). Die Gesamtmotivation beeinflusst dabei nur die kurzfristige Veränderung der Naturnutzungseinstellung mit  $\eta^2_p = .08$ , während die wahrgenommene Wahlfreiheit sowohl die kurz- als auch die mittelfristige Veränderung signifikant beeinflusst. Die Schülerinnen, die über eine höhere Gesamtmotivation, ein höheres Vergnügen haben und mehr Kompetenzen erlebt haben, haben eine insgesamt geringere Naturnutzungseinstellung als die Schülerinnen mit einer geringeren Motivation (siehe Anhang 7).

Die Veränderung der **Naturschutzeinstellung** wird von der **Motivation** bei  $F(2, 276) = 3.89$  und  $\eta^2_p = .03$  und dem **erlebten Vergnügen** bei  $F(2, 276) = 2.95$  und  $\eta^2_p = .02$  mit  $p < .05$  statistisch signifikant beeinflusst. Der Einfluss der Motivation ist sowohl auf die kurzfristige als auch auf die mittelfristige Einstellungsänderung signifikant. Das erlebte Vergnügen hat nur einen signifikanten Einfluss auf die kurzfristige Einstellungsänderung. Die Schülerinnen, die eine höhere Motivation, ein höheres Vergnügen, mehr Kompetenzen erlebt haben und mehr Wahlfreiheit wahrgenommen haben, haben auch eine insgesamt statistisch signifikant höhere Naturschutzeinstellung, als die Schülerinnen, die eine niedrigere Motivation hatten.

Die Veränderung des **Umweltverhaltens** wird nicht signifikant von der Motivation beeinflusst, da  $p > .05$  ist. Die Schülerinnen, die eine höhere Gesamtmotivation haben, haben ein generell umweltbewussteres Verhalten, als die Schülerinnen mit einer niedrigeren Gesamtmotivation ( $F(1, 138) = 5.88, p = .02$  und  $\eta^2_p = .04$ , siehe Anhang 7).

Der **Fachwissenszuwachs** wird nur von dem **erlebten Vergnügen** signifikant beeinflusst mit  $F(1.98, 275.83) = 4.64, p = .01$  und  $\eta^2_p = .03$ . Sowohl der kurzfristige Wissenszuwachs von Prä- zu Posttest ( $F(1, 139) = 8.27, p = .00, \eta^2_p = .06$ ), als auch der mittelfristige Zuwachs ( $F(1, 139) = 5.86, p = .02, \eta^2_p = .04$ ) werden signifikant von dem erlebten Vergnügen beeinflusst. Schülerinnen, die eine höhere Gesamtmotivation und mehr Kompetenzen erlebt haben, zeigen auch ein insgesamt signifikant höheres Fachwissen, als die Schülerinnen mit einer niedrigeren Motivation mit  $p < .05$ .

## 5.7 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

In Tabelle 44 sind die Ergebnisse der Interventionsstudien sowie die Einflüsse der Schulart, der Klassenstufe und des Geschlechts dargestellt. Tabelle 45 fasst den Einfluss der Motivation zusammen und Tabelle 46 fasst die Ergebnisse der Subskalen zusammen.





Tabelle 45: Übersicht über die Ergebnisse zum Einfluss der Motivation (P – Projektart/Experimentalgruppe, 1-Prätest, 2-Posttest, 3-Follow up Test)

FW	GEB	Umweltein- stellung	Einstellung zur Wissenschaft	NOS	KIM		KIM * P		Vergnügen		Vergnügen * P		Kompetenz		Kompetenz * P		Wahlfreiheit		Wahlfreiheit * P		Druck		Druck * P					
					p	$\eta^2_p$	1-6	p	$\eta^2_p$	1-6	p	$\eta^2_p$	1-6	p	$\eta^2_p$	1-6	p	$\eta^2_p$	1-6	p	$\eta^2_p$	1-6	p	$\eta^2_p$	1-6	p	$\eta^2_p$	1-6
		Präs.	Z.-N- M.	Freude																								
		Uti.	Gen. Wert																									
		1 zu 2	1 zu 2	1 zu 2																								
		1 zu 3	1 zu 3	1 zu 3																								
		Effekt	Effekt	Effekt																								
		✓	✓	✓																								
		✗	✗	✗																								
		.03	.03	.03																								
		.72	.73	.67																								
		* .01	* .03	* .01																								
		.46	.73	.46																								
		✓	✓	✓																								
		.05	.04	.05																								
		.74	.70	.74																								
		* .00	* .03	* .01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								
		.00	.04	.01																								
		.14	.70	.16																								
		✗	✓	✓																								

Tabelle 46: Übersicht über die Ergebnisse der Subskalen (P – Projektart/Experimentalgruppe, 1-Prätest, 2-Posttest, 3-Follow up Test)

	Subskalen		Interaktion			Haupt		
			p	$\eta^2_p$	1-6	p	$\eta^2_p$	1-6
NOS	Herkunft	Effekt	×	.01	.22	✓	.06	.97
		1 zu 2				✓	.10	.98
		1 zu 3				✓	.06	.89
	Sicherheit	Effekt	✓	.04	.78	✓	.08	1.00
		1 zu 2	×	.02	.38	✓	.16	1.00
		1 zu 3	×	.03	.47	✓	.09	.97
	Entwicklung	Effekt	×	.00	.08	×	.00	.08
		1 zu 2						
		1 zu 3						
	Einfachheit	Effekt	×	.01	.27	✓	.05	.97
		1 zu 2				✓	.08	.95
		1 zu 3				✓	.07	.91
	Rechtfertigung	Effekt	×	.01	.19	×	.02	.53
		1 zu 2						
		1 zu 3						
Zweck	Effekt	×	.02	.43	×	.00	.13	
	1 zu 2							
	1 zu 3							
Kreativität	Effekt	×	.01	.19	✓	.07	.99	
	1 zu 2				✓	.04	.65	
	1 zu 3				✓	.12	.99	
GEB	Indirektes Umweltverhalten	Effekt	×	.02	.41	✓	.03	.77
		1 zu 2				✓	.03	.63
		1 zu 3				✓	.04	.75



## 6 DISKUSSION

---

Innerhalb dieses Kapitels werden zuerst die Ergebnisse inhaltlich mit Rückbezug auf die Hypothesen interpretiert. Im zweiten Teil werden die Ergebnisse mit Rückblick auf die Theorie diskutiert, wobei zuerst die Annahmen von Bonney und im zweiten Teil das allgemeine Bildungspotential von CS diskutiert wird. Des Weiteren werden die Methodik und die Limitationen dieser Studie kritisch betrachtet und Implikationen sowohl für die Praxis von CS als auch für die Forschung herausgestellt.

### 6.1 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

In Kapitel 3 wurden die Forschungsfragen dieser Arbeit formuliert. Im Folgenden Kapitel werden die Fragen beantwortet indem die aufgestellten Hypothesen bestätigt oder abgelehnt werden. Dazu wird zuerst auf die Ergebnisse bezüglich des forschenden Lernens, der ersten Forschungsfrage eingegangen. Danach werden die Hypothesen 2.1 und 2.2 zur Umweltbildung beantwortet sowie die Hypothese 3 zum Fachwissen geprüft. Zum Abschluss werden die Einflüsse der Motivation und der Charakteristika der Stichprobe vorgestellt.

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage „**Welcher Partizipationsansatz eignet sich am besten als ein Projekt des forschenden Lernens?**“ wurden zwei Hypothesen zu den Entwicklungen von NOS und den Einstellungen gegenüber den Naturwissenschaften aufgestellt. Die Ergebnisse zeigen keine Auswirkungen der EG auf die **Förderung von NOS**. Die Teststärke ( $1-\beta = .30$ ) ist jedoch gering und das Ergebnis könnte auch nur das Resultat einer zu geringen Stichprobe sein. Deshalb kann die Hypothese nicht bestätigt, aber auch nicht abgelehnt werden. Was jedoch für die Ablehnung dieser Hypothese spricht, ist, dass alle Schülerinnen etwas über NOS lernen. Hierbei ist die Teststärke sehr hoch ( $1-\beta = .95$ ) und der kurzfristige Lerneffekt ist sogar von mittlerer Größe.

---

#### **Nullhypothese 1.1**

*Die Förderung des Wissens über das Wesen der Naturwissenschaften (NOS) bei Lernenden ist am stärksten in der Gruppe des Kodesigns und am schwächsten in der Gruppe der Kooperation. Die Gruppe der Kollaboration befindet sich analog zum Modell nach Bonney dazwischen.*

Die Ergebnisse deuten auf eine Ablehnung der Nullhypothese hin. Auf Grund der geringen Teststärke kann die Nullhypothese aber weder bestätigt noch abgelehnt werden.

---

Auf den Subebenen von NOS werden über alle Gruppen hinweg das Verständnis über die Herkunft, die Sicherheit, die Einfachheit und die Kreativität von NOS gefördert. Das CS Projekt hatte keinen Einfluss auf das Verständnis der Schülerinnen bezüglich der Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens, dessen Rechtfertigung und des Zwecks. Es zeigt sich ein Einfluss der EG auf das Verständnis über die

Sicherheit von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen. Dieser Einfluss kann aber vernachlässigt werden, da er sich nicht auf die Intervention bezieht (siehe Tabelle 12 und Tabelle 13).

Die Veränderung der **Einstellung zu den Naturwissenschaften** zeigt diverse Ergebnisse. Die Freude und das Interesse an den Naturwissenschaften sinkt bei den EG mit hoher und niedriger Partizipation kurzfristig ab, wobei die EG 2 mit mittlerer Partizipation eine leichte Steigerung zeigt. Die Stärke dieses Effekts ist jedoch klein. Die Veränderung des Werts, den die Schülerinnen den Naturwissenschaften beimessen und ihre zukünftige naturwissenschaftsbezogene Motivation zeigen keine Einflüsse der Partizipationsansätze. Allerdings ist die Teststärke mit 28 und 25 % gering und das Ergebnis könnte an der zu geringen Stichprobe liegen. Insgesamt kann die Hypothese, dass die Einstellung am stärksten in der Gruppe 3 mit hoher Partizipation verbessert wird und am geringsten in der Gruppe 1 mit niedriger Partizipation deshalb nicht bestätigt, aber auch nicht abgelehnt werden. Vor allem aber die Veränderung der Freude und des Interesses deuten aber auf eine Ablehnung der Hypothese hin. Hierfür spricht auch, dass alle Gruppen nach der Intervention den Wert der Naturwissenschaften geringer schätzen und, dass die zukünftige naturwissenschaftsbezogene Motivation bei allen Gruppen keine Veränderung zeigt (siehe Tabelle 19 und Tabelle 20).

---

#### **Nullhypothese 1.2**

*Die Einstellung zu den Naturwissenschaften werden durch die Teilnahme an einem CS Projekt der Art Codesign stärker verbessert als bei einer Teilnahme in der Art der Kollaboration und diese wiederum hat einen stärkeren Einfluss als die Teilnahme in der Art der Kooperation.*

Die Ergebnisse deuten auf eine Ablehnung der Nullhypothese hin. Auf Grund der geringen Teststärke von zwei der drei Variablen kann die Nullhypothese aber weder bestätigt noch abgelehnt werden.

---

Für die Beantwortung der ersten Forschungsfrage „**Welcher Partizipationsansatz eignet sich am besten als ein Projekt des forschenden Lernens?**“ kann dementsprechend keiner der Partizipationsansätze besonders hervorgehoben werden. Es zeigen sich keine Vorteile durch den Ansatz des Codesigns, aber auch keine Nachteile. In allen Gruppen wurde das Verständnis über NOS gefördert, aber die Einstellung zu den Naturwissenschaften hat sich zum Teil verschlechtert oder stagnierte. Einzig die EG Kollaboration ist bei der Veränderung des Interesses und der Freude an den Naturwissenschaften hervorzuheben, da die Schülerinnen hier ein leichte Interessenssteigerung zeigten.

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage „**Welcher Partizipationsansatz eignet sich am besten als ein Projekt der Umweltbildung?**“ wurden zwei Hypothesen bezüglich der Veränderung der Umwelteinstellung und des Umweltverhaltens aufgestellt. Die Veränderung der **Umwelteinstellung**

der Schülerinnen zeigt weder in der Naturschutz- noch in der Naturnutzungskomponente einen Einfluss der EG. Allerdings ist die Teststärke mit 45 % und 52 % nicht ausreichend um eine endgültige Bewertung der Hypothese zu treffen. Auch über die gesamte Stichprobe hinweg zeigt die **Naturschutzeinstellung** aller Schülerinnen keine Veränderung durch die Intervention, allerdings ist die Teststärke mit 10 % sehr gering. Die **Naturnutzungseinstellung** aller Schülerinnen hingegen nimmt kurzfristig nach der Teilnahme an QueichNet ab. Der Test ist von großer Stärke ( $1-\beta = .89$ ) und auch der Effekt ist von mittlerer Größe (siehe Tabelle 25 und Tabelle 26). Dieses Ergebnis deutet auch auf keine Unterschiede durch die Partizipationsansätze hin.

---

#### **Nullhypothese 2.1**

*Die Einstellung zur Umwelt wird durch die Teilnahme an einem CS Projekt der Art Codesign stärker verbessert als bei einer Teilnahme in der Art der Kollaboration und diese wiederum hat einen besseren Einfluss als die Teilnahme in der Art der Kooperation.*

Die Ergebnisse deuten auf eine Ablehnung der Nullhypothese hin. Auf Grund der geringen Teststärke kann die Nullhypothese aber weder bestätigt noch abgelehnt werden.

---

Das **Umweltverhalten** aller Schülerinnen zeigt sich erst zwei bis drei Monate nach der Intervention verändert, weswegen es fraglich ist, ob die Intervention ausschlaggebend dafür war. Jedoch ist dieser Effekt von mittlerer Stärke. Die Partizipationsstufen haben keinen Einfluss auf das Umweltverhalten der Schülerinnen. Wieder ist die Teststärke aber mit 40 % gering, weswegen die Hypothese weder bestätigt noch abgelehnt werden kann (siehe Tabelle 31 und Tabelle 32).

---

#### **Nullhypothese 2.2**

*Das Umweltverhalten wird durch die Teilnahme an einem kodesignierten CS Projekt stärker verbessert als bei einer Teilnahme an einem kollaborativen CS Projekt und hierbei wird das Umweltverhalten wiederum stärker verbessert als bei einem kooperativen Projekt.*

Die Ergebnisse deuten auf eine Ablehnung der Nullhypothese hin. Auf Grund der geringen Teststärke kann die Nullhypothese aber weder bestätigt noch abgelehnt werden.

---

Für die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage „**Welcher Partizipationsansatz eignet sich am besten als ein Projekt der Umweltbildung?**“ kann keiner der Partizipationsansätze hervorgehoben werden, aber auch keiner abgelehnt werden. Es zeigen sich keine Nach- und Vorteile bei allen EG. Allerdings kann es solche geben, da die Teststärke zum Teil gering ist. Insgesamt wird gezeigt, dass das Umweltverhalten der Schülerinnen sich mittelfristig verbessert und, dass auch die Naturnutzungseinstellung der Schülerinnen kurzfristig eine positive Tendenz nach der Projektteilnahme zeigt.

Die dritte Forschungsfrage „**In welchem Ansatz wird das Fachwissen am stärksten gefördert?**“ bezieht sich auf die Förderung des **Fachwissens** der Schülerinnen. Die Ergebnisse zeigen keine Unterschiede zwischen den EG beim Lernzuwachs. Jedoch ist die Teststärke mit 15 % sehr gering und eventuelle Unterschiede konnten aufgrund einer zu geringen Stichprobenzahl nicht gezeigt werden. Deswegen kann die Hypothese weder angenommen noch abgelehnt werden. Was jedoch für eine Ablehnung der Hypothese spricht, ist das alle Schülerinnen durch die Intervention Fachwissen dazu lernen und dieser Effekt sehr groß ist (siehe Tabelle 37 und Tabelle 38).

---

### **Nullhypothese 3**

*Die Förderung des Fachwissens bei Lernenden ist am stärksten in der Gruppe des Kodesigns und am schwächsten in der Gruppe der Kooperation. Die Gruppe der Kollaboration befindet sich analog zum Modell nach Bonney dazwischen.*

Die Ergebnisse deuten auf eine Ablehnung der Nullhypothese hin. Auf Grund der geringen Teststärke kann die Nullhypothese aber weder bestätigt noch abgelehnt werden.

---

Die vierte Forschungsfrage bezieht sie auf den Einfluss der Motivation der Schülerinnen. Die Forschungsfrage lautet: „**Welche Rolle hat die Motivation der Schülerinnen auf den Wissenszuwachs und die Einstellungsänderungen im Rahmen dieses Projekts?**“ Bei der **Motivation** unterscheidet sich nur der wahrgenommene Druck und die Anspannung der Schülerinnen zwischen den EG. Hierbei ist der Druck, aber nicht nur im Kodesign am höchsten, sondern auch in der Kooperation. Den geringsten Druck nehmen die Schülerinnen wahr, welche auf der mittleren Stufe der Partizipation, in der Kollaboration, teilgenommen haben (siehe Tabelle 43).

Dies zeigt Ähnlichkeiten zu der Veränderung der Einstellung Freude und des Interesses an den Naturwissenschaften (siehe oben Einstellung zu den Naturwissenschaften). Hier verlieren die Schülerinnen der Kooperation und des Kodesigns an Freude und Interesse, während bei den Schülerinnen der Kollaboration die Freude und das Interesse leicht ansteigen (siehe Tabelle 13 und Tabelle 14). Auf diese Veränderung hat auch der wahrgenommene Druck und die EG einen Einfluss sowie das erlebte Vergnügen. Insgesamt zeigt sich bezüglich der Freude und des Interesses an den Naturwissenschaften sowie bei der zukünftigen naturwissenschaftsbezogenen Motivation, dass bei Schülerinnen mit einer hohen Motivation die Einstellungen zu den Naturwissenschaften durch die Intervention steigen und bei Schülerinnen mit einer niedrigen Motivation die Einstellungen absinken. Hieraus kann gefolgert werden, dass bei Schülerinnen, die bereits motiviert sind, eine Verbesserung der Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften durch das Projekt stattfindet (siehe Tabelle 45), wohingegen Schülerinnen, die nicht motiviert waren, an Interesse und Freude verlieren.



Ein ähnliches Ergebnis zeigt die Veränderung der Naturschutzeinstellung. Auch hier steigt bei den Schülerinnen mit einer höheren Motivation die Einstellung nach der Intervention an, wohingegen bei den Schülerinnen mit einer niedrigeren Motivation ein Absinken der Einstellung eintritt (siehe Tabelle 45).

Beim Fachwissen und beim dem Verständnis von NOS wiederum haben die Schülerinnen, die höher motiviert sind, generell ein besseres Wissen, als die Schülerinnen die geringer motiviert sind. Bei dem Wissenszuwachs von NOS zeigt sich zusätzlich, dass die Schülerinnen, die hoch motiviert sind einen besseren Behaltenseffekt nach zwei bis drei Monaten haben (siehe Tabelle 45).

Insgesamt haben am häufigsten das wahrgenommene Vergnügen sowie die gesamte Motivation einen Einfluss auf die verschiedenen Variablen (siehe Tabelle 45).

Zusammenfassend kann für die Frage „**Welche Rolle hat die Motivation der Schülerinnen auf den Wissenszuwachs und die Einstellungsänderungen im Rahmen dieses Projekts?**“ festgestellt werden, dass die Motivation einen großen Einfluss auf die Einstellungsveränderung bezüglich der Naturwissenschaften und der Umwelt hat und, dass die negativen Veränderungen der Einstellung zu den Naturwissenschaften durch die geringe Motivation der Schülerinnen erklärt werden kann.

Die fünfte Forschungsfrage bezieht sich auf den Einfluss der Charakteristika der Stichprobe. Vor allem die Schulart und die Klassenstufe zeigen einige Einflüsse auf die Veränderung mehrerer Variablen. Hierbei gibt es auch einige Gemeinsamkeiten, welche auf die ungleiche Verteilung von Klassenstufen auf die Schularten zurückzuführen sind. So gehören alle 9. Klassen zu den integrierten Gesamtschulen, alle 10. Klassen zu den Realschulen und alle 12. Klassen zu den Gymnasien. Hierbei fallen vor allem die 9. Klassen und die integrierten Gesamtschulen auf. Sowohl beim Fachwissenszuwachs als auch beim Wissenszuwachs bezüglich NOS zeigen sie die geringsten Werte von allen Gruppierungen. Hierbei ist aber auch hervorzuheben, dass es sich bei diesen Klassen um die einzigen Klassenverbände handelte. Alle anderen Kurse waren Wahlpflichtkurse, welche einen naturwissenschaftlichen oder technischen Schwerpunkt hatten.

Das Geschlecht der Schülerinnen hat keine signifikanten Auswirkungen auf die Wissenszuwächse und Einstellungsänderungen. Einzig bei der Einstellung zum generellen Wert zeigen sich leichte Unterschiede. Der Effekt ist mit  $\eta^2_p = .02$  und einer Teststärke von 59 % aber nicht aussagekräftig und könnte demnach zufällig sein.

Zusammenfassend kann für die Frage „**Welche Rolle haben die Schulart, die Klassenstufe und das Geschlecht der Schülerinnen auf den Wissenszuwachs und die Einstellungsänderungen?**“ festgestellt werden, dass das Geschlecht keinen Einfluss hat und, dass die Schulart und Klassenstufe zusammen auf die Ergebnisse der Schülerinnen einwirken, wobei dies auch auf die Situation der Schülerinnen

zurückgeführt werden kann, ob sie freiwillig den Kurs belegt oder im normalen Klassenverbund teilgenommen haben (siehe Tabelle 44).

Zusammenfassend kann für die Arbeitsfrage dieser Studie **„Unter welchem Partizipationsansatz ist das Bildungspotential für die Schülerinnen am größten?“** festgestellt werden, dass diese Frage nicht endgültig beantwortet werden kann. Die Auswirkungen der unterschiedlichen Partizipationsansätze auf das Bildungspotential zeigen zwar keine Unterschiede, aber die Tests sind aufgrund zu geringer Stichprobenzahl nicht aussagekräftig. Bei zwei Skalen, dem Interesse und der Freude an den Naturwissenschaften sowie dem wahrgenommenen Druck während der Projektlaufzeit zeigt die EG Kollaboration bessere Entwicklungen als die anderen beiden EG. Generell kann aber vermutet werden, dass über alle Partizipationsansätze hinweg die Schülerinnen durch die generelle Teilnahme an dem CS Projekt profitieren. So haben alle Schülerinnen ihr Wissen über das Wesen der Naturwissenschaften und ihr Fachwissen ausgebaut, die Naturnutzungseinstellung wurde bei allen Schülerinnen kurzfristig verbessert und das Umweltverhalten zeigte sich bei allen Schülerinnen mittelfristig erhöht.

## 6.2 VERORTUNG IM FORSCHUNGSSTAND

Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Studie zuerst mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen, welche auch die Typologie von Bonney untersucht haben. Im zweiten Abschnitt wird der generelle Lernerfolg der Schülerinnen durch das CS Projekt diskutiert.

### 6.2.1 Die Typologie nach Bonney

Die übergeordnete Arbeitsfrage dieser Studie **„Unter welchem Partizipationsansatz ist das Bildungspotential für die Schülerinnen am größten?“** bezieht sich auf die Annahmen von Bonney, Ballard et al. (2009). Sie nehmen an, dass CS Projekte, die nur eine geringe Partizipation am wissenschaftlichen Prozess ermöglichen, zum Beispiel in Form von Datensammlungen, ein geringeres Potential für die Bildung der Teilnehmenden haben. CS Projekte, in denen die Teilnehmenden eine hohe Partizipation am wissenschaftlichen Prozess haben, sollen hingegen ein höheres Bildungspotential haben. Bonney, Ballard et al. (2009) unterscheiden anhand der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess drei Stufen: Contributory/ Kooperation, Collaborative/ Kollaboration und Co-created/ Kodesign.

Die Forschungsfragen dieser Studie kann mit den erzielten Ergebnissen nicht beantwortet werden, da die Teststärke nicht ausreichend ist und die Anzahl an Probanden aufgrund von Ausfällen zu klein war. Betrachten wir die Ergebnisse jedoch als Hinweise und Vermutungen, zeigen sich zu anderen Studien vergleichbare Erkenntnisse. So haben Phillips (2017) und Phillips et al. (2019) festgestellt, dass sich bei

den Teilnehmenden ihrer Vergleichsstudie nur die Motivation unterscheidet. Teilnehmende an Projekten des Codesigns sind häufig extrinsisch motiviert, während Teilnehmende bei kooperativen Projektformen häufiger intrinsisch motiviert sind. Dies konnte innerhalb dieser Studie nicht festgestellt werden, da die Gegebenheiten mit Schülerinnen im schulischen Kontext stattfanden und sich somit die Motivation grundsätzlich zu anderen CS Projekten unterscheidet, zum Beispiel durch den fehlenden Faktor der Freiwilligkeit. Es zeigten sich nur signifikante Unterschiede beim wahrgenommenen Druck zwischen den drei Gruppen. Hierbei nahmen aber sowohl die Kooperation als auch das Codesign den Druck stärker wahr, als die Kollaboration. Dies kann aber nicht auf die Typologie von Bonney, Ballard et al. (2009) zurückgeführt werden.

Phillips (2017) und Phillips et al. (2019) konnten keine Unterschiede bezüglich des Wissens, der Einstellungen und des Umweltverhaltens zwischen den drei Partizipationsformen feststellen. Dies deckt sich mit den Ergebnissen dieser Studie. Auch hier konnten keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen nach Bonney, Ballard et al. (2009) bezüglich des Wissenserwerbs und der Einstellungsänderungen aufgezeigt werden.

Lawrence (2006) hat die Annahmen, auf welche Bonney aufbaut, schon früh kritisiert. Bei der Übertragung der Leiter der Partizipation auf CS sieht sie das Dilemma zwischen den Zielen einer guten Datenqualität und einem hohem Bildungspotential wählen zu müssen. Diese binäre Darstellung kritisiert sie als falsche Dichotomie. Sie schlussfolgert, dass beide Ziele gleichzeitig erreicht werden können und unterscheidet zwischen einem internen und externen Wert von CS Projekten (siehe Abbildung 15, S. 51). Der interne Wert bezieht sich auf das Bildungspotential und der externe Wert vor allem auf das wissenschaftliche Potential. Innerhalb dieser Studie stand vor allem der interne Wert des CS Projekts im Fokus. Dazu wurde die Thematik an den Lehrplan angeknüpft und die Datenaufnahme wurde in den Unterricht eingebunden. Vergleichbar zu Lawrence (2006) Annahmen konnten keine Unterschiede zwischen den Partizipationsformen gefunden werden.

Del Bianco (2018), welche nur kooperative Projektformen untersuchte, stellte fest, dass vor allem die Beständigkeit der Teilnahme ein Faktor für eine erfolgreiche Weiterbildung der SL bei CS Projekten mit Schülerinnen ist. Sie vermutet, dass die Beständigkeit und Durchgängigkeit der Teilnahme wichtiger für den Lernerfolg ist, als die Partizipation am wissenschaftlichen Prozess und, dass das Bildungspotential von kooperativen Projekten von Bonney, Ballard et al. (2009) unterschätzt wird.

Diese vier Studien stellen alle das Modell von Bonney in Frage und vermuten, dass die Partizipation am wissenschaftlichen Prozess nicht der wichtigste Faktor für den Lernerfolg ist, sondern zum Beispiel die Motivation der Teilnehmenden oder die Beständigkeit der Teilnahme relevanter dafür ist. Hinsichtlich der hier erzielten Ergebnisse und dieser Vermutungen, wird folgende Annahme aufgestellt: Ballard, Dixon und Harris (2017) und Poppe et al. (2013) haben betont, dass Schülerinnen besonders die

Feldarbeiten Spaß machen und Phillips (2017) zeigte, dass die Teilnehmenden lieber einfache Aufgaben machen möchten und die schwierigeren Aufgaben lieber den professionellen Wissenschaftlerinnen überlassen. Dementsprechend kann vermutet werden, dass die Schülerinnen vor allem die Arbeiten im Feld geschätzt haben und als prägend wahrgenommen haben und die anderen Arbeiten ihnen weniger Freude gemacht haben, die Motivation geringer war und der Lernerfolg dementsprechend nicht eintrat, was die nicht vorhandenen Unterschiede zwischen den EG erklären kann.

Die einzigen statistisch signifikanten Unterschiede, die zwischen den EG festgestellt werden konnten, zeigten auf, dass die Schülerinnen der EG Kollaboration weniger Druck empfanden als die Schülerinnen der anderen EG und ihre Freude an den Naturwissenschaften während der Projektteilnahme zunahm und nicht wie bei den anderen Gruppen abnahm. Diese Befunde stehen konträr zu den Annahmen von Bonney und deuten an, dass andere Elemente wichtiger sind für den Bildungserfolg als die Partizipation am wissenschaftlichen Prozess. Die Kollaboration kann zum Beispiel der Mittelweg sein, der weder überfordert noch unterfordert und die Schülerinnen weniger Druck spüren und sich somit ihre Freude an den Naturwissenschaften steigern kann.

Die Ergebnisse zu den Einstellungen zu den Naturwissenschaften und NOS können auch mit Ergebnisse der Pisastudie von 2006 zu den Unterrichtsmustern im naturwissenschaftlichen Unterricht verglichen werden, welche Einfluss auf naturwissenschaftliche Kompetenzen und auf das Interesse an Naturwissenschaften von Schülerinnen haben (Prenzel, 2008). Hier wurden drei Unterrichtsmuster unterschieden: globale Aktivitäten (Typ 1), kognitiv fokussierte Aktivitäten (Typ 2) und traditioneller Unterricht (Typ 3). Schülerinnen, die an dem Unterrichtsmuster globale Aktivitäten teilhaben, führen häufig Tätigkeiten des Experimentierens und Forschens selbst aus. Dies trifft auf etwa 13 % der Schülerinnen in Deutschland zu. 55 % der Schülerinnen erfahren Unterricht nach dem Muster Typ 2 und sie haben seltener die Möglichkeit selbst forschend aktiv zu werden. Dafür liegt der Fokus auf dem selbstständigen Überlegen, zum Beispiel durch das Schlussfolgern nach Lehrerexperimenten, das Entwickeln eigener Ideen sowie das Übertragen von wissenschaftlichen Konzepten. Im traditionellen Unterricht haben die Schülerinnen weder die Gelegenheit selbst zu experimentieren noch liegt ein Fokus auf dem eigenständigen Nachdenken. Etwa 33 % der Schülerinnen erfahren einen solchen Unterricht. Schülerinnen, die einen naturwissenschaftlichen Unterricht nach Typ 1 oder 2 erhalten haben, zeigten ein höheres Interesse an den Naturwissenschaften, als Schülerinnen im traditionellen Unterricht. Die höchsten Kompetenzen zeigten Schülerinnen mit dem Unterrichtsmuster der kognitiv fokussierten Aktivitäten und die geringsten Kompetenzen zeigten Schülerinnen, welche Unterricht der globalen Aktivitäten hatten. Die Kompetenzen der Schülerinnen welche vornehmlich traditionellen Unterricht hatten, konnten dazwischen eingeordnet werden (Prenzel, 2008; Seidel et al., 2007). Werden die Muster mit dem CS Ansatz verglichen, kann das Codesign als eine Mischung aus Typ 1 und

Typ 2 verstanden werden, da hier sowohl forschende Arbeiten eigenständig geplant und durchgeführt werden als auch Schlussfolgerungen gezogen werden. Die Kollaboration und die Kooperation haben weniger bis kaum Bezug zu dem Muster der kognitiv fokussierten Aktivitäten und sind eher nur mit Typ 1 vergleichbar. Jedoch zeigte sich innerhalb dieser Studie nicht der positive Effekt dieses Ansatzes auf das Interesse an den Naturwissenschaften und es konnte auch kein Unterschied bezüglich des Fachwissens oder des Wissens über das Wesen der Naturwissenschaften festgestellt werden.

Innerhalb dieser Studie konnte die Frage **„Unter welchem Partizipationsansatz ist das Bildungspotential für die Schülerinnen am größten?“** nicht abschließend beantwortet werden. Der Bezug zur Literatur zeigt, dass es Indizien gibt, dass die Typologie nach Bonney, Ballard et al. (2009) die Auswirkungen der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess überschätzt. Es konnte definitiv gezeigt werden, dass alle Schülerinnen über alle EG hinweg, etwas gelernt haben und zum Teil auch ihre Umwelteinstellung veränderten. Diese Resultate sollen im nächsten Kapitel diskutiert werden.

#### 6.2.2 Citizen Science als generelle Lernquelle

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen zwar keine Unterschiede durch die Partizipationsansätze, jedoch konnte generell gezeigt werden, dass die Schülerinnen bei der Teilnahme an dem CS Projekt QueichNet etwas gelernt und zum Teil auch ihre Einstellung geändert haben. So konnte gezeigt werden, dass die Schülerinnen innerhalb des CS Projekts QueichNet sowohl ihr Fachwissen als auch das Wissen über NOS erweitern. Einstellungsveränderungen konnten nur selten festgestellt werden und wenn sind sie nur kurzfristig oder auch erwartungswidrig. Damit reiht sich diese Studie in die Ergebnisse vorangegangener Studien ein. Am häufigsten konnten im Rahmen von CS Projekten Wissenszuwächse festgestellt werden, seltener Einstellungsänderungen und am seltensten Verhaltensänderungen (siehe Kapitel 2.7). Im Folgenden werden die einzelnen Veränderungen bezüglich der SL, der Umweltbildung, des Fachwissens und der Motivation analysiert und diskutiert.

#### **Scientific Literacy und Citizen Science**

Ein Ziel von vielen CS Projekten ist die Förderung der SL (Aristeidou, 2016; Richter et al., 2018). Dazu gehört auch das Wissen über das **Wesen der Naturwissenschaften** (NOS) (Lederman, 2013). Innerhalb der Interventionsstudie zu QueichNet konnte ein Lernzuwachs zum Verständnis von NOS bei den Schülerinnen festgestellt werden. Die Schülerinnen verbessern sowohl kurzfristig als auch mittelfristig ihre Kenntnisse und können dementsprechend auch noch zwei bis drei Monate nach der Intervention ihr erlerntes Wissen wieder abrufen. Diese Ergebnisse bestätigen damit auch die Befunde von Cronje et al. (2011), Price und Lee (2013) sowie Krach et al. (2019) zur Förderung des Wissens über NOS.

Werden die einzelnen Dimensionen von NOS, Sicherheit, Herkunft, Entwicklung, Rechtfertigung, Einfachheit, Zweck, Kreativität (Kremer, 2010), betrachtet, zeigen sich Unterschiede. Das Verständnis über die Herkunft des Wissens, über die Sicherheit des Wissens, über die Einfachheit und über die Kreativität des Wissens werden gefördert. Durch die Teilnahme an dem CS Projekt, wurde das Verständnis über die Herkunft des Wissens gefördert, da die Schülerinnen durch die aktive Teilnahme lernen können, dass jeder zur Wissenschaft beitragen kann. Auch das naturwissenschaftliche Wissen nicht unnötig komplex sein muss, sondern sich durch Einfachheit auszeichnet, wurde durch die Teilnahme bei den Schülerinnen unterstützt. Ebenso verbesserte sich das Verständnis der Schülerinnen über die Kreativität des Wissens. Keine Veränderung gezeigt haben hingegen das Verständnis über die Entwicklung, die Rechtfertigung und den Zweck des naturwissenschaftlichen Wissens. Dies kann mit den Gegebenheiten des spezifischen CS Projekts begründet werden. Bei QueichNet handelte es sich um ein Monitoringprojekt und dementsprechend führten die Schülerinnen keine klassischen Experimente durch. Die Dimensionen Rechtfertigung und Zweck des naturwissenschaftlichen Wissens beziehen sich aber vor allem auf Wissen, welches während des klassischen Experimentierens gefördert werden kann (Kremer & Mayer, 2013). Des Weiteren wächst auch das Verständnis über die Entwicklung von naturwissenschaftlichem Wissen nicht an, befindet sich jedoch bereits im Vortest schon auf einem hohen Niveau ( $M_{\text{Vortest}} = 4,09$ ). Zudem wurde diese Dimension auch nur wenig innerhalb des Monitoringprojekts thematisiert.

Bei der Betrachtung der Schulart und der Klassenstufe zeigen sich nur mittelfristige Einflüsse von Schulart und Klassenstufe auf das Verständnis von NOS der Schülerinnen. Jedoch haben die zwölften Klassen ein generell ausgereifteres Verständnis von NOS als die jüngeren Schülerinnen. Dies bestätigt auch die Studie von Kremer und Mayer (2013). Der Unterschied zwischen den Schulformen wird durch die Klassenstufen bedingt, da alle Schülerinnen der zwölften Stufen auch dem Gymnasium angehören.

Zur Förderung der SL gehört auch die Betrachtung der **Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften** (Pekrun, 2006). In CS Projekten wird die Einstellungsveränderung nicht in jeder Studie bestätigt (unter anderem Brossard et al., 2005; Crall et al., 2013) und es ist somit fraglich, ob es dieses Potenzial in jedem Projekt gibt. Innerhalb von QueichNet verändern sich keine Einstellungen in eine positivere Richtung gegenüber den Naturwissenschaften, sondern zwei der Skalen zeigen eine negative Veränderung, allerdings mit kleiner Effekt- und Teststärke, so dass die Ergebnisse nicht eindeutig interpretiert werden können. In der CS Literatur wurde dieser Effekt bisher noch nicht berichtet. Allerdings zeigen die beiden Einstellungsskalen, welche durch die Intervention absinken im Vergleich zu den Ergebnissen der Pisastudie generell hohe Einstellungswerte. In Tabelle 47 sind die Ergebnisse dieser Studie mit den Ergebnissen der Pisastudie gegenübergestellt. Die Schülerinnen innerhalb dieser Studie haben mehr Freude und Interesse an den Naturwissenschaften als die 15-jährigen 2006 und sie sprechen den Naturwissenschaften einen erheblich höheren Wert bei als die

Schülerinnen 2006. Jedoch nehmen bei beiden Skalen die Einstellungen der Schülerinnen nach der Intervention ab. Die zukunftsorientierte naturwissenschafts-bezogene Motivation jedoch ist mit  $M = 2,13$  wiederum deutlich geringer (Frey et al., 2009). Diese hat aber keinen abnehmenden Verlauf, sondern stagniert auf dem niedrigen Niveau.

Tabelle 47: Die Mittelwerte dieser Studie im Vergleich zu den Ergebnissen der Pisastudie von 2006 (MZP - Messzeitpunkt)

	MZP	Gesamte Stichprobe		Ergebnisse von PISA 2006 (Frey et al., 2009)	
		M	SD	M	SD
<b>Freude und Interesse an Naturwissenschaften</b>	1	2,92	0,65	2,45	0,80
	2	2,85	0,75		
	3	2,81	0,81		
<b>Genereller Wert der Naturwissenschaften</b>	1	3,14	0,43	1,91	0,54
	2	3,04	0,51		
	3	3,05	0,48		
<b>Zukunftsorientierte naturwissenschafts-bezogene Motivation</b>	1	2,13	0,88	3,04	0,84
	2	2,16	0,87		
	3	2,16	0,90		

Insgesamt wurde innerhalb dieser Studie gezeigt, dass eine Förderung der SL besonders in Bezug auf den Wissenserwerb möglich ist und dies wird auch von weiteren Studien unterstützt, wie zum Beispiel von Cronje et al. (2011), Krach et al. (2019) oder Price und Lee (2013). Eine Verbesserung der Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften ist im Rahmen von QueichNet jedoch nicht nachweisbar. Hierfür müssten vermutlich explizitere einstellungsbezogene und reflektierende Aufgaben in dem Projekt mit den Schülerinnen umgesetzt werden.

### Umweltbildung und Citizen Science

Neben der Förderung der SL kann in ökologischen CS Projekten auch die Umweltkompetenz der Teilnehmenden gefördert werden (Wals et al., 2014). Hierzu gehören unter anderem die Umwelteinstellung und das Umweltverhalten (Hoppe et al., 2019). In Studien über CS Projekte und deren Potential zur Förderung der Umweltbildung zeigen sich aber keine einheitlichen Ergebnisse dazu (siehe Kapitel 2.7). Die Ergebnisse dieser Studie hinsichtlich der **Umwelteinstellung** der Teilnehmenden zeigen kaum Veränderungen. Einzig die Naturnutzungseinstellung sinkt kurzfristig leicht. Auch Borchers et al. (2014) kann in ihrem Umweltbildungsprojekt, eine Natur-AG für Schülerinnen der Klasse 5 und 6, nur eine Veränderung der Utilisation zeigen. Die Naturschutzeinstellung der Schülerinnen zeigt keine Veränderungen nach der Intervention. Olivia Dieser (2015) konnte innerhalb ihres Umweltbildungsprojekts „Natur, Natur sein lassen“ im

Nationalpark Bayerischer Wald auch keine Einstellungsveränderungen feststellen und begründet dies mit dem starken Fokus auf das Faktenwissen innerhalb des Projekts. Bei QueichNet lag der Bezug auf den Messungen der Gewässergüte der Queich und somit auch nicht auf einem einstellungsrelevanten Thema. Außerdem zeigten die Messergebnisse der Schülerinnen kaum kritische Werte zur Gewässergüte, sondern konnten überwiegend in den guten bzw. zufriedenstellenden Bereich eingeordnet werden, sodass die Problembasierung nicht in den Vordergrund trat. Nach Stern et al. (2013) ist dies aber ein wichtiger Bestandteil von erfolgreichen Umweltbildungsaktionen. Da es sich bei Umwelteinstellungen um sehr stabile Konstrukte handelt (Ajzen, 2001), hat die Intervention die Einstellungen der Schülerinnen vermutlich nicht stark genug angesprochen, um diese langfristig zu ändern. Auch bei Brossard et al. (2005) und Crall et al. (2013) konnten keine Änderungen der Umwelteinstellungen bei CS Projekten festgestellt werden.

In Tabelle 48 sind die Mittelwerte dieser Studie im Vergleich zu weiteren Studien, welche das selbe Messinstrument nutzten, dargestellt. Im Vergleich zur Studie von Liefländer und Bogner (2016), welche ein Umweltbildungsprojekt mit Schülerinnen der 4. Klassen zu dem Thema „Water is Life“ durchgeführt haben, zeigt sich eine geringere Naturnutzungseinstellung und parallel auch eine geringere Naturschutzeinstellung. Die unterschiedlichen Wirkungen der beiden Programme können zum Beispiel mit den unterschiedlichen Altersstrukturen der Studien erklärt werden. Die Einstellungen jüngerer Schülerinnen sind zumeist noch einfacher zu verändern (Liefländer, 2012; Liefländer et al., 2015). Innerhalb dieser Studie zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Dies ist auch bei Dieser (2015) der Fall, jedoch nicht bei Schumm und Bogner (2016).

Tabelle 48: Vergleich der Ergebnisse zur Umwelteinstellung mit anderen Studienergebnissen unterteilt nach Messzeitpunkten (MZP) und nach Geschlecht

	MZP	diese Studie		Liefländer und Bogner (2016)		Geschlecht	diese Studie		Schumm und Bogner (2016)	
		M	SD	M	SD		M	SD	M	SD
<b>Utilisation</b>	1	1,81	0,58	2,44	0,60	Weiblich	1,70	0,55	1,99	0,57
	2	1,74	0,56	2,18	0,64	Männlich	1,87	0,64	2,32	0,61
	3	1,77	0,64	2,30	0,63					
<b>Präservation</b>	1	3,24	0,58	4,30	0,47	Weiblich	3,27	0,60	3,58	0,67
	2	3,21	0,65	4,47	0,41	Männlich	3,17	0,63	3,22	0,72
	3	3,22	0,61	4,45	0,44					

In dieser Studie wurde als Teil der Umweltkompetenz auch das selbstberichtete **Umweltverhalten** erhoben. Es zeigt sich keine kurzfristige Veränderung des Verhaltens direkt im Anschluss an die Projektteilnahme, dafür aber eine mittelfristige Veränderung des Verhaltens der Schülerinnen nach zwei bis drei Monaten. Ist diese Veränderung dementsprechend noch auf das CS Projekt zurückzuführen? Bissinger und Bogner (2018) haben darauf verzichtet das Umweltverhalten direkt



nach der Intervention zu erheben, sondern nur sechs bis acht Wochen später, sodass Effekte der sozialen Erwünschtheit begrenzt werden. Folglich kann angenommen werden, dass die Teilnahme an einem CS Projekt auch zeitverzögernd auf das Verhalten wirkt. Die meisten Studien, die im Bereich CS forschen, zeigen auch eine Verbesserung des Umweltverhaltens der Teilnehmenden, jedoch ist es bei den meisten Studien nicht das generelle Verhalten, welches untersucht wird, sondern das spezielle Verhalten, welches explizit im CS Projekt thematisiert wurde, zum Beispiel das Verhalten gegenüber invasiven Pflanzenarten (Crall et al., 2013; Jordan et al., 2011). Das hier verwendete Messinstrument besteht ursprünglich aus mehreren Subskalen, die aber nur beim indirekten Umweltverhalten einzeln betrachtet werden konnten, da bei den anderen Subskalen die Reliabilität nicht ausreichend war. Bei der Entwicklung des Instruments zeigten die Subskalen gute Reliabilitätswerte (Oerke, 2007), die in dieser Studie für die meisten Subskalen nicht wiederholt werden konnten. Beim indirekten Umweltverhalten zeigte sich eine leichte Verbesserung nach der Intervention, die sich zum Behaltenstest nochmals leicht erhöhte. Die Veränderung ist aber schwächer als bei der Betrachtung des generellen Umweltverhaltens. Bei der Veränderung des selbstberichteten Umweltverhaltens der Schülerinnen zeigten sich Einflüsse der Klasse und der Schulart. Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass sich das generelle Umweltverhalten mittelfristig bei allen Schülerinnen verbessert und das indirekte Umweltverhalten sich sowohl kurz- als auch mittelfristig positiver wird. Damit zeigen sich vergleichbare Ergebnisse wie bei CS Projekten von Cosquer et al. (2012), Crall et al. (2013), Jordan et al. (2011) oder Krach et al. (2019).

### **Fachwissen und Citizen Science**

Das dritte Potential, welches durch CS Projekte gefördert werden kann, ist das jeweilige Fachwissen. Hier haben die meisten Studien gezeigt, dass eine Förderung möglich ist (siehe Kapitel 2.7). Auch in dieser Studie wurde bestätigt, dass die Schülerinnen ihr Fachwissen ausbauen und sie das Wissen nach zwei bis drei Monaten noch sehr gut abrufen können. Auch Sellmann und Bogner (2013) und Dieser (2015) haben in ihren Umweltbildungsmaßnahmen gezeigt, dass der Wissenszuwachs nicht nur kurzfristig, sondern auch mittelfristig möglich ist. Dies kann unter anderem auf die erhöhte Motivation durch die Projektarbeit begründet werden oder aber durch die Relevanz der Arbeit für die Wissenschaftlerinnen (Koomen et al., 2018; Krach et al., 2019).

### **Motivation und Citizen Science**

Auch die Untersuchung der Motivation der Schülerinnen zeigte fast keine Einflüsse der EG. Es konnten aber generelle Tendenzen festgestellt werden. So kann die Betrachtung der Motivation der

Schülerinnen die Einstellungsänderungen besser aufklären. Es zeigt sich, dass die höher motivierten Schülerinnen eine positivere Einstellung zu den Naturwissenschaften und zum Naturschutz entwickelten, als die geringer motivierten Schülerinnen, bei denen die Einstellung zum Teil sogar absank (siehe Kapitel 5.6). Phillips (2017) und Phillips et al. (2019) haben auch festgestellt, dass die Motivation ein Kernelement des Engagements bei CS Projekten ist und alle Dimensionen von den Tätigkeiten, Einstellungen, Kognition bis zum Sozialen beeinflusst, wie in Abbildung 12 dargestellt ist (siehe S. 40). In dieser Studie hat die Motivation einen starken Einfluss auf den Wissenserwerb und die Einstellungsänderungen. Dies kann als ein unterstützender Indikator für die Dimensionen des Engagements (Phillips et al., 2019) gesehen werden. Keinen Einfluss hat die Motivation hingegen auf das Umweltverhalten. Hier sind die Ergebnisse nicht stimmig mit Phillips (2017). Eine weitere Erklärung für die zentrale Rolle der Motivation findet sich in den vorgestellten Bildungstheorien in Kapitel 2.3. So betont Leontyev in der Tätigkeitstheorie, die Motivation der Lernenden als wichtigen Faktor für die Bildungspotentiale einer Aktivität. Durch die unterschiedliche Motivation der Lernenden können unterschiedliche Reaktionen oder Ergebnisse hervorgerufen werden (Hemmecke, 2012), wie in dieser Studie die Ergebnisse, vor allem bei der Einstellungsänderung bezüglich den Naturwissenschaften, bestätigen.

Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass eine Wissenszunahme bei den Schülerinnen durch die Teilnahme an einem CS Projekt häufig und einfacher festgestellt werden kann, als eine Einstellungsänderung oder Verhaltensänderung (Turrini et al., 2018). Einstellungs- und Verhaltensveränderungen werden seltener in der Literatur festgestellt und seltener erhoben als Wissenszunahmen, sind aber auch schwieriger zu verändern, da die Konstrukte stabiler sind (Ardoin et al., 2018; Bela et al., 2016; Turrini et al., 2018). Innerhalb dieser Studie wurden deshalb alle Konstrukte erhoben und es konnte Wissenszuwächse im Bereich NOS und Fachwissen beobachtet werden. Erwartete Einstellungsänderungen konnten nur kurzfristig bei der Naturnutzungseinstellung nachgewiesen werden und das Umweltverhalten zeigt eine mittelfristige Verbesserung. Zudem zeigt die Motivation starken Einfluss auf die Einstellungsveränderungen und die Wissenszuwächse.

### 6.3 METHODISCHE DISKUSSION UND LIMITATIONEN DIESER STUDIE

Die Studie zeigt einige methodische und inhaltliche Limitationen auf. Diese sind vor allem auf die Tatsache zurückzuführen, dass es sich um eine quasi-experimentelle Studie im Feld handelte und dadurch Störvariablen unvermeidbar waren. Da die Studie in den Unterricht der Schülerinnen eingebunden war, fand sie in der alltäglichen Welt der Schülerinnen statt. Die ökologische Validität der Studie ist dadurch als hoch einzustufen. Jedoch ist dieses Setting nicht optimal für die interne und

externe Validität der Studie. Döring und Bortz (2016, S. 103) fassen neun Bedrohungen der internen Validität zusammen: unklare zeitliche Abfolge, Selektionseffekte, externe zeitliche Einflüsse, Reifungsprozesse, statistische Regressionseffekte, experimentelle Mortalität, Testübung, mangelnde instrumentelle Reliabilität, Kombination der genannten Bedrohungen der internen Validität. Diese werden im Folgenden in Bezug zu dieser Studie analysiert.

Insgesamt nahmen 199 Schülerinnen an der Intervention teil. Es haben aber nicht alle Schülerinnen an jedem Messzeitpunkt teilgenommen. Die **experimentelle Mortalität** mit fast 25 % der Schülerinnen war hoch und die Varianzanalyse wurde deswegen nur mit 150-155 Schülerinnen gerechnet. Damit wurde die zuvor von G\*Power berechnete Stichprobengröße von etwa 200 Schülerinnen nicht erreicht. Dies zeigt sich auch an den geringen Teststärken bei der Hypothesenprüfung.

Die Zuteilung der Schülerinnen auf die EG konnte nicht randomisiert werden, sondern erfolgte Klassenweise. Die Verteilung der Schülerinnen auf die EG ohne Betrachtung der Mortalität zeigt gleichmäßig große Gruppen. Durch die Mortalität verschieben sich die Größen jedoch: Die EG 3, das Kodesign, ist mit gut 40 Schülerinnen die kleinste Gruppe und umfasst etwa 20 Schülerinnen weniger als die EG 2, die Kollaboration. Die EG 1, die Kooperation, liegt mit gut 50 Schülerinnen zwischen den anderen beiden Gruppen. Diese ungleiche Verteilung kann Verzerrungen bei der statistischen Analyse unterstützen (Döring & Bortz, 2016).

Die Akquise der Schulklassen stellte sich zum Teil als problematisch dar. Es wurden vor allem Wahlpflichtkurse mit nur geringen Schülerzahlen erreicht, weshalb eine Erweiterung der Stichprobe auf die Stufen elf und zwölf beschlossen wurde. Hierdurch hat sich aber auch die Altersspanne der untersuchten Schülerinnen verbreitert. Die Ergebnisse wurden dementsprechend untersucht und es zeigten sich zum Teil unterschiedliche Anfangsbedingungen der Schülerinnen zum Beispiel beim Fachwissen. Hier zeigen die zwölften Klassen ein stärkeres Verständnis als die jüngeren Klassen. Das breite Altersspektrum betrifft die **Selektionseffekte** und damit die Zusammensetzung der EG und ist eine weitere Bedrohung der internen Validität.

Die Forschungsfragen dieser Arbeit konzentrieren sich auf die Unterschiede zwischen den EG. Aus diesem Grund wurde auf eine Kontrollgruppe, die keine Intervention erfährt, verzichtet. Allerdings zeigen die Ergebnisse zum Umwelthandeln Effekte zum Behaltenstest, aber nicht zum Posttest. Hier wäre es interessant zu wissen, ob individuelle **Reifungsprozesse** für diese Veränderung eine Begründung geben könnte oder ob die Intervention zeitlich versetzt Wirkung gezeigt hat, wie unter anderem Bissinger und Bogner (2018) annehmen.

Die **Intervention** beinhaltete zur Förderung von NOS eine Mischung aus expliziter und impliziter Ansätze. Die explizite Förderung bestand hierbei aus dem Modul „Einführung in das wissenschaftliche

Arbeiten“ und war bei allen EG identisch. Die implizite Förderung bestand aus den Tätigkeiten im Projektverlauf und der Reflexion dieser. Da die Ergebnisse keine Unterschiede bei der Förderung von dem Wissen über NOS zeigen, kann dies entweder mit der Kritik an dem Modell von Bonney, Ballard et al. (2009) begründet werden oder aber mit Verweis auf die Wichtigkeit expliziter Förderung kann die Intervention kritisiert werden (unter anderem Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman et al., 2013): Die explizite Förderung kann die Schülerinnen stärker beeinflusst haben als die implizite Förderung, so dass die EG keinen messbaren Effekt auf die Lernzuwächse von NOS hatten.

Die Intervention wurde bis auf die Einführung in die Messmethodik von den jeweiligen Lehrkräften geleitet. Im Modulhandbuch hatten die Lehrkräfte die Möglichkeit Änderungen des Plans zu dokumentieren. Hierbei wurde jedoch nur eine geringe Anzahl an Klassenbüchern zurückgegeben. Diese beinhalteten kaum Änderungen, so dass davon ausgegangen wurde, dass alle Lehrkräfte demselben Unterrichtsplan gefolgt sind. Zusätzlich bestätigten dies auch alle Lehrkräfte mündlich. Jedoch wurde dies nicht durch Beobachtungen, etc. geprüft und die verschiedenen Lehrstile wurden auch nicht weiter betrachtet. Durch diese Abhängigkeit von den Lehrkräften wird die **externe Validität** herabgesetzt.

Um die **Reliabilität der Messinstrumente** zu gewährleisten, wurde innerhalb dieser Studien vor allem auf schon mehrfach erfolgreich genutzte Messinstrumente zurückgegriffen. Einzig der Fachwissenstest, welcher als einziger verändert wurde, zeigt einige Schwächen in der Reliabilität. Aus diesem Grund wurde er in dieser Studie nicht als psychometrisches Instrument betrachtet, sondern auf Grund seiner inhaltlichen Validität als Indikator für das Fachwissen genutzt. Ein weiterer Faktor bei Messinstrumenten kann die Sensitivität dieser sein. Brossard et al. (2005) und Cronje et al. (2011) kritisieren innerhalb ihrer Studien ein Messinstrument zur Erfassung der SL als zu ungenau und unpassend für die Auswirkungen von CS. Cronje et al. (2011) entwickelte daher ein anderes Messinstrument und konnte hierbei Lerneffekte der Teilnehmenden registrieren. Auch in dieser Studie wurden bereits entwickelte und getestete Instrumente eingesetzt, die allerdings nicht für den Kontext von CS entwickelt wurden, sondern für den generellen Einsatz mit Schülerinnen. Es konnten allgemeine Veränderungen festgestellt werden, allerdings keine zwischen den EG. Es könnte dementsprechend auch sein, dass die Messinstrumente nicht sensitiv genug sind, um Unterschiede zwischen den Gruppen zu detektieren, auch wenn es im Voraus keine Hinweise auf eine fehlende Sensitivität gab. Hier hätten Interviews sinnvoll eingesetzt werden können, sodass eine fehlende Sensibilität der Messinstrumente ausgeschlossen werden könnte.

Ergänzende Interviews hätten außerdem erfassen können, wie die Schülerinnen die einzelnen Phasen des wissenschaftlichen Arbeitens wahrgenommen haben. Phillips (2017) hat festgestellt, dass die Teilnehmenden meistens nur einfache Arbeiten, zum Beispiel die Datensammlung, machen möchten

und schwierige Arbeiten, wie das Aufstellen der Hypothesen oder die Auswertung, lieber den Wissenschaftlerinnen überlassen. Poppe et al. (2013) und Ballard, Dixon und Harris (2017) haben beide festgestellt, dass die Feldarbeiten für die Schülerinnen besonders motivierend sind. Interviews über die Wahrnehmung der einzelnen Phasen und die Motivation währenddessen hätten Aufschluss darüber geben können, ob die Schülerinnen vielleicht die Unterschiede zwischen den EG gar nicht wahrnehmen, da für sie die Datensammlung alles überlagert hat, welche die Feldarbeiten innerhalb dieser Studie darstellten (Ballard, Dixon & Harris, 2017; Poppe et al., 2013).

Zum Abschluss dieser Methodendiskussion kann zusammengefasst werden, dass bei einer Wiederholung dieser Studie begleitende Interviews mit Schülerinnen und Lehrkräften sinnvoll wären, um zu erfassen wie die Schülerinnen die Arbeit im CS Projekt überhaupt wahrnehmen, wie sich ihre Motivation verändert und welche Phasen für die Schülerinnen am wirksamsten sind. Hierbei können auch Lehrerinterviews sehr hilfreich sein. Dadurch hätte auch das Absinken der Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften aufgeklärt werden können. Außerdem sollte bei einer Wiederholung eine Stichprobengröße erreicht werden, mit welcher Aussagen über die Typologie von Bonney getroffen werden können.

#### 6.4 PRAKTISCHE IMPLIKATIONEN

Trotz der Einschränkungen der Ergebnisse dieser Studie können Schlussfolgerungen für die Praxis in CS getroffen werden. Die Typologie von Bonney konnte innerhalb dieser Studie weder abgelehnt noch bestätigt werden. Mit Blick auf die Ergebnisse anderer Studien kann allerdings vermutet werden, dass die Typologie von Bonney in Bezug auf das Bildungspotential unzureichende Annahmen trifft und andere Faktoren, wie die Dauer der Teilnahme oder die Motivation der Teilnehmenden, wichtiger für die Bildungserfolge der Teilnehmenden sind (vgl. mit Del Bianco, 2018; Phillips, 2017; Phillips et al., 2019). Sowohl für den informellen als auch den formalen Bildungsbereich ist die Aufbereitung der Tätigkeiten und dessen inhaltliche Gestaltung von bedeutender Wichtigkeit (Bracey, 2018; Pandya & Dibner, 2018). Im schulischen Kontext ist dies vor allem durch eine Einbindung in den Unterricht, eine Anbindung an den Lehrplan und durch eine gezielte Vor- und Nachbereitung möglich (Makuch & Aczel, 2018). Die wichtige Bedeutung der Vor- und Nachbereitung hat unter anderem Clausen (2015) bei der Einbindung von außerschulischen Aktivitäten gezeigt. Im informellen Bildungssektor können Organisatoren durch Flyer, Webseiten, Videos oder Podcasts ihre Teilnehmenden erreichen und ihnen auf diese Weise Information zukommen lassen.

Auch durch die Erfahrungen, welche im Rahmen der Projektdurchführung gewonnen wurden, lassen sich Rückschlüsse auf die Praxis von CS Projekten im schulischen Kontext ziehen. Zur Strukturierung

dieser Erfahrungen wird auf die neun Schritte der Entwicklung eines CS Projekts nach Bonney, Cooper et al. (2009, S. 979) zurückgegriffen:

1. Die Wahl der Forschungsfrage: Die Forschungsfrage sollte sich an der Umwelt der Schülerinnen orientieren und an den Bildungsplan anknüpfen. Innerhalb dieses Projekts zeigt sich, dass die Schülerinnen sehr wenig über die Queich wussten, was insbesondere im Einstieg in die Projektarbeit deutlich wurde. Jedoch zeigt sich vor allem bei den Untersuchungen vor Ort reges Interesse an dem Gewässer, welches auch über die eigentlichen Arbeitsaufträge hinausging.
2. Das Formen eines CS-Teams: Bonney, Cooper et al. (2009) betonen hierbei die Interdisziplinarität des Teams, welches aus Naturwissenschaftlerinnen, Didaktikerinnen, Technikerinnen und Evaluatorinnen bestehen sollte. Innerhalb dieses Projekts bestand das Team hauptsächlich aus Didaktikerinnen, die erhobenen Daten wurden an Fachwissenschaftlerinnen weitergegeben, welche aber nicht an der Planung und Umsetzung beteiligt waren. Der Einfluss der Fachwissenschaftlerinnen fehlte dadurch jedoch zum Teil innerhalb dieses Projekts. Für die Durchführung von weiteren CS Projekten an Schulen ist deshalb die Beteiligung von unterschiedlichen Expertinnen sehr wichtig.
3. Entwickeln, testen und verändern der Protokolle zur Datenaufnahme und der Bildungsmaterialien: Die Bildungsmaterialien und die Datenprotokolle wurden mehrfach im Voraus mit unterschiedlichen Altersstufen getestet. Dabei konnten Unklarheiten beseitigt werden und ein solches Testen hat sich als unerlässlich erwiesen. Des Weiteren war die Rückmeldung der Lehrkräfte, die an den Testungen teilnahmen, von großer Bedeutung, da sie aus der Praxis kommen. Für den Einsatz von CS in der Schule sollte deshalb immer ein Praxistest mit Schülerinnen und Lehrkräften stattfinden. Die Bildungsmaterialien für die Lehrkräfte und Schülerinnen sollten möglichst eindeutig dargestellt werden, aber auch genug Flexibilität für unterschiedliche Einsätze bieten, zum Beispiel durch eine Modularisierung. Dies hat sich an einigen Klassen gezeigt, die zwar an dem Projekt QueichNet teilgenommen haben, aber auf Grund von geringerer Unterrichtsstunden, die zur Verfügung standen, nicht an der Studie teilnehmen konnten. Hier bieten sich modularisierte Angebote für Lehrkräfte an, sodass sie entscheiden können wie breit und tief sie die Thematik mit ihren Schülerinnen behandeln möchten.

Für ein Projekt das zur Förderung der SL und NOS beitragen soll, ist es wichtig reflektierende Einheiten anzubieten, in denen das Verständnis über NOS explizit thematisiert wird. Findet ein solches Projekt im schulischen Kontext statt, ist es bedeutsam, dass das Projekt durch eine Vor- und Nachbereitung eingebunden ist, da dies elementar für den Behaltenseffekt ist. Auch bei informellen Projektformen sollten Materialien oder Videos angeboten werden, welche

eine Reflexion ermöglichen. Hierzu wäre eine Analyse der unterschiedlichen Angebote und deren Wirksamkeit von Interesse.

Für ein Projekt, das auch zur Umweltbildung beitragen soll, ist es wichtig eine Thematik mit Widersprüchen oder aktuellen Umweltproblematiken zu wählen. Innerhalb dieser Studie hat sich gezeigt, dass die Untersuchung der Gewässerqualität der Queich wenig kritische Ergebnisse aufzeigte, die zu Protest oder Besorgnis führen.

4. Rekrutierung der Teilnehmenden: Die Akquise der Schulklassen stellte sich als schwierig heraus. Von 18 weiterführenden Schulen im Einzugsbereich der Queich haben sechs Schulen an dem Projekt teilgenommen. Die meisten der Klassen und Kurse waren dabei Wahlpflichtkurse und von geringerer Größe als normale Klassen. Diese sind auf Grund ihrer Spezialisierung und den größeren Freiheiten ein guter Ansprechpartner. Die Schulleitungen und Lehrkräfte wurden entweder per Brief oder per Mail angeschrieben, wobei die Rückmeldungen auf die Briefe erfolgreicher waren. Weitere Lehrkräfte wurden über externe Fortbildungen erreicht oder von ihren Kollegen persönlich animiert teilzunehmen. Der persönliche Kontakt zu den Lehrkräften ist hierbei maßgeblich für die einzelnen und wiederholten Teilnahmen. Wiederholte Teilnahmen konnten vor allem in Form von Kooperationen und durch sehr motivierte Lehrkräfte erreicht werden. Mehrfach nahmen vor allem Lehrkräfte mit unterschiedlichen Klassen teil, die schon den Ansatz von CS kannten. Um dies zu fördern könnte es sinnvoll sein, Lehramtsstudierende schon im Studium mit CS Projekten vertraut zu machen.
5. Training der Teilnehmenden: Das Training der Teilnehmenden ist sehr wichtig im Kontext von CS. Innerhalb dieses Projekts wurde das Training innerhalb eines 90-120-minütigen Workshops umgesetzt, welcher in eine praktische und theoretische Phase aufgeteilt war. Der Vorteil, wenn der Workshop von Projektorganisatoren durchgeführt wird, ist, dass die Relevanz und die Genauigkeit der Arbeit für die Schülerinnen deutlicher werden.
6. Prüfen und Darstellen der Daten: Das Prüfen der Daten wurde durch stichprobenartige Beobachtungen während der Datenaufnahme der Schulklassen durchgeführt. Hierbei ist ein wichtiger Faktor, dass genug eingearbeitete Mitarbeiterinnen, die diese Beobachtungen durchführen können, verfügbar sind.
7. Analyse und Interpretieren der Daten: Innerhalb dieses Projekts wurden die Daten an Fachwissenschaftlerinnen des kooperierenden Instituts weitergeleitet.
8. Präsentieren der Ergebnisse: Die erhobenen Daten zur Gewässergüte wurden über „Google Drive“ und die Funktion der „Fusion Tables“ mit allen Schulklassen und Lehrkräften geteilt. Diese Funktion wurde mittlerweile von Google eingestellt und kann nicht mehr genutzt

werden. Eine gesammelte Darstellung der Ergebnisse ist für die Teilung der Daten aber unerlässlich und es sollten andere Open Source Produkte genutzt werden.

9. Evaluation des Projekts: Die Ergebnisse der Evaluation dieses Projekts sind in dieser Dissertation zusammengefasst. Weitere Evaluationen sind definitiv wichtig und können durch unterschiedliche Formen realisiert werden. Im schulischen Kontext bietet sich häufig die Methodik der Interventionsstudie an, da eine größere Anzahl an Teilnehmenden gleichzeitig startet und aufhört mit der Projektarbeit. Aber auch Interviews oder einmalige Befragungen können Aufschluss über die Wirksamkeit des Projekts geben.

Bei der Teilnahme von Schulklassen profitiert sowohl die Wissenschaft (Ringel et al., 2014) als auch die teilnehmenden Schülerinnen, wie in dieser Studie gezeigt werden konnte. Für die Organisatoren von CS Projekten bieten formale Bildungseinrichtungen außerdem die Möglichkeit die Teilnehmerschaft zu diversifizieren und ein breiteres Publikum für die freiwillige Arbeit zu gewinnen. Innerhalb dieser Studie konnten sowohl integrierte Realschulen, Gymnasien als auch Privatschulen für die Projektarbeit begeistert werden und es haben sich viele Schülerinnen beteiligt, die zuvor keinen Kontakt zu Universitäten oder den Naturwissenschaften hatten.

## 6.5 WISSENSCHAFTLICHE IMPLIKATIONEN

CS erfährt derzeit bei verschiedenen Organisationen wie zum Beispiel dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen, bei Forschenden und auf staatlicher Seite, zum Beispiel bei der Europäischen Union und seinen Mitgliedsstaaten, vermehrt Aufmerksamkeit (Hecker et al., 2018; Hecker et al., 2019). Dies liegt vor allem an den erhofften strukturellen, sozialen, wissenschaftlichen und politischen Potenzialen von CS (siehe Abbildung 2, S. 10). Jedoch liegt der Fokus vor allem auf der Forschung mit CS als Instrument. Die Forschung über CS steht bislang noch am Anfang. Vor allem im Bereich der experimentellen und quasi-experimentellen Studien zeigt sich eine große Forschungslücke (Kountoupes & Oberhauser, 2008; Phillips, 2017; Vallabh, 2017; Vitone et al., 2016). Diese Studie hat einen ersten Schritt unternommen diese Forschungslücke zu schließen.

Über diese Studie hinausgehend stellt sich weiterhin die Frage ob die Annahmen von Bonney, Ballard et al. (2009) über die Typologie auf Basis der Partizipation in der Empirie nachweisbar ist. Zwar zeigen die Studien von Phillips (2017) und Phillips et al. (2019) erste Widersprüche auf, trotzdem sollten weitere experimentelle Studie zu CS Projekte und deren Auswirkungen stattfinden. Es können dabei sowohl das Modell nach Bonney als auch die anderen Modelle, welche auf der Leiter der Partizipation aufbauen, zum Beispiel von Shirk et al. (2012), Jordan et al. (2015) oder Burger (2016) getestet werden. Darüber hinaus sollten weiterführende Annahmen getestet werden. So vermutet Del Bianco (2018)



vor allem, dass die Intensität und Dauer einer Teilnahme den Bildungserfolg beeinflussen und Phillips (2017) stellt die Motivation der Probanden in den Fokus. Aus diesem Grund ist es weiterhin wichtig sowohl Studien im formellen Bereich als auch im informellen Bereich durchzuführen, da diese sich vor allem in dem Kernelement Motivation unterscheiden.

Neben den Modellen, die CS Projekte nach der Partizipation einteilen, gibt es noch weitere Möglichkeiten CS Projekte zu kategorisieren. Diese sollten als Alternative zu Bonneys Typologie untersucht werden. Wiggins und Crowston (2011) unterscheiden fünf Typen von CS Projekten: *Action*, *Conservation*, *Investigation*, *Virtual* und *Education*. Die Typologisierung ist auf Grundlage einer Untersuchung aktueller Projekte, deren Ziele und deren Wirksamkeit entwickelt worden. Projekte, die dem Typ *Action* zugeordnet werden, sind zumeist Bottom-up Projekte und haben zum Ziel lokale Probleme durch CS Projekte empirisch nachzuweisen und so Änderungen zu erwirken. Dabei sind Wissenschaftlerinnen meist nur beratend an der Seite der Freiwilligen, die das Projekt selbst initiiert haben. Projekte, die dem Typ *Conservation* zugeordnet werden, haben zum Ziel die Verwaltung und das Management von Umweltschutz zu unterstützen. Häufig haben sie bildungsbezogene Ziele. Die Aufgabe der Teilnehmenden ist bei diesen Projekten das Sammeln der Daten. Der Typ *Investigation* hat das Ziel wissenschaftliche Fragestellungen zu beantworten. Dabei tragen die Teilnehmenden mit Daten zur Beantwortung dieser Forschungsfrage bei. Ein sekundäres und weniger häufiges Ziel dieser Projekte ist die Bildung der Teilnehmenden, welches durch das zur Verfügung stellen von Bildungsmaterialien adressiert wird. Projekte dieser Art können eine Vielzahl an Teilnehmenden erreichen und Datenmengen aus verschiedenen Ländern generieren. Die fünfte Kategorie bilden virtuelle CS Projekte, die die gleichen Ziele wie der Typ *Investigation* haben. Jedoch unterscheiden sie sich stark in den Arten der Aufgaben und es werden sehr selten Bildungsmaterialien zu den Projekten angeboten. Der letzte Typ *Education* umfasst die Projekte, die als Hauptziel die Bildung der Teilnehmenden haben. Dabei können informelle und formale Lernmaterialien, welche an die Curricula der Schule angepasst sind, unterschieden werden. Diese Projekte haben einen Top-down Ansatz, haben Partner aus der Wissenschaft und sind meistens nur für kürzere Zeiträume angelegt. Hier wird die Qualität der Daten im Vergleich zu den anderen Typen oftmals in Frage gestellt. Bei dieser Einteilung kann generell untersucht werden, wie das Bildungspotential in den einzelnen Projektarten ist und wie es sich zwischen den einzelnen Kategorien unterscheidet. Hierbei sollten die Art *Education*, *Conservation* und *Investigation* positiv auffallen, da hier als ein Ziel auch die Bildung definiert wird. Weitergehend kann untersucht werden, in wie fern sich die Bildungspotentiale in den Kategorien *Education*, *Conservation* und *Investigation* vergrößern lassen.

Aufbauend auf der Einteilung nach Wiggins und Crowston (2011) hat Dunkley (2017) umweltbezogene CS Projekte in sechs Typen kategorisiert:

- Projekte, die an Schulen oder Universitäten stattfinden, zum Beispiel das Projekt „*Seeds in Space*“, welches von der Royalen Gartengesellschaft Großbritanniens für Schulen organisiert wird.
- Projekte, die an Natursehenswürdigkeiten, wie Nationalparks oder auch Museen, angebunden sind, zum Beispiel das Projekt „*BioBlitz*“ der Nationalparke in den USA.
- Projekte, die von Naturschutzorganisationen betrieben werden, wie der Naturkalender.
- Projekte, die von Nichtregierungsorganisationen (NGO) organisiert werden, wie die Projekte von *Earthwatch*.
- Projekte, die von lokalen Gemeinschaften, Gemeinden oder anderen Institutionen durchgeführt werden, zum Beispiel das Projekt „*Citizen Crane*“, welches die Verschmutzung von Gewässern rund um London untersucht.
- Projekte, die von Universitäten initiiert sind. Ein Beispiel ist das Projekt „*Splatter*“ in dem Freiwillige auf Straßen getötete Tiere melden können. Dabei wird der Einfluss des Verkehrs auf die Biodiversität untersucht.

Diese Einteilung nutzt den organisatorischen Hintergrund als Kriterium für die Zugehörigkeit. Dabei können Projekte gleichzeitig in mehrere dieser Kategorien zugeordnet werden. Die Kategorien sind deshalb nicht eindeutig voneinander trennbar (Dunkley, 2017). Im Rahmen dieser Einteilung können auch die Unterschiede bezüglich des Bildungspotentials näher untersucht werden. Hierbei können vergleichende Studien implementiert werden, die vor allem die Auswirkungen des organisatorischen Settings auf die Bildungspotentiale untersucht.

Von Strasser et al. (2019) wiederum wurde eine Typologie entwickelt, die auf Basis der erkenntnistheoretischen Praktiken aufbaut. Dabei werden keinerlei Hierarchien zwischen den Typen angenommen. Die Typologie dient der Analyse des Projekts und nicht der Bewertung und es handelt sich um eine idealtypische Darstellung. Die Typologie wird in fünf Gruppierungen gefasst: *Sensing*, *Computing*, *Analyzing*, *Self-reporting* und *Making*. Unter *sensing* wird das Erfassen von Daten verstanden, zum Beispiel über Smartphones und Apps. *Computing* bezeichnet das Bereitstellen von Rechnerleistung. In *Analyzing* werden unter anderem Bilder oder Texte analysiert, wie zum Beispiel im Projekt „*Penguin Watch*“, indem Aufnahmen von Kameras aus der Antarktis von Freiwilligen ausgewertet werden. *Self-reporting* bezeichnet das Berichten von eigenen Informationen und der Möglichkeit diese mit den Berichten von anderen zu vergleichen. Hierbei handelt es sich häufig um biomedizinische Projekte. Unter *making* wiederum wird verstanden, dass Freiwillige zusammen aktiv werden in dem sie Arbeiten in Zusammenarbeit mit Laboren entwickeln. Diese Typologie kann ebenfalls hinsichtlich ihrer Bildungspotentiale untersucht werden. Als Kriterium wird hierbei die Tätigkeit angewendet. CS Projekte könnten also dahingehend untersucht werden, welche Tätigkeiten überwiegen und welches Bildungspotential sich für die Teilnehmenden ergibt. Auf Grundlage von

Phillips (2017), die festgestellt hat, dass Teilnehmende gerne Daten sammeln und ungerne weiterführende Aufgaben übernehmen, sollte bei dieser Typologie auch die Motivation der Teilnehmende empirisch untersucht werden.

Alle diese differenzierten Einteilungen bauen im Gegensatz zu den Annahmen von Bonney, Ballard et al. (2009) nicht auf der Leiter der Partizipation auf und stellen keine Vermutungen bezüglich der zu erwarteten Datenqualität oder des Bildungserfolgs auf. Projekte, die vor allem Bildung als Ziel haben, werden in den meisten Typologien direkt in eine eigene Kategorie sortiert. Dadurch erfolgt oftmals eine Trennung dieser beiden unterschiedlichen Zielperspektiven.

Del Bianco (2018) wiederum bezieht sich in ihrer Studie zur Untersuchung von Bildungspotentialen in CS Projekten auf das Modell der Partizipation von Bohnert et al. (2010). Dieser nimmt die Partizipation von Jugendlichen an organisierten Tätigkeiten in den Fokus. Das Modell ist in Abbildung 38 dargestellt und wurde von Del Bianco (2018) im Kontext von CS eingesetzt. Das Modell teilt sich in vier Abschnitte. Die Prädiktoren der Partizipation sind unter anderem die Freunde und die Schule, welche die Partizipation und die Programmcharakteristika beeinflussen. Die Programmcharakteristika werden zum Beispiel durch die Beziehungen zu Erwachsenen oder durch die Arten der Aktivitäten beschrieben. Die Partizipation wird durch die Intensität, die Tiefe und die Dauer der Teilnahme charakterisiert und zeigt sich in der Verhaltensbereitschaft oder dem emotionalen oder kognitiven Engagement der teilnehmenden Jugendlichen. Aus der Partizipation und dem Programmcharakter ergeben sich akademische, psychologische, soziale und verhaltensbezogene Outcomes für die Jugendlichen (Bohnert et al., 2010). Del Bianco (2018) hat unter anderem in ihrer Studie festgestellt, dass Schülerinnen die intensiver und länger an einem CS Projekt teilgenommen haben, auch einen höheren Lernerfolg hatten. Anhand dieses Modells und dieser Studie lassen sich weitere Forschungsfragen für CS Projekte ableiten: In wie fern sind die Programmcharakteristika auf CS Projekte übertragbar und wie wirken sie sich auf die Bildungspotentiale der Teilnehmenden aus? Welche Prädiktoren oder Charakteristika verbessern die Intensität, den Umfang und die Dauer der Teilnahme und dadurch auch die Bildungspotentiale?

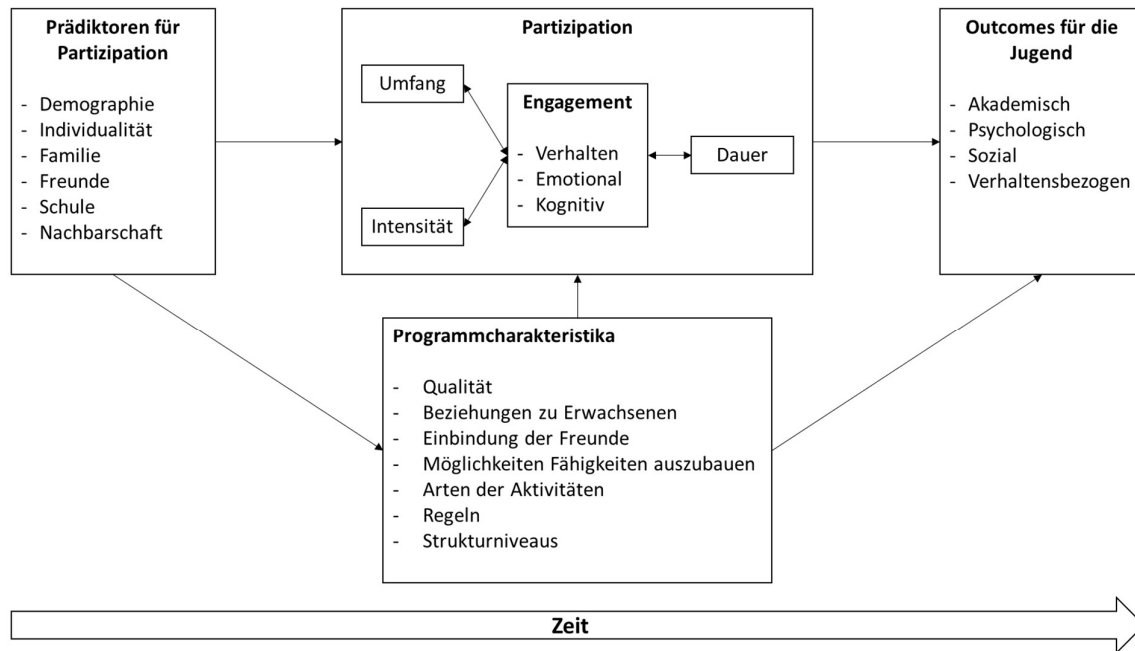


Abbildung 38: Modell von Partizipation in organisierten Aktivitäten (Quelle: Bohnert et al., 2010, S. 579, verändert)

Die Forschung über CS ist ein sich schnell entwickelndes und junges Forschungsgebiet. Besonders die Bildungspotentiale werden hierbei aber häufig vernachlässigt. Es fehlt vor allem an systematischen und vergleichenden Studien (Edwards et al., 2018). Um zu einem umfassenderen Forschungsbild über CS zu gelangen, sollten deshalb die Arten und Typen von CS Projekten dahingehend untersucht werden, welche Typologien oder Kategorien CS Projekte am besten charakterisieren. Vor allem die Bildungspotentiale von CS Projekten sollten im Zuge dieser weiteren Studien systematisch und vergleichend untersucht und bewertet werden. Auf Grundlage empirischer Vergleichsstudien sollten Garanten und Strukturen erforscht werden, die erfolgreiches Lernen in CS bedingen und fördern.

## 7 FAZIT

---

In der heutigen Zeit, in welcher Wissenschaftskritik und menschengemachte Umweltkatastrophen die Nachrichten beherrschen, ist das Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft von besonderer Bedeutung (Götz-Votteler & Hespers, 2019). Hierbei nehmen die Wissenschaftskommunikation und die naturwissenschaftliche Grundbildung eine besondere Bedeutung ein. Deshalb erfährt CS sowohl von Institutionen als auch von Regierungen sowie der Europäischen Union zunehmend Aufmerksamkeit (Hecker et al., 2018; Richter et al., 2016). Damit nimmt auch die Relevanz von Schulen und deren Schülerinnen als mögliche Akteure in CS Projekten zu (Bonn et al., 2016; Burger, 2016).

Das Bildungspotential von CS wurde bereits in unterschiedlichen Studien herausgearbeitet (zum Beispiel Jordan et al., 2011; Krach et al., 2019; Vitone et al., 2016). Es zeigten sich jedoch Unterschiede in der Ausschöpfung des Bildungspotentials zwischen verschiedenen CS Projekten, welche mit der unterschiedlichen Partizipation am wissenschaftlichen Prozess begründet werden können (Bonney, Ballard et al., 2009). Zur Absicherung dieser Annahme mangelt es jedoch an systematischen Evaluations- und Interventionsstudien, da die meisten Studien nur einzelne Projekte untersucht haben (Gommermann & Monroe, 2012; Jordan et al., 2015; Phillips, 2017).

Diese Studie hatte deswegen zum Ziel diese Forschungslücke zu untersuchen und durch ein Quasi-Experiment die Gestaltung von CS Projekten hinsichtlich des Ausmaßes an Partizipation am wissenschaftlichen Erkenntnisprozess in Bezug auf das Bildungspotential zu untersuchen. Die Forschungsfrage lautete dementsprechend: Unter welchem Partizipationsansatz ist das Bildungspotential von CS Projekten für Schülerinnen am größten? Die Beantwortung der Forschungsfrage erfolgte im Rahmen einer Interventionsstudie mit drei EG und drei Testzeitpunkten, mit Fragen zu Umwelteinstellungen, Umweltverhalten, Wissen über NOS, Einstellung zu den Naturwissenschaften, Fachwissen und der Motivation. Durch die Limitationen dieser Studie, vor allem aufgrund der geringen Teststärke, sind keine endgültigen Aussagen möglich. Die Ergebnisse deuten allerdings darauf hin, dass die Typologie nach Bonney, Ballard et al. (2009) die Auswirkungen der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess auf das Bildungspotential überschätzen und dies nicht der ausschlaggebende Faktor für die unterschiedlichen Lernergebnisse von CS Teilnehmenden ist. Es kann hier analog mit Phillips (2017) und Del Bianco (2018) vermutet werden, dass die Motivation, die Dauer und Intensität der Teilnahme die wichtigeren Faktoren für das Bildungspotential von CS Projekten sind. Für Schulen und Projektplanerinnen würde dies bedeuten, dass es die „data slaves“ (Phillips, 2017, S. 133) aus wissenschaftlicher Sicht in den kooperativen Projektformen nicht gibt, da die Teilnehmenden auch in diesen Projekten ein vergleichbares Bildungspotential haben. Da alle Schülerinnen über alle EG hinweg einen Wissenszuwachs im Bereich NOS und dem Fachwissen zeigen

und sich das Umweltverhalten mittelfristig verbessert, bestätigt die Studie, dass die zuvor zugeschriebenen Bildungspotentiale in CS Projekten vorhanden sind. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen somit auch, dass der Einsatz von CS Projekten in Schulen einen wichtigen Beitrag zur Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftlichen Grundbildung leisten kann.

Die Studie leistet einen wichtigen Beitrag zur aktuellen Forschung, da sie einen ersten Ansatz darstellt, CS Projekte quasi-experimentell und systematisch zu untersuchen. Die Erkenntnisse legen nahe, dass die bisherigen Annahmen, dass die Partizipation am wissenschaftliche Prozess das Bildungspotential beeinflusst, ausbaufähig sind. Aussagekräftigere Erkenntnisse in Hinsicht auf das Bildungspotential fehlen und dementsprechend sind weitere Untersuchungen nötig. In weiteren Studien sollten, neben Sicherstellung einer ausreichenden Teststärke für aussagekräftige statistische Analysen, weitere Datenquellen wie zum Beispiel systematische Interviews der Teilnehmenden ergänzt werden, sodass die Sichtweise der Schülerinnen zu den Projekten differenzierter betrachtet werden kann.

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Mittels der Interventionsstudie konnten keine Einflüsse der drei Partizipationsstufen am wissenschaftlichen Prozess auf das Bildungspotential festgestellt werden. Es zeigte sich aber, dass alle Schülerinnen übergreifend über alle Gruppen sowohl ihr Verständnis über NOS als auch ihr Fachwissen steigerten und mittelfristig ihr Umweltverhalten verbesserten. Das in der Studie aufgezeigte generelle Potenzial des CS Projekts, wird stark von der Motivation der Schülerinnen beeinflusst. Dementsprechend konnte in dieser Studie wieder das Potenzial von CS für die Wissenschaftskommunikation und naturwissenschaftliche Grundbildung nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse können als Grundlage für weitere Evaluationen und vergleichende Studien herangezogen werden und Lehrkräfte können mit Verweis auf diese Studie den Einsatz von CS im Unterricht begründen und fordern.

## LITERATURVERZEICHNIS

---

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the Unnatural Natural. *Science Education*, 82(4), 417–436. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E)
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Processes*, 50, 179–211.
- Ajzen, I. (2001). Nature and Operation of Attitudes. *Annu. Rev. Psychol.*, 52, 27–58.
- Altwegg, R. & Nichols, J. D. (2019). Occupancy models for citizen-science data. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(1), 8–21. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13090>
- Ardoin, N. M., Bowers, A. W. & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, 241, Artikel 108224. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>
- Ardoin, N. M., Bowers, A. W., Roth, N. W. & Holthuis, N. (2018). Environmental education and K-12 student outcomes: A review and analysis of research. *The Journal of Environmental Education*, 49(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/00958964.2017.1366155>
- Aristeidou, M. (2016). *Citizen Inquiry: Engaging Citizens in Online Communities of Scientific Inquiries* [Dissertation]. The Open University.
- Aristeidou, M. & Herodotou, C. (2020). Online Citizen Science: A Systematic Review of Effects on Learning and Scientific Literacy. *Citizen Science: Theory and Practice*, 5(1), Artikel 11, 1–12. <https://doi.org/10.5334/cstp.224>
- Aristeidou, M., Scanlon, E. & Sharples, M. (2015). Weather-it: Evolution of an online community for citizen inquiry. In S. Lindstaedt, T. Ley & H. Sack (Hrsg.), *Proceedings of the 15th International Conference on Knowledge Technologies and Data-driven Business* (S. 1–8). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2809563.2809567>
- Aristeidou, M., Scanlon, E. & Sharples, M. (2017). Profiles of engagement in online communities of citizen science participation. *Computers in Human Behavior*, 74, 246–256. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.04.044>
- Arnstein, S. R. (1969). A Ladder Of Citizen Participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35(4), 216–224. <https://doi.org/10.1080/01944366908977225>
- Aronson, E., Wilson, T. D. & Akert, R. M. (2014). *Sozialpsychologie* (8. aktualisierte Aufl.). Pearson.

- Auerbach, J., Barthelmess, E. L., Cavalier, D., Cooper, C. B. [Caren B.], Fenyk, H., Haklay, M. [Mordechai], Hulbert, J. M., Kyba, C. C. M. [Christopher C. M.], Larson, L. R., Lewandowski, E. & Shanley, L. (2019). The problem with delineating narrow criteria for citizen science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *116*(31), 15336–15337. <https://doi.org/10.1073/pnas.1909278116>
- Ballard, H. L., Dixon, C. G. & Harris, E. M. (2017). Youth-focused citizen science: Examining the role of environmental science learning and agency for conservation. *Biological Conservation*, *208*, 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.024>
- Ballard, H. L., Fernandez-Gimenez, M. E. & Sturtevant, V. E. (2008). Integration of Local Ecological Knowledge and Conventional Science: A Study of Seven Community-Based Forestry Organizations in the USA. *Ecology and Society*, *13*(2), Artikel 37.
- Ballard, H. L., Phillips, T. B. & Robinson, L. D. [Lucy D.]. (2018). Conservation outcomes of citizen science. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel & A. Bonn (Hrsg.), *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (S. 254–298). UCL Press.
- Ballard, H. L., Robinson, L. D. [Lucy D.], Young, A. N., Pauly, G. B., Higgins, L. M., Johnson, R. F. & Tweddle, J. C. (2017). Contributions to conservation outcomes by natural history museum-led citizen science: Examining evidence and next steps. *Biological Conservation*, *208*, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.08.040>
- Bastos, A., Henriques, M. S. & Wilkinson, C. (2019). The potential opportunities and limitations of Public Engagement in Science and Technology. *INTERIN*, *24*(2), 173–186. <https://doi.org/10.35168/1980-5276.UTP.interin.2019.Vol24.N2.pp173-186>
- Bätz, K., Beck, L., Kramer, L., Niestradt, J. & Wilde, M. (2009). Wie beeinflusst Schülermitbestimmung im Biologieunterricht intrinsische Motivation und Wissenserwerb? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *15*, 307–323.
- Bauer, N., Megyesi, B., Halbac-Cotoara-Zamfir, R. & Halbac-Cotoara-Zamfir, C. (2020). Attitudes and Environmental Citizenship. In A. C. Hadjichambis, P. Reis, D. Paraskeva-Hadjichambi, J. Činčera, J. Boeve-de Pauw, N. Gericke & M.-C. Knippels (Hrsg.), *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education* (S. 97–114). Springer International Publishing.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Tillmann, K.-J. & Weiß, M. (2003). *Internationales und nationales Rahmenkonzept für die Erfassung von naturwissenschaftlicher Grundbildung in PISA. OECD Pisa Deutschland*.
- Baur, W. H. (1998). *Gewässergüte bestimmen und beurteilen* (3., neubearbeitete Auflage). Parey Buchverlag.
- Bela, G., Peltola, T., Young, J. C., Balazs, B., Arpin, I., Pataki, G., Hauck, J., Kelemen, E., Kopperoinen, L., van Herzele, A., Keune, H., Hecker, S., Suskevics, M., Roy, H. E., Itkonen, P., Kulvik, M.,



- Laszlo, M., Basnou, C., Pino, J. & Bonn, A. (2016). Learning and the transformative potential of citizen science. *Conservation Biology*, 30(5), 990–999. <https://doi.org/10.1111/cobi.12762>
- Benavides, A. W. (2016). *Meanings Teachers make of teaching Science Outdoors as they explore Citizen Science* [Dissertation]. University of North Carolina, Greensboro.
- Bissinger, K. & Bogner, F. X. (2018). Environmental literacy in practice: Education on tropical rainforests and climate change. *Environment, Development and Sustainability*, 20(5), 2079–2094. <https://doi.org/10.1007/s10668-017-9978-9>
- Bogner, F. X. (1998). The Influence of Short-Term Outdoor Ecology Education on Long-Term Variables of Environmental Perspective. *The Journal of Environmental Education*, 29(4), 17–29. <https://doi.org/10.1080/00958969809599124>
- Bogner, F. X. (2007). Einstellungen und Werte im empirischen Konstrukt des jugendlichen Natur- und Umweltschutzbewusstseins. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 221–230). Springer.
- Bogner, F. X. & Kaiser, F. G. (2012). Umweltbewusstsein, ökologisches Verhalten und Umweltwissen: Modell einer Kompetenzstruktur für die Umweltbildung. In H. Bayrhuber (Hrsg.), *Fachdidaktische Forschungen: Bd. 2. Formate fachdidaktischer Forschung: Empirische Projekte - historische Analysen - theoretische Grundlegungen* (S. 163–181). Waxmann.
- Bogner, F. X., Kaiser, F. G., Heyne, T. & Randler, C. (2019). Die Wirkung von Biologieunterricht auf verantwortungsbewusstes Verhalten zu umweltgerechter Nachhaltigkeit (Environmental Literacy). In J. Gross, M. Hammann, P. Schmiemann & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 209–228). Springer Spektrum.
- Bogner, F. X. & Wilhelm, M. G. (1996). Environmental perspectives of pupils: the development of an attitude and behaviour scale. *The Environmentalist*, 16, 95–110.
- Bogner, F. X. & Wiseman, M. (2006). Adolescents' attitudes towards nature and: Quantifying the 2-MEV model. *The Environmentalist*, 26(4), 247–254. <https://doi.org/10.1007/s10669-006-8660-9>
- Bohnert, A., Fredricks, J. & Randall, E. (2010). Capturing Unique Dimensions of Youth Organized Activity Involvement: Theoretical and Methodological Considerations. *Review of Educational Research*, 80(4), 576–610. <https://doi.org/10.3102/0034654310364533>
- Bonn, A., Richter, A., Vohland, K [Kathrin], Pettibone, L., Brandt, M., Feldmann, R., Göbel, C., Grefe, C., Hecker, S., Hennen, L., Hofer, H., Kiefer, S., Stefan, S., Kluttig, T., Krause, J., Küsel, K., Liedtke, C., Mahla, A., Neumeier, V., . . . Johannes Vogel. Museum für Naturkunde Berlin. Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung. (2016). *Grünbuch: Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland*. Berlin.

- Bonney, R. (1996). Citizen Science: A Lab Tradition. *Living Bird*, 15(4), 7–15.
- Bonney, R., Ballard, H. L., Jordan, R. C., Mccallie, E., Phillips, T. B., Shirk, J. L. & Wilderman, C. C. (2009). *Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education* (A CAISE Inquiry Group Report). Washington, D.C. Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE).
- Bonney, R., Cooper, C. B [Caren B.], Dickinson, J. L., Kelling, S., Phillips, T. B., Rosenberg, K. V. & Shirk, J. L. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59(11), 977–984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Bonney, R. & Dickinson, J. L. (2012). Overview of Citizen Science. In J. L. Dickinson & R. Bonney (Hrsg.), *Citizen science: Public participation in environmental research* (S. 19–26). Comstock Pub. Associates.
- Bonney, R., Phillips, T. B., Ballard, H. L. & Enck, J. W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public understanding of science*, 25(1), 1–15. <https://doi.org/10.1177/0963662515607406>
- Bonney, R., Phillips, T. B., Enck, J. W., Shirk, J. L. & Trautmann, N. M. (2015). *Citizen Science and Youth Education*.
- Bonter, D. N. & Cooper, C. B [Caren B.] (2012). Data validation in citizen science: A case study from Project FeederWatch. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 305–307. <https://doi.org/10.1890/110273>
- Borchers, C., Boesch, C., Riedel, J., Guilahoux, H., Ouattara, D. & Randler, C. (2014). Environmental Education in Côte d'Ivoire/West Africa: Extra-Curricular Primary School Teaching Shows Positive Impact on Environmental Knowledge and Attitudes. *International Journal of Science Education, Part B*, 4(3), 240–259. <https://doi.org/10.1080/21548455.2013.803632>
- Borst, I. (2010). *Understanding Crowdsourcing: Effects of Motivation and Rewards on Participation and Performance in Voluntary Online Activities* [Dissertation]. Erasmus Universiteit, Rotterdam.
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. Aufl.). Springer-Lehrbuch. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12770-0>
- Bracey, G [Georgia]. (2018). *Teaching With Citizen Science: An Exploratory Study of Teachers' Motivations & Perceptions* [Dissertation]. University of Missouri, St. Louis.
- Branchini, S., Meschini, M., Covi, C., Piccinetti, C., Zaccanti, F. & Goffredo, S. (2015). Participating in a Citizen Science Monitoring Program: Implications for Environmental Education. *PloS one*, 10(7), Artikel e0131812, 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131812>
- Braun, T. (2018). *Efficacy of Outdoor Environmental Education: A Cross-National Comparative Research Study Investigating Nature Connectedness, Environmental Attitudes, Knowledge and Behavior* [Dissertation]. Johann Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt am Main.

- Brossard, D., Lewenstein, B. & Bonney, R. (2005). Scientific knowledge and attitude change: The impact of a citizen science project. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1099–1121. <https://doi.org/10.1080/09500690500069483>
- Bruckmeier, K. (2019). Environmental Research and Governance: Institutional Problems of Bridging Knowledge Divides and Communicating Science. In K. Bruckmeier (Hrsg.), *Global Environmental Governance: Social-Ecological Perspectives* (S. 121–151). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-98110-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-98110-9_5)
- Burger, D. (2016). Citizen Science, Partizipation und geographische Schulbildung. *GW-Unterricht*, 2(142), 18–27. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht142/143s18>
- Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T. C., Bastiaensen, J., BiÅvre, B. de, Bhusal, J., Clark, J., Dewulf, A., Foggin, M., Hannah, D. M., Hergarten, C., Isaeva, A., Karpouzoglou, T., Pandeya, B., Paudel, D., Sharma, K., Steenhuis, T., . . . Zhumanova, M. (2014). Citizen science in hydrology and water resources: Opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. *Frontiers in Earth Science*, 2, Artikel 26, 1–21. <https://doi.org/10.3389/feart.2014.00026>
- Ceccaroni, L., Bowser, A. & Brenton, P. (2017). Civic Education and Citizen Science: Definitions, Categories, Knowledge Representation. In L. Ceccaroni & J. Piera (Hrsg.), *Analyzing the role of citizen science in modern research* (S. 1–23). IGI Global.
- Chase, S. K. & Levine, A. (2018). Citizen Science: Exploring the Potential of Natural Resource Monitoring Programs to Influence Environmental Attitudes and Behaviors. *Conservation Letters*, 11(2), Artikel e12382, 1-10. <https://doi.org/10.1111/conl.12382>
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S.-W. & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670–697. <https://doi.org/10.1002/tea.20424>
- Christen, F. (2004). *Einstellungsausprägungen bei Grundschulern zu Schule und Sachunterricht und der Zusammenhang mit ihrer Interessiertheit* [Dissertation, Universität Kassel, Kassel]. GBV Gemeinsamer Bibliotheksverbund. <http://d-nb.info/97348294X>
- Clausen, S. (2015). *Systemdenken in der außerschulischen Umweltbildung: Eine Feldstudie*. Waxmann Verlag GmbH.
- Cohn, J. P. (2008). Citizen Science: Can Volunteers Do Real Research? *BioScience*, 58(3), 192–197. <https://doi.org/10.1641/B580303>
- Conrad, C. C. & Hilchey, K. G. (2011). A review of citizen science and community-based environmental monitoring: Issues and opportunities. *Environmental monitoring and assessment*, 176(1-4), 273–291. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1582-5>

- Cosquer, A., Raymond, R. & Prevot-Julliard, A.-C. (2012). Observations of Everyday Biodiversity: A New Perspective for Conservation? *Ecology and Society*, 17(4), Artikel 2, 1–15. <https://doi.org/10.5751/ES-04955-170402>
- Crall, A. W., Jordan, R. C., Holfelder, K., Newman, G. J., Graham, J. & Waller, D. M. (2013). The impacts of an invasive species citizen science training program on participant attitudes, behavior, and science literacy. *Public understanding of science*, 22(6), 745–764. <https://doi.org/10.1177/0963662511434894>
- Cronje, R., Rohlinger, S., Crall, A. W. & Newman, G. (2011). Does Participation in Citizen Science Improve Scientific Literacy? A Study to Compare Assessment Methods. *Applied Environmental Education & Communication*, 10(3), 135–145. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2011.603611>
- Curtis, V. (2015). *Online citizen science projects: An exploration of motivation, contribution and participation* [Dissertation]. The Open University.
- Danielsen, F., Burgess, N. D., Coronado, I., Enghoff, M., Holt, S., Jensen, P. M., Poulsen, M. K. & Rueda, R. M. (2018). The value of indigenous and local knowledge as citizen science. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel & A. Bonn (Hrsg.), *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (S. 110–123). UCL Press.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1982). Curiosity and Self-Directed Learning: The Role of Motivation in Education. In L. G. Katz (Hrsg.), *Current Topics in Early Childhood Education* (S. 1–22). Ablex Publishing Co.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 223–238.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2000). The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01)
- Del Bianco, V. (2018). *Citizen Science in 4-H: Youth Motivations, Participation, Retention and Scientific Literacy* [Dissertation]. Louisiana State University, Baton Rouge.
- Devictor, V., Whittaker, R. J. & Beltrame, C. (2010). Beyond scarcity: Citizen science programmes as useful tools for conservation biogeography. *Diversity and Distributions*, 16(3), 354–362. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2009.00615.x>
- Dewey, J. (1916/2000). *Demokratie und Erziehung: Aus dem Amerikanischen von Erich Hylla* ((E. Hylla, Übers.)). (Erstveröffentlichung 1916)
- Dickinson, J. L. & Bonney, R. (2012). Introduction: Why Citizen Science? In J. L. Dickinson & R. Bonney (Hrsg.), *Citizen science: Public participation in environmental research* (S. 1–14). Comstock Pub. Associates.

- Dickinson, J. L., Zuckerberg, B. & Bonter, D. N. (2010). Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 41(1), 149–172. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102209-144636>
- Dieser, O. (2015). *Kognitive Leistungen, Einstellungen und Assoziationen: Eine erlebnisorientierte Interventionsstudie am außerschulischen Lernort Nationalpark* [Dissertation, Universität Bayreuth, Bayreuth]. GBV Gemeinsamer Bibliotheksverbund. <http://dnb.info/1073201783/34>
- Dillon, P. (2015). Education for Sustainable Development in a Cultural Ecological Frame. In R. Jucker & R. Mathar (Hrsg.), *Schooling for Sustainable Development in Europe: Concepts, Policies and Educational Experiences at the End of the UN Decade of Education for Sustainable Development* (S. 109–122). Springer International Publishing.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Open University Press.
- Druschke, C. G. & Seltzer, C. E. (2012). Failures of Engagement: Lessons Learned from a Citizen Science Pilot Study. *Applied Environmental Education & Communication*, 11(3-4), 178–188. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2012.777224>
- Dunkley, R. A. (2017). The Role of Citizen Science in Environmental Education: A Critical Exploration of the Environmental Citizen Science Experience. In L. Ceccaroni & J. Piera (Hrsg.), *Analyzing the role of citizen science in modern research* (S. 213–230). IGI Global.
- Eagly, A. H. & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Edwards, R. (2015). *Enhancing Informal Learning Through Citizen Science: Background Literature*. University of Stirling, Stirling.
- Edwards, R., Kirn, S., Hillman, T., Kloetzer, L., Mathieson, K., McDonnell, D. & Phillips, T. (2018). Learning and developing science capital through citizen science. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel & A. Bonn (Hrsg.), *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (S. 381–390). UCL Press.
- Edwards, R., McDonnell, D. & Simpson, I. (2016). Exploring the relationship between educational background and learning outcomes in citizen science. In European Citizen Science Association (Vorsitz), *First International ECSA Conference*, Berlin.
- Eitzel, M. V., Cappadonna, J. L., Santos-Lang, C., Duerr, R. E., Virapongse, A., West, S. E., Kyba, C. C. M [Christopher Conrad Maximillian], Bowser, A., Cooper, C. B [Caren Beth], Sforzi, A.,

- Metcalf, A. N., Harris, E. S., Thiel, M., Haklay, M. [Mordechai], Ponciano, L., Roche, J., Ceccaroni, L., Shilling, F. M., Dörler, D., . . . Jiang, Q. (2017). Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms. *Citizen Science: Theory and Practice*, 2(1), Artikel 1, 1–20. <https://doi.org/10.5334/cstp.96>
- Eleta, I., Galdon Clavell, G., Righi, V. & Balestrini, M. (2018). The Promise of Participation and Decision-Making Power in Citizen Science. *Citizen Science: Theory and Practice*, 4(1), Artikel 8, 1–9. <https://doi.org/10.5334/cstp.171>
- Engeström, Y. (1987). *Learning by Expanding: An Activity-Theoretical Approach to Developmental Research*. Orienta-Konsultit.
- Engeström, Y. (2017). Expanding the Scope of Science Education: An Activity-Theoretical Perspective. In K. Hahl, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto & J. Lavonen (Hrsg.), *Cognitive and Affective Aspects in Science Education Research* (S. 357–370). Springer International Publishing.
- European Citizen Science Association (Hrsg.). (2015). *Citizen Science: Zehn Prinzipien von Citizen Science - Bürgerwissenschaften*. [https://ecsa.citizen-science.net/sites/default/files/ecsa\\_ten\\_principles\\_of\\_cs\\_german.pdf](https://ecsa.citizen-science.net/sites/default/files/ecsa_ten_principles_of_cs_german.pdf)  
<https://doi.org/10.14324/111.9781787352339>
- Evans, C., Abrams, E., Reitsma, R., Roux, K., Salmons, L. & Marra, P. P. (2005). The Neighborhood Nestwatch Program: Participant Outcomes of a Citizen-Science Ecological Research Project. *Conservation Biology*, 19(3), 589–594. <http://www.jstor.org/stable/3591040>
- Eveleigh, A., Jennett, C., Blandford, A., Brohan, P. & Cox, A. L. (2014). Designing for dabblers and deterring drop-outs in citizen science. In M. Jones, P. Palanque, A. Schmidt & T. Grossman (Hrsg.), *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on human factors in computing systems* (S. 2985–2994). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2556288.2557262>
- Fernandez-Gimenez, M. E., Ballard, H. L. & Sturtevant, V. E. (2008). Adaptive Management and Social Learning in Collaborative and Community-Based Monitoring: A Study of Five Community-Based Forestry Organizations in the western USA. *Ecology and Society*, 13(2), Artikel 4, 1–22.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics: And sex and drugs and rock'n'roll* (3. Auflage). SAGE.
- Finke, P. (2014). Neue Aspekte einer alten Sache: Über den entbehrlichen Nimbus der Wissenschaft: Was ist Citizen Science? *Wissenschaftsmanagement*, 3, 11–18.
- Fischler, H., Gebhard, U. & Rehm, M. (2018). Naturwissenschaftliche Bildung und Scientific Literacy. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 11–30). Springer Berlin Heidelberg.
- Fölling-Albers, M., Hartinger, A. & Mörtl-Hafizovic, D. (2004). Situiertes Lernen in der Lehrerbildung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 50(5), 727–747.

- Frank, A. (2005). Naturwissenschaftliches Arbeiten im der Black Box. *Unterricht Biologie Beilage*(307/308), 1–6.
- Frey, A., Taskinen, P., Schütte, K., Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J., Blum, W., Hammann, M., Klieme, E. & Pekrun, R. (2009). *PISA-2006-Skalenhandbuch: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann.
- Fröhlich, G. (2012). *Umsetzung verschiedener didaktischer Theorien im außerschulischen Unterricht: Potentiale und Grenzen des wiederentdeckten Lernorts Bauernhof* [Dissertation]. Universität Bayreuth, Bayreuth.
- Gebhard, U. & Menzel, S. (2019). Naturwahrnehmung von Kindern und Jugendlichen. In J. Gross, M. Hammann, P. Schmiemann & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 269–288). Springer Spektrum.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (2001). Methodologie und Empirie zum situierten Lernen. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 23(3), 453–470.
- Giest, H. & Lompscher, J. (2004). Tätigkeitstheoretische Überlegungen zu einer neuen Lernkultur. In B. Friedrich & W. Bütow (Hrsg.), *Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät: Bd. 72. Bildung heute - Gefährdungen und Möglichkeiten: Schriften zur Bildung* (S. 101–123). trafo Verlag.
- Girden, E. R. (1992). *ANOVA: Repeated measures. Sage University Papers Series. Quantitative Applications in the: Bd. 84*. Sage Publications.
- Gommermann, L. & Monroe, M. C. (2012). *Lessons Learned from Evaluations of Citizen Science Programs* (FOR Nr. 291). School of Forest Resources and Conservation Department, UF/IFAS Extension.
- Gottfried, A. E. (1985). Academic intrinsic motivation in elementary and junior high school students. *Journal of Educational Psychology*, 77(6), 631–645. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.77.6.631>
- Gottfried, A. E. (1990). Academic intrinsic motivation in young elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 525–538. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.3.525>
- Götz, T [Thomas], Frenzel, A. C [Anne C.] & Pekrun, R. (2018). Psychologische Bildungsforschung. In R. Tippelt & B. Schmidt-Hertha (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (4. Aufl., S. 73–100). Springer VS.
- Götz-Votteler, K. & Hespers, S. (2019). *Alternative Wirklichkeiten? Wie Fake News und Verschwörungstheorien funktionieren und warum sie Aktualität haben. X-Texte zu Kultur und Gesellschaft*. transcript-Verlag. <https://doi.org/10.14361/9783839447178>
- Gräber, W. & Nentwig, P. (2002). Scientific Literacy: Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy: Der*

- Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 7–20). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Graf, D. (2007). Die Theorie des geplanten Verhaltens. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 33–44). Springer.
- Gräsel, C. (2010). Umweltbildung. In R. Tippelt & B. Schmidt (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (3. Aufl., S. 845–860). VS Verl. für Sozialwiss.
- Gräsel, C. (2018). Umweltbildung. In R. Tippelt & B. Schmidt-Hertha (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (4. Aufl., S. 1093–1109). Springer VS.
- Graw, M. (2011). *Ökologische Bewertung von Fließgewässern* (5. Aufl.). *Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz: Bd. 64*. Vereinigung Dt. Gewässerschutz.
- Grolnick, W. S. & Ryan, R. M. (1987). Autonomy in children's learning: An experimental and individual difference investigation. *Journal of personality and social psychology*, 52(5), 890–898. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.5.890>
- Groulx, M., Brisbois, M. C., Lemieux, C. J., Winegardner, A. & Fishback, L. (2017). A Role for Nature-Based Citizen Science in Promoting Individual and Collective Climate Change Action? A Systematic Review of Learning Outcomes. *Science Communication*, 39(1), 45–76. <https://doi.org/10.1177/1075547016688324>
- Guderian, P. (2007). *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte: Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik* [Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin]. Deutsche Nationalbibliothek.
- Haan, G. d. & Kuckartz, U. (1998). Umweltbewußtseinsforschung und Umweltbildungsforschung: Stand, Trends, Ideen. In G. d. Haan & U. Kuckartz (Hrsg.), *Schriftenreihe "Ökologie und Erziehungswissenschaft" der Arbeitsgruppe "Umweltbildung" der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft: Bd. 1. Umweltbildung und Umweltbewußtsein: Forschungsperspektiven im Kontext nachhaltiger Entwicklung* (S. 13–38). Leske + Budrich.
- Hacker, R. G. & Harris, M. (1992). Adult Learning of Science for Scientific Literacy: Some Theoretical and Methodological Perspectives. *Studies in the Education of Adults*, 24(2), 217–224. <https://doi.org/10.1080/02660830.1992.11730574>
- Hagger, M. & Chatzisarantis, N. (2015). Self-Determination Theory. In M. Conner & P. Norman (Hrsg.), *Predicting and changing health behaviour: Research and practice with social cognition models* (S. 107–141). Open University Press.
- Haklay, M [Muki]. (2013). Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. In D. Sui, S. Elwood & M. Goodchild (Hrsg.), *Crowdsourcing*



- Geographic Knowledge* (Bd. 45, S. 105–122). Springer Netherlands.  
[https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_7)
- Haklay, M [Muki]. (2015). *Citizen Science and Policy: A European Perspective. Case Study Series: Bd. 4.* Commons Lab.
- Haklay, M [Muki]. (2018). Participatory citizen science. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel & A. Bonn (Hrsg.), *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (S. 52–62). UCL Press.
- Haklay, M [Muki], Motion, A., Balázs, B., Kieslinger, B., Greshake Tzovaras, B., Nold, C., Dörler, D., Fraisl, D., Riemenschneider, D., Heigl, F., Brounéus, F., Hager, G., Heuer, K., Wagenknecht, K., Vohland, K [Katrin], Shanley, L., Deveaux, L., Ceccaroni, L., Weißpflug, M., . . . Wehn, U. (2020). *ECISA's Characteristics of Citizen Science*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3758668>
- Haywood, B. K. (2016). Beyond Data Points and Research Contributions: The Personal Meaning and Value Associated with Public Participation in Scientific Research. *International Journal of Science Education, Part B*, 6(3), 239–262. <https://doi.org/10.1080/21548455.2015.1043659>
- Haywood, B. K., Parrish, J. K. & Dolliver, J. (2016). Place-based and data-rich citizen science as a precursor for conservation action. *Conservation Biology*, 30(3), 476–486. <https://doi.org/10.1111/cobi.12702>
- Hea, Y. & Wiggins, A. (2017). Implementing an Environmental Citizen Science Project: Strategies and Concerns from Educators' Perspectives. *International Journal of Environmental & Science Education*, 12(6), 1459–1481.
- Hecker, S., Haklay, M [Muki], Bowser, A., Makuch, Z., Vogel, J. & Bonn, A. (2018). Innovation in open science, society and policy: Setting the agenda for citizen science. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel & A. Bonn (Hrsg.), *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (S. 1–23). UCL Press.
- Hecker, S., Wicke, N., Haklay, M [Muki] & Bonn, A. (2019). How Does Policy Conceptualise Citizen Science? A Qualitative Content Analysis of International Policy Documents. *Citizen Science: Theory and Practice*, 4(1), Artikel 32, 1–16. <https://doi.org/10.5334/cstp.230>
- Heering, P. & Kremer, K. (2018). Nature of Science. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 105–120). Springer Berlin Heidelberg.
- Heigl, F. & Dörler, D. (2017). Time for a definition of citizen science. *Nature*, 551, 168.
- Heigl, F., Dörler, D., Bartar, P., Brodschneider, R., Cieslinski, M., Ernst, M., Fritz, S., Greilhuber, I., Hatlauf, J., Hecker, S., Hübner, T., Kieslinger, B., Kraker, P., Krennert, T., Oberraufner, G., Paul, K. T., Tiefenthaler, B., Vignoli, M., Walter, T., . . . Ziegler, D. (2018). Qualitätskriterien für

- Citizen Science Projekte auf Österreich forscht: Version 1.1. Vorab-Onlinepublikation.  
<https://doi.org/10.31219/osf.io/89cqj>
- Heigl, F., Kieslinger, B., Paul, K. T., Uhlik, J. & Dörler, D. (2019). Opinion: Toward an international definition of citizen science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(17), 8089–8092. <https://doi.org/10.1073/pnas.1903393116>
- Hemmecke, J. (2012). *Repertory Grids als Methode zum Explizieren impliziten Wissens in Organisationen: Ein Beitrag zur Methodenentwicklung im Wissensmanagement* [Dissertation]. Universität Wien, Wien.
- Herodotou, C., Aristeidou, M., Miller, G., Ballard, H. & Robinson, L. (2020). What Do We Know about Young Volunteers? An Exploratory Study of Participation in Zooniverse. *Citizen Science: Theory and Practice*, 5(1), Artikel 2, 1–14. <https://doi.org/10.5334/cstp.248>
- Herodotou, C., Aristeidou, M., Sharples, M. & Scanlon, E. (2018). Designing citizen science tools for learning: Lessons learnt from the iterative development of nQuire. *Research and practice in technology enhanced learning*, 13(1), Artikel 4, 1–23. <https://doi.org/10.1186/s41039-018-0072-1>
- Herodotou, C., Sharples, M. & Scanlon, E. (2017). Introducing Citizen Inquiry. In C. Herodotou, M. Sharples & E. Scanlon (Hrsg.), *Citizen Inquiry: Synthesising Science and Inquiry Learning* (S. 1–6). Routledge.
- Hirschauer, N., Mußhoff, O., Grüner, S., Frey, U., Theesfeld, I. & Wagner, P. (2016). Die Interpretation des p-Wertes: Grundsätzliche Missverständnisse. *Journal of Economics and Statistics*, 236(5), 557–575. <https://doi.org/10.1515/jbnst-2015-1030>
- Hofheinz, V. (2008). *Erwerb von Wissen über "Nature of Science": Eine Fallstudie zum Potenzial impliziter Aneignungsprozesse in geöffneten Lehr-Lern-Arrangements am Beispiel von Chemieunterricht* [Dissertation]. Universität Siegen, Siegen.
- Hoppe, A., Chokrai, P. & Fritsche, I. (2019). *Eine Reanalyse der Naturbewusstseinsstudien 2009 bis 2015 mit Fokus auf dem Gesellschaftsindikator biologische Vielfalt und den Leititems zum Naturbewusstsein. BfN-Skripten: Bd. 510*. Bundesamt für Naturschutz.
- Hussy, W., Schreier, M. & Echterhoff, G. (2013). *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften* (2. Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-34362-9>
- Hütte, M. (2003). *Ökologie und Wasserbau: Ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung*. Parey-Buchverlag.
- Hütter, L. A. (1994). *Wasser und Wasseruntersuchung: Methodik, Theorie und Praxis chemischer, chemisch-physikalischer, biologischer und bakteriologischer Untersuchungsverfahren* (6. Aufl.). *Laborbücher Chemie*. Salle; Sauerländer.

- Huwer, J. (2015). *Nachhaltigkeit und Chemie im Schülerlabor: Forschendes Experimentieren im Kontext einer naturwissenschaftlich-technischen Umweltbildung* [Dissertation, Universität des Saarlandes, Saarbrücken]. Deutsche Nationalbibliothek.
- Irwin, A. (1995). *Citizen science: A study of people, expertise, and sustainable development*. Routledge.
- Jackson, C. B., Osterlund, C., Mugar, G., Hassman, K. D. & Crowston, K. (2015). Motivations for Sustained Participation in Crowdsourcing: Case Studies of Citizen Science on the Role of Talk. In HICSS (Vorsitz), *48th Hawaii International Conference on System Sciences*, Kauai, USA.
- Jenkins, L. L. (2011). Using citizen science beyond teaching science content: A strategy for making science relevant to students' lives. *Cultural Studies of Science Education*, 6(2), 501–508. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9304-4>
- Jordan, R. C., Ballard, H. L. & Phillips, T. B. (2012). Key issues and new approaches for evaluating citizen-science learning outcomes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 307–309. <https://doi.org/10.1890/110280>
- Jordan, R. C., Crall, A., Gray, S., Phillips, T. B. & Mellor, D. (2015). Citizen Science as a Distinct Field of Inquiry. *BioScience*, 65(2), 208–211. <https://doi.org/10.1093/biosci/biu217>
- Jordan, R. C., Ehrenfeld, J. G., Gray, S. A., Brooks, W. R., Howe, D. V. & Hmelo-Silver, C. E. (2012). Cognitive Considerations in the Development of Citizen Science Projects. In J. L. Dickinson & R. Bonney (Hrsg.), *Citizen science: Public participation in environmental research* (S. 167–178). Comstock Pub. Associates.
- Jordan, R. C., Gray, S. A., Howe, D. V., Brooks, W. R. & Ehrenfeld, J. G. (2011). Knowledge gain and behavioral change in citizen-science programs. *Conservation Biology*, 25(6), 1148–1154. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01745.x>
- Jose, S., Patrick, P. G. & Moseley, C. (2017). Experiential learning theory: The importance of outdoor classrooms in environmental education. *International Journal of Science Education, Part B*, 7(3), 269–284. <https://doi.org/10.1080/21548455.2016.1272144>
- Jucker, R. & Mathar, R. (2015). Introduction: From a Single Project to a Systemic Approach to Sustainability - An Overview of Developments in Europe. In R. Jucker & R. Mathar (Hrsg.), *Schooling for Sustainable Development in Europe: Concepts, Policies and Educational Experiences at the End of the UN Decade of Education for Sustainable Development* (S. 3–14). Springer International Publishing.
- Jung, N. (2015). Naturschutz und Umweltbildung – auseinandergelebt? In N. Jung, H. Molitor & A. Schilling (Hrsg.), *Eberswalder Beiträge zu Bildung und Nachhaltigkeit: Band 4. Natur, Emotion, Bildung - vergessene Leidenschaft? Zum Spannungsfeld von Naturschutz und Umweltbildung* (S. 11–17). Budrich UniPress.

- Kaiser, F. G. (1998). A General Measure of Ecological Behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, 28(5), 395–422.
- Kaiser, F. G., Hübner, G. & Bogner, F. X. (2005). Contrasting the Theory of Planned Behavior With the Value-Belief-Norm Model in Explaining Conservation Behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, 35(10), 2150–2170.
- Kaiser, F. G., Oerke, B. & Bogner, F. X. (2007). Behavior-based environmental attitude: Development of an instrument for adolescents. *Journal of Environmental Psychology*, 27(3), 242–251. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.06.004>
- Kaya, V. H. & Elster, D. (2018). German Students' Environmental Literacy in Science Education Based on PISA Data. *Science Education International*, 29(2), 75–87.
- Kelemen-Finan, J., Knoll, C. & Pröbstl-Haider, U. (2013). Citizen Science – voll cool oder nur doof? Laienmonitoring als Beitrag zur Umweltbildung bei Jugendlichen. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 45(6), 171–176.
- Kelemen-Finan, J., Scheuch, M. & Winter, S. (2018). Contributions from citizen science to science education: An examination of a biodiversity citizen science project with schools in Central Europe. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2078–2098. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1520405>
- Kersting, N. (2008). Innovative Partizipation: Legitimation, Machtkontrolle und Transformation. Eine Einführung. In N. Kersting (Hrsg.), *Politische Beteiligung: Einführung in dialogorientierte Instrumente politischer und gesellschaftlicher Partizipation* (S. 11–39). VS Verlag.
- Kinder, T., Mesner, N. O., Larese-Casanova, M., Lott, K. H., Cachelin, A. & LaLonde, K. (2015). Changes in Knowledge and Attitude from a Short-Term Aquatic Education Program. *Natural Sciences Education*, 44(1), 18–25. <https://doi.org/10.4195/nse2014.10.0024>
- Klee, O. (1993). *Wasser untersuchen: Einfache Analysenmethoden und Beurteilungskriterien*. Quelle & Meyer.
- Kobori, H., Dickinson, J. L., Washitani, I., Sakurai, R., Amano, T., Komatsu, N., Kitamura, W., Takagawa, S., Koyama, K., Ogawara, T. & Miller-Rushing, A. J [A. J.] (2016). Citizen science: A new approach to advance ecology, education, and conservation. *Ecological Research*, 31(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s11284-015-1314-y>
- Kohout, F. (2003). *Vom Wert der Partizipation: Eine Analyse partizipativ angelegter Entscheidungsfindung in der Umweltpolitik. Politik und Partizipation: Bd. 1*. LIT.
- Kolb, A. Y. & Kolb, D. A. (2017). Experiential Learning Theory as a Guide for Experiential Educators in Higher Education. *Journal for Engaged Education*, 1(1), 7–44.

- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310. <https://doi.org/10.1002/sce.1011>
- Koomen, M. H., Rodriguez, E., Hoffman, A., Petersen, C. & Oberhauser, K. (2018). Authentic science with citizen science and student-driven science fair projects. *Science Education*, 102(3), 593–644. <https://doi.org/10.1002/sce.21335>
- Kountoupes, D. L. & Oberhauser, K. S. (2008). Citizen Science and Youth Audiences: Educational Outcomes of the Monarch Larva Monitoring Project. *Journal of Community Engagement and Scholarship*, 1(1), 10–20.
- Krach, M. L., Gottlieb, E. & Harris, E. (2019). Citizen Science to Engage and Empower Youth in Marine Science. In G. Fauville, D. L. Payne, M. E. Marrero, A. Lantz-Andersson & F. Crouch (Hrsg.), *Exemplary Practices in Marine Science Education* (Bd. 47, S. 417–435). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-90778-9\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-319-90778-9_23)
- Krapp, A. (2005). Das Konzept der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse: Ein Erklärungsansatz für die positiven Effekte von Wohlbefinden und intrinsischer Motivation im Lehr-Lerngeschehen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 51(5), 626–641.
- Krapp, A. & Hascher, T. (2014a). Die Erforschung menschlicher Motivation. In L. Ahnert (Hrsg.), *Theorien in der Entwicklungspsychologie* (S. 234–251). Springer.
- Krapp, A. & Hascher, T. (2014b). Theorien der Lern- und Leistungsmotivation. In L. Ahnert (Hrsg.), *Theorien in der Entwicklungspsychologie* (S. 252–281). Springer.
- Krapp, A. & Ryan, R. M. (2002). Selbstwirksamkeit und Lernmotivation: Eine kritische Betrachtung der Theorie von Bandura aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie. In M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.), *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft: Bd. 44. Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen* (S. 54–82). Beltz.
- Kremer, K. (2010). *Die Natur der Naturwissenschaften verstehen: Untersuchungen zur Struktur und Entwicklung von Kompetenzen in der Sekundarstufe I* [Dissertation]. Universität Kassel, Kassel.
- Kremer, K. & Mayer, J [Jürgen] (2013). Entwicklung und Stabilität von Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 77–101.
- Kremer, K., Möller, A., Arnold, J. & Mayer, J [Jürgen]. (2019). Kompetenzförderung beim Experimentieren. In J. Gross, M. Hammann, P. Schmiemann & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 113–128). Springer Spektrum.
- Kremer, K., Urhahne, D. & Mayer, J [Jürgen] (2007). Das Verständnis Jugendlicher von der Natur der Naturwissenschaften: Wege der Kompetenzförderung und Kompetenzdiagnostik. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 6, 53–67.

- Kultusministerkonferenz. (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 16.12.2004*. Luchterhand.
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in psychology*, 4, Artikel 863, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Land-Zandstra, A. M., Devilee, J. L. A., Snik, F., Buurmeijer, F. & van den Broek, J. M. (2016). Citizen science on a smartphone: Participants' motivations and learning. *Public understanding of science*, 25(1), 45–60. <https://doi.org/10.1177/0963662515602406>
- Lauströer, A. (2005). *Förderung von Bewertungskompetenz durch Bildung für eine nachhaltige Entwicklung* [Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel]. Deutsche Nationalbibliothek.
- Lave, J. (1991). Situating learning in communities of practice. In L. B. Resnick, J. M. Levine & S. D. Teasley (Hrsg.), *Perspectives on socially shared cognition* (S. 63–82). American Psychological Association.
- Lawrence, A. (2006). 'No Personal Motive?' Volunteers, Biodiversity, and the False Dichotomies of Participation. *Ethics, Place & Environment*, 9(3), 279–298. <https://doi.org/10.1080/13668790600893319>
- Lazonder, A. W. & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Lederman, N. G. (2013). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (831-880). Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (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), 497–521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Lederman, N. G., Antink, A. & Bartos, S. (2014). Nature of Science, Scientific Inquiry, and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientifically Literate Citizenry. *Science & Education*, 23(2), 285–302. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3>
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2014). Is Nature of Science Going, Going, Going, Gone? *Journal of Science Teacher Education*, 25(3), 235–238. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9386-z>
- 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.
- Leontyev, A. N. (1975/1982). *Tätigkeit, Bewußtsein, Persönlichkeit. Studien zur Kritischen Psychologie*. Campus. (Erstveröffentlichung 1975)

- Leontyev, A. N. (2005). Lecture 36: Thinking and Activity (N. Favorov, Übers.). *Journal of Russian and East European Psychology*, 43(5), 41–52. (Erstveröffentlichung 1975)
- Lewandowski, E. J. & Oberhauser, K. S. (2015). Butterfly citizen scientists in the United States increase their engagement in conservation. *Biological Conservation*, 208, 106–112. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.07.029>
- Liefländer, A. K. (2012). *Effektivität von Umweltbildung zum Thema Wasser: Empirische Studie zu Naturverbundenheit, Umwelteinstellungen und Umweltwissen* [Dissertation]. Universität Bayreuth, Bayreuth.
- Liefländer, A. K. & Bogner, F. X. (2014). The Effects of Children's Age and Sex on Acquiring Pro-Environmental Attitudes Through Environmental Education. *The Journal of Environmental Education*, 45(2), 105–117. <https://doi.org/10.1080/00958964.2013.875511>
- Liefländer, A. K. & Bogner, F. X. (2016). Educational impact on the relationship of environmental knowledge and attitudes. *Environmental Education Research*, 1–14. <https://doi.org/10.1080/13504622.2016.1188265>
- Liefländer, A. K., Bogner, F. X., Kibbe, A. & Kaiser, F. G. (2015). Evaluating Environmental Knowledge Dimension Convergence to Assess Educational Programme Effectiveness. *International Journal of Science Education*, 37(4), 684–702. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1010628>
- Liu, X. (2013). Expanding Notions of Scientific Literacy: A Reconceptualization of Aims of Science Education in the Knowledge Society. In N. Mansour & R. Wegerif (Hrsg.), *Cultural Studies of Science Education: Bd. 8. Science Education for Diversity: Theory and Practice* (S. 23–40). Springer Netherlands.
- Lude, A. (2001). *Naturerfahrung & Naturschutzbewusstsein. Forschungen zur Fachdidaktik: Bd. 2.* Studien-Verlag.
- Makuch, K. E. & Aczel, M. R. (2018). Children and citizen science. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel & A. Bonn (Hrsg.), *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (S. 391–409). UCL Press.
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (1995). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (S. 167–178). Beltz; PVU.
- Manoli, C., Johnson, B., Buxner, S. & Bogner, F. X. (2019). Measuring Environmental Perceptions Grounded on Different Theoretical Models: The 2-Major Environmental Values (2-MEV) Model in Comparison with the New Ecological Paradigm (NEP) Scale. *Sustainability*, 11(5), Artikel 1286, 1–12. <https://doi.org/10.3390/su11051286>
- Marques, R. & Xavier, C. R. (2020). The Challenges and Difficulties of Teachers in the Insertion and Practice of Environmental Education in the School Curriculum. *International Journal on Social and Education Sciences*, 2(1), 49–56.

- Mathar, R. (2015). A Whole School Approach to Sustainable Development: Elements of Education for Sustainable Development and Students' Competencies for Sustainable Development. In R. Jucker & R. Mathar (Hrsg.), *Schooling for Sustainable Development in Europe: Concepts, Policies and Educational Experiences at the End of the UN Decade of Education for Sustainable Development* (S. 15–30). Springer International Publishing.
- Mayer, J [Jürgen]. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biomedizinischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 177–186). Springer.
- Mayerl, J. (2008). *Kognitive Grundlagen sozialen Verhaltens: Theoretische und statistische Analysen zur Modellierung von Einstellungs-Verhaltens-Beziehungen* [Dissertation]. Universität Stuttgart, Stuttgart.
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa, H. (2002). The Role And Character of The Nature of Science in Science Education. In W. F. McComas (Hrsg.), *Science & Technology Education Library: Bd. 5. The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (S. 3–40). Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (2002). The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. In W. F. McComas (Hrsg.), *Science & Technology Education Library: Bd. 5. The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (S. 41–52). Kluwer Academic Publishers.
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J [Abe J.], Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S. C., Evans, D. M., French, R. A., Parrish, J. K., Phillips, T. B., Ryan, S. F., Shanley, L. A., Shirk, J. L., Stepenuck, K. F., Weltzin, J. F., Wiggins, A., Boyle, O. D., Briggs, R. D., Chapin, S. F., . . . Soukup, M. A. (2017). Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208, 15–28. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>
- Meyer, D. (1999). *Makroskopisch-biologische Feldmethoden zur Wassergütebeurteilung von Fließgewässern* (5. Auflage). Natur & Umwelt-Verlag.
- Miettinen, R. (2000). The concept of experiential learning and John Dewey's theory of reflective thought and action. *International Journal of Lifelong Education*, 19(1), 54–72. <https://doi.org/10.1080/026013700293458>
- Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7(3), 203–223. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/7/3/001>
- Miller, J. D. (2004). Public Understanding of, and Attitudes toward, Scientific Research: What We Know and What We Need to Know. *Public Understanding of Science*, 13(3), 273–294. <https://doi.org/10.1177/0963662504044908>



- Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Weiterbildung Rheinland-Pfalz (Hrsg.). (1985). *Lehrplan Biologie: Schule für Lernbehinderte (Sonderschule)*.
- Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur des Landes Rheinland-Pfalz (Hrsg.). (2014). *Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer für die weiterführenden Schulen in Rheinland-Pfalz: Biologie Chemie Physik*. Klassenstufen 7 bis 9/10.
- Müller, F. H., Andreitz, I. & Palekčić, M. (2008). Lehrermotivation: Ein vernachlässigtes Thema in der empirischen Forschung. *Odgojne znanosti*, 10(1), 39–60.
- Nascimento, S., Iglesias, J. M. R., Owen, R., Schade, S. & Shanley, L. A. (2018). Citizen science for policy formulation and implementation. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel & A. Bonn (Hrsg.), *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (S. 219–240). UCL Press.
- Neubert, S. (2004). Eine Einführung in die thematische Vielfalt von Deweys Philosophie und ihrer heutigen Rezeption. In L. Hickmann, S. Neubert & K. Reich (Hrsg.), *Interaktionistischer Konstruktivismus: Bd. 1. John Dewey: Zwischen Pragmatismus und Konstruktivismus* (S. 13–27). Waxmann.
- Neumann, I. & Kremer, K. (2013). Nature of Science und epistemologische Überzeugungen: Ähnlichkeiten und Unterschiede. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 209–232.
- Newman, G., Wiggins, A., Crall, A., Graham, E., Newman, S. & Crowston, K. (2012). The future of citizen science: Emerging technologies and shifting paradigms. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 298–304. <https://doi.org/10.1890/110294>
- Nov, O., Arazy, O. & Anderson, D. (2011). Dusting for science: Motivation and participation of digital citizen science volunteers. In iConference (Vorsitz), *Proceedings of the 2011 iConference*, Seattle, WA, USA.
- Oerke, B. (2007). *Natur- und Umweltschutzbewusstsein: Dimensionalität und Validität beim Messen von Einstellungen und Verhalten* [Dissertation]. Universität Bayreuth, Bayreuth.
- Oliver, K. L., Luguetti, C., Aranda, R., Nuñez Enriquez, O. & Rodriguez, A.-A. (2018). Where do I go from here? Learning to become activist teachers through a community of. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 23(2), 150–165. <https://doi.org/10.1080/17408989.2017.1350263>
- Öllerer, K. (2015). Environmental education: The bumpy road from childhood foraging to literacy and active responsibility. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 12(3), 205–216. <https://doi.org/10.1080/1943815X.2015.1081952>
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What "Ideas-about-Science" should be taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>

- Pandya, R. & Dibner, K. A. (2018). *Learning Through Citizen Science: Enhancing Opportunities by Design*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25183>
- Paul, J., Lederman, N. G. & Groß, J. (2016). Learning experimentation through science fairs. *International Journal of Science Education*, 38(15), 2367–2387. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1243272>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T. de, van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pekrun, R. (2006). Students' Engagement in Science. In OECD PISA (Hrsg.), *Contextual Framework for PISA 2006: Preliminary Version* (S. 19–32).
- Pekrun, R., Jullien, S., Lichtenfeld, S., Frenzel, A. C [A. C.], Götz, T [T.], Hofe, R. v. & Blum, W. (2005). *Skalenhandbuch PALMA: 4. Messzeitpunkt (8. Klassenstufe)*. LMU, München.
- Peter, M., Diekötter, T. & Kremer, K. (2019). Participant Outcomes of Biodiversity Citizen Science Projects: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 11, Artikel 2780, 1–18. <https://doi.org/10.3390/su11102780>
- Peters, M. A. & Besley, T. (2019). Citizen science and ecological democracy in the global science regime: The need for openness and participation. *Educational Philosophy and Theory*, 52(3), 221–226. <https://doi.org/10.1080/00131857.2019.1584148>
- Phillips, T. B. (2017). *Engagement and Learning in Environmentally-Based Citizen Science: A Mixed Methods Comparative Case Study* [Dissertation]. Cornell University, Ithaka.
- Phillips, T. B., Ballard, H. L., Lewenstein, B. V. & Bonney, R. (2019). Engagement in science through citizen science: Moving beyond data collection. *Science Education*, 103(3), 665–690. <https://doi.org/10.1002/sce.21501>
- Phillips, T. B., Bonney, R. & Shirk, J. L. (2012). What is Our Impact? Toward a Unified Framework for Evaluating Outcomes of Citizen Science Participation. In J. L. Dickinson & R. Bonney (Hrsg.), *Citizen science: Public participation in environmental research* (S. 82–96). Comstock Pub. Associates.
- Phillips, T. B., Ferguson, M., Minarchek, M., Porticella, N. & Bonney, R. (2014). *User's Guide for Evaluating Learning Outcomes from Citizen Science*. Cornell Lab of Ornithology.
- Phillips, T. B., Porticella, N., Conostas, M. & Bonney, R. (2018). A Framework for Articulating and Measuring Individual Learning Outcomes from Participation in Citizen Science. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(2), Artikel 3, 1–19. <https://doi.org/10.5334/cstp.126>

- Plakitsi, K. (2013). Activity Theory in Formal and Informal Science Education: The ATFISE Project. In K. Plakitsi (Hrsg.), *Cultural and historical perspectives on science education: research dialogs. Activity theory in formal and informal science education* (S. 1–16). Sense Publishers.
- Poppe, M., Zitek, A., Scheikl, S., Preis, S., Mansberger, R., Grillmayer, R. & Muhar, S. (2013). Erfassen von Ursache-Wirkungs-Beziehungen in Flusslandschaften: Vermittlung von Systemwissen in Schulen als Beitrag für ein nachhaltiges Flussgebietsmanagement. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, 65(11-12), 429–438. <https://doi.org/10.1007/s00506-013-0119-x>
- Prenzel, M. (2008). PISA 2006: Wichtige Ergebnisse im Überblick. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA 2006 in Deutschland: Die Kompetenzen der Jugendlichen im dritten Ländervergleich* (S. 3–20). Waxmann.
- Prenzel, M., Schütte, K. & Walter, O. (2007). Interesse an den Naturwissenschaften. In PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.), *PISA 2006: Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 107–124). Waxmann.
- Price, C. A. & Lee, H.-S. (2013). Changes in participants' scientific attitudes and epistemological beliefs during an astronomical citizen science project. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(7), 773–801. <https://doi.org/10.1002/tea.21090>
- Raddick, M. J., Bracey, G [G.], Carney, K., Gyuk, G., Borne, K., Wallin, J., Jacoby, S. & Planetarium, A. (2009). *Citizen Science: Status and Research Directions for the Coming Decade* (The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey, Position Paper Nr. 46). AGB Stars and Related Phenomena 2010.
- Raddick, M. J., Bracey, G [Georgia], Gay, P. L., Lintott, C. J., Cardamone, C., Murray, P., Schawinski, K., Szalay, A. S. & Vandenberg, J. (2013). Galaxy Zoo: Motivations of Citizen Scientists. *Astronomy Education Review*, 12(1), 1–27. <https://doi.org/10.3847/AER2011021>
- Rakoczy, K. (2006). Motivationsunterstützung im Mathematikunterricht: Zur Bedeutung von Unterrichtsmerkmalen für die Wahrnehmung von Schülerinnen und Schüler. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 822–843.
- Reinders, H. (2016). *Service Learning: Theoretische Überlegungen und empirische Studien zu Lernen durch Engagement*. Beltz Juventa.
- Rheinberg, F. (2010). Intrinsische Motivation und Flow-Erleben. In J. Heckhausen (Hrsg.), *Springer-Lehrbuch. Motivation und Handeln* (4. Aufl., S. 365–388). Springer.
- Richter, A., Singer-Brodowski, M., Hecker, S., Trenel, M., Letz, B. & Bonn, A. (2018). *Positionspapier: Handlungsbedarfe und Maßnahmen für die Förderung von Citizen Science*. UFZ Discussion Paper. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung.
- Richter, A., Turrini, T., Ulbrich, K. & Bonn, A. (2016). Citizen Science: Perspektiven in der Umweltbildung. In A. Bittner, T. Pyhel & V. Bischoff (Hrsg.), *DBU-Umweltkommunikation: Band*

8. *Nachhaltigkeit erfahren: Engagement als Schlüssel einer Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 96–115). oekom.
- Ringel, L., Reischauer, G. & Suchy, D. (2014). Schlägt Wissen Funken? Zu den Effekten des politischen Steuerungsinstruments Sparkling Science. *Österreichische Zeitschrift für Soziologie*, 39(2), 153–162. <https://doi.org/10.1007/s11614-014-0119-5>
- Robinson, L. D [Lucy Danielle], Cawthray, J. L., West, S. E. & Ansine, J. (2018). Ten principles of citizen science. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel & A. Bonn (Hrsg.), *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (S. 27–40). UCL Press.
- Roczen, N. (2011). *Environmental competence: The interplay between connection with nature and environmental knowledge in promoting ecological behavior* [Dissertation]. Technische Universität Eindhoven, Eindhoven. <https://doi.org/10.6100/IR719557>
- Roczen, N., Kaiser, F. G., Bogner, F. X. & Wilson, M. (2014). A Competence Model for Environmental Education. *Environment and Behavior*, 46(8), 972–992. <https://doi.org/10.1177/0013916513492416>
- Rönnebeck, S., Schöps, K., Prenzel, M., Mildner, D. & Hochweber, J. (2010). Naturwissenschaftliche Kompetenz von PISA 2006 bis PISA 2009. In E. Klieme, C. Artelt, J. Hartig, N. Jude, O. Köller, M. Prenzel, W. Schneider & P. Stanat (Hrsg.), *PISA 2009: Bilanz nach einem Jahrzehnt* (S. 177–198). Waxmann.
- Rost, J., Gresele, C. & Martens, T. (2001). *Handeln für die Umwelt: Anwendung einer Theorie*. Waxmann.
- Roth, W.-M. & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88(2), 263–291. <https://doi.org/10.1002/sce.10113>
- Rotman, D., Hammock, J., Preece, J., Hansen, D., Boston, C., Bowser, A. & He, Y. (2014). Motivations Affecting Initial and Long-Term Participation in Citizen Science Projects in Three Countries. In M. Kindling & E. Greifeneder (Vorsitz), *iConference 2014 Proceedings: Breaking Down Walls. Culture - Context - Computing*.
- Rotman, D., Preece, J., Hammock, J., Procita, K., Hansen, D., Parr, C., Lewis, D. & Jacobs, D. (2012). Dynamic changes in motivation in collaborative citizen-science projects. In S. Poltrock, C. Simone, J. Grudin, G. Mark & J. Riedl (Vorsitz), *CSCW 2012*, Seattle, Washington.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000a). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000b). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037//0003-066X.55.1.68>

- Sauermann, H., Vohland, K. [Katrin], Antoniou, V., Balázs, B., Göbel, C., Karatzas, K., Mooney, P., Perelló, J., Ponti, M., Samson, R. & Winter, S. (2020). Citizen science and sustainability transitions. *Research Policy*, 49(5), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103978>
- Schäfer, T. (2016). *Methodenlehre und Statistik: Einführung in Datenerhebung, deskriptive Statistik und Inferenzstatistik*. Springer. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-11936-2>  
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-11936-2>
- Scheuch, M., Panhuber, T., Winter, S., Kelemen-Finan, J., Bardy-Durchhalter, M. & Kapelari, S. (2018). Butterflies & wild bees: biology teachers' PCK development through citizen science. *Journal of Biological Education*, 52(1), 79–88. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1405530>
- Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S., Schöps, K., Neumann, K., Schmidtner, S., Parchmann, I. & Prenzel, M. (2016). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2015: Ergebnisse des internationalen Vergleichs mit einem modifizierten Testansatz. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 45–98). Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A., Simm, I. & Schmidtner, S. (2016). Motivationale Orientierungen, Selbstbilder und Berufserwartungen in den Naturwissenschaften in PISA 2015. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015: Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 99–128). Waxmann.
- Schild, R. (2016). Environmental citizenship: What can political theory contribute to environmental education practice? *The Journal of Environmental Education*, 47(1), 19–34. <https://doi.org/10.1080/00958964.2015.1092417>
- Schlüter, K. (2019). Forschendes Lernen: Weshalb es wichtig ist und wie es sich in der Lehramtsaus- und -fortbildung umsetzen lässt. In J. Gross, M. Hammann, P. Schmiemann & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 289–306). Springer Spektrum.
- Schneiderhan-Opel, J. & Bogner, F. X. (2020a). FutureForest: Promoting Biodiversity Literacy by Implementing Citizen Science in the Classroom. *The American Biology Teacher*, 82(4), 234–240. <https://doi.org/10.1525/abt.2020.82.4.234>
- Schneiderhan-Opel, J. & Bogner, F. X. (2020b). How fascination for biology is associated with students' learning in a biodiversity citizen science project. *Studies in Educational Evaluation*, 66, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100892>
- Schöps, K., Senkbeil, M. & Schütte, K. (2009). Umweltbezogene Einstellungen von Jugendlichen in Deutschland: Ergebnisse aus PISA 2006. In M. Prenzel & J. Baumert (Hrsg.), *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft Sonderheft: Bd. 10. Vertiefende Analysen zu PISA 2006* (S. 53–78). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Schumm, M. (2016). *Empirische Studie zu Motivation, Einstellung und Wissen von Jugendlichen: Selbstgesteuertes Lernen mit dem Thema „Erneuerbare Energien“* [Dissertation]. Universität Bayreuth, Bayreuth.
- Schumm, M. & Bogner, F. X. (2016). How Environmental Attitudes Interact with Cognitive Learning in a Science Lesson Module. *Education Research International*, 2016(4), 1–7. <https://doi.org/10.1155/2016/6136527>
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610–645. <https://doi.org/10.1002/sce.10128>
- Scott, W. (2015). Education for Sustainable Development (ESD): A Critical Review of Concept, Potential and Risk. In R. Jucker & R. Mathar (Hrsg.), *Schooling for Sustainable Development in Europe: Concepts, Policies and Educational Experiences at the End of the UN Decade of Education for Sustainable Development* (S. 47–70). Springer International Publishing.
- Seidel, T., Prenzel, M., Wittwer, J. & Schwindt, K. (2007). Unterricht in den Naturwissenschaften. In PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.), *PISA 2006: Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 147–179). Waxmann.
- Sellmann, D. (2011). *Umweltbildung zum Thema Klimawandel im botanischen Garten: Wissen, Einstellungen und Konzepte von Jugendlichen* [Dissertation]. Universität Bayreuth, Bayreuth.
- Sellmann, D. & Bogner, F. X. (2013). Climate change education: Quantitatively assessing the impact of a botanical garden as an informal learning environment. *Environmental Education Research*, 19(4), 415–429. <https://doi.org/10.1080/13504622.2012.700696>
- Shirk, J. L., Ballard, H. L., Wilderman, C. C., Phillips, T. B., Wiggins, A., Jordan, R. C., Mccallie, E., Minarchek, M., Lewenstein, B. V., Krasny, M. E. & Bonney, R. (2012). Public Participation in Scientific Research: A Framework for Deliberate Design. *Ecology and Society*, 17(2), 1–20. <https://doi.org/10.5751/ES-04705-170229>
- Shirk, J. L. & Bonney, R. (2018). Scientific impacts and innovations of citizen science. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel & A. Bonn (Hrsg.), *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (S. 41–51). UCL Press.
- Sickler, J., Cherry, T. M., Allee, L., Smyth, R. R. & Losey, J. (2014). Scientific Value and Educational Goals: Balancing Priorities and Increasing Adult Engagement in a Citizen Science Project. *Applied Environmental Education & Communication*, 13(2), 109–119. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2014.947051>
- Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(9), 467–571.
- Singleton, J. (2015). Environmental Literacy And Sustainability Values: A Content Analysis Of Environmental Education Standards. *ECO-THINKING*, 1(1), 1–18.

- Sjöström, J. & Eilks, I. (2018). Reconsidering Different Visions of Scientific Literacy and Science Education Based on the Concept of Bildung. In Y. J. Dori, Z. R. Mevarech & D. R. Baker (Hrsg.), *Innovations in Science Education and Technology: Bd. 24. Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education* (S. 65–88). Springer International Publishing.
- Skarlatidou, A., Hamilton, A., Vitos, M. & Haklay, M [Muki] (2019). What do volunteers want from citizen science technologies? A systematic literature review and best practice guidelines. *Journal of Science Communication*, 18(1), 1–23. <https://doi.org/10.22323/2.18010202>
- Smallmann, M. (2018). Citizen science and Responsible Research and Innovation. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel & A. Bonn (Hrsg.), *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (S. 241–253). UCL Press.
- Snyder, W. M. & Wenger, E. (2010). Our World as a Learning System: A Communities-of-Practice Approach. In C. Blackmore (Hrsg.), *Social Learning Systems and Communities of Practice* (S. 107–124). Springer.
- Steg, L. & Nordlund, A. (2013). Models to explain environmental behaviour. In L. Steg, A. E. van den Berg & J. I. M. de Groot (Hrsg.), *BPS textbooks in psychology. Environmental Psychology: An Introduction* (S. 185–196). BPS Blackwell.
- Stern, M. J., Powell, R. B. & Hill, D. (2013). Environmental education program evaluation in the new millennium: What do we measure and what have we learned? *Environmental Education Research*, 20(5), 581–611. <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.838749>
- Stiller, J. (2015). *Scientific Inquiry im Chemieunterricht: Eine Videoanalyse zur Umsetzung von Erkenntnisgewinnungsprozessen im internationalen und schulstufenübergreifenden Vergleich* [Dissertation]. Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin.
- Strasser, B. J., Baudry, J., Mahr, D., Sanchez, G. & Tancoigne, E. (2019). "Citizen Science"? Rethinking Science and Public Participation. *Science & Technology Studies*, 32(2), 52–76. <https://doi.org/10.23987/sts.60425>
- Thönnessen, N. (2016). *GeographielehrerInnen erproben Service Learning: Empirische Rekonstruktion von Bewertungsmustern, Akzeptanzkomponenten und Gelingensbedingungen für einen gemeinwohlorientierten Geographieunterricht* [Dissertation]. Universität zu Köln, Köln.
- Tidball, K. G. & Krasny, M. E. (2010). Urban Environmental Education From a Social-Ecological Perspective: Conceptual Framework for Civic Ecology Education. *Cities and the Environment*, 3(1), Artikel 11, 1–20.
- Tillmann, A. (2018). Begleituntersuchung zum Projekt MOLE: Mobiles Lernen in Hessen. In A. Tillmann & I. Antony (Hrsg.), *Tablet-Klassen: Begleituntersuchung, Unterrichtskonzepte und Erfahrungen aus dem Pilotprojekt "Mobiles Lernen in Hessen - MOLE"* (S. 13–40). Waxmann.

- Toomey, A. H. & Domroese, M. C. (2013). Can citizen science lead to positive conservation attitudes and behaviors? *Research in Human Ecology*, 20(1), 50-67.
- Trumbull, D. J., Bonney, R., Bascom, D. & Cabral, A. (2000). Thinking scientifically during participation in a citizen-science project. *Science Education*, 84(2), 265–275. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200003\)84:2<265::AID-SCE7>3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200003)84:2<265::AID-SCE7>3.0.CO;2-5)
- Turrini, T., Dörler, D., Richter, A., Heigl, F. & Bonn, A. (2018). The threefold potential of environmental citizen science: Generating knowledge, creating learning opportunities and enabling civic participation. *Biological Conservation*, 225, 176–186. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.024>
- Tyson, A. (2019). NOLS and Nutcrackers: The Motivations, Barriers, and Benefits Experienced by Outdoor Adventure Educators in the Context of a Citizen Science Project. *Citizen Science: Theory and Practice*, 4(1), Artikel 19, 1–15. <https://doi.org/10.5334/cstp.127>
- Upmeier zu Belzen, A. (2007). Einstellungen im Kontext Biologieunterricht. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiepädagogischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 21–32). Springer.
- Urhahne, D., Kremer, K. & Mayer, J [Jürgen] (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? *Unterrichtswissenschaft*, 36(1), 71–93.
- Urhahne, D., Kremer, K. & Mayer, J [Jürgen] (2011). Conceptions of the Nature of Science: Are they General or Context Specific? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(3), 707–730. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9233-4>
- Vallabh, P. (2017). Transforming epistemic cultures in ESE with citizen and civic sciences as means for reframing participation in the commons. In P. B. Corcoran, J. P. Weakland & A. E. Wals (Hrsg.), *Envisioning futures for environmental and sustainability education* (S. 87–102). Academic Publishers.
- Vallabh, P., Lotz-Sisitka, H., O'Donoghue, R. & Schudel, I. (2016). Mapping epistemic cultures and learning potential of participants in citizen science projects. *Conservation Biology*, 30(3), 540–549. <https://doi.org/10.1111/cobi.12701>
- van Griethuijsen, R. A. L. F., van Eijck, M. W., Haste, H., den Brok, P. J., Skinner, N. C., Mansour, N., Savran Gencer, A. & BouJaoude, S. (2015). Global Patterns in Students' Views of Science and Interest in Science. *Research in Science Education*, 45(4), 581–603. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9438-6>
- Vitone, T., Stofer, K. A., Steininger, M. S., Hulcr, J., Dunn, R. & Lucky, R. (2016). School of Ants goes to college: integrating citizen science into the general education classroom increases engagement with science. *Journal of Science Communication*, 15(1), 1–24.



- Vogt, H. (2007). Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 9–20). Springer.
- Vohland, K [Katrin] & Göbel, C. (2017). Open Science und Citizen Science als symbiotische Beziehung? *TATuP (Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis)*, 26(1-2), 18–24. <https://doi.org/10.14512/tatup.26.1-2.18>
- Vygotski, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wals, A. E. J., Brody, M., Dillon, J. & Stevenson, R. B. (2014). Science education: Convergence between science and environmental education. *Science*, 344(6184), 583–584. <https://doi.org/10.1126/science.1250515>
- Wenger, E. (2000). Communities of Practice: Learning as a Social System. *Systems Thinker*, 7(2), 225–246. <https://doi.org/10.1177/135050840072002>
- Wenger, E. (2010). Conceptual Tools for CoPs as Social Learning Systems: Boundaries, Identity, Trajectories and Participation. In C. Blackmore (Hrsg.), *Social Learning Systems and Communities of Practice* (S. 125–144). Springer.
- Wentorf, W., Höffler, T. N. & Parchmann, I. (2015). Schülerkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern: Vorstellungen, korrespondierende Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21(1), 207–222. <https://doi.org/10.1007/s40573-015-0035-7>
- Widowati, A., Widodo, E., Anjarsari, P. & Setuju (2017). The Development of Scientific Literacy through Nature of Science (NoS) within Inquiry Based Learning Approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 909, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012067>
- Wiggins, A. & Crowston, K. (2011). From Conservation to Crowdsourcing: A Typology of Citizen Science. In HICSS (Vorsitz), *44th Hawaii International Conference on System Sciences*, Kauai, HI.
- Wilde, M. & Bätz, K. (2009). Sind die süüüß! Der Einfluss des unterrichtlichen Einsatzes lebender Zwergmäuse auf Wissenserwerb, Motivation und Haltungswunsch. *IDB*, 17, 19–30.
- Wilde, M., Bätz, K., Kovaleva, A. & Urhahne, D. (2009). Überprüfung einer Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 31–45.
- Wilde, M., Retzlaff-Fürst, C., Scheerso, A., Basten, M. & Groß, J. (2019). Non-formales Biologielernten mit Schulbezug. In J. Gross, M. Hammann, P. Schmiemann & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 251–268). Springer Spektrum.
- Wright, D. R., Underhill, L. G., Keene, M. & Knight, A. T. (2015). Understanding the Motivations and Satisfactions of Volunteers to Improve the Effectiveness of Citizen Science Programs. *Society & Natural Resources*, 28(9), 1013–1029. <https://doi.org/10.1080/08941920.2015.1054976>

- Wyeth, G., Paddock, L. C., Parker, A. J., Glicksman, R. L. & Williams, J. (2019). The Impact of Citizen Environmental Science in the United States. *Environmental Law Reporter*, 49(3), 10237-10263. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106508>
- Zizka, G. (2017). Citizen Science: Revolutionieren Bürger die Wissenschaft? *Biologie in unserer Zeit*, 47(1), 40–45. <https://doi.org/10.1002/biuz.201710611>

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

---

<i>Abbildung 1: Häufig genutzte Bezeichnungen für die Beteiligten in CS Projekten und die oft damit einhergehende negative Interpretation (Quelle: Eitzel et al., 2017, S. 5) .....</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 2: Innovationspotenziale von CS (Quelle: Richter et al., 2018, S. 2).....</i>	<i>10</i>
<i>Abbildung 3: Beziehungen von den Konzepten Citizen Science, Open Science und Responsible Research und Innovation (Quelle: Vohland &amp; Göbel, 2017, S. 22).....</i>	<i>11</i>
<i>Abbildung 4: Konzeptuelles Modell um individuelle Lernergebnisse zu evaluieren (Quelle: Phillips et al., 2018, S. 7, verändert).....</i>	<i>13</i>
<i>Abbildung 5: Modell, das die Auswirkungen auf die Teilnehmenden in CS Projekten darstellt (Quelle: Phillips et al., 2012, S. 87, verändert) .....</i>	<i>19</i>
<i>Abbildung 6: Nature of Science als Teil des Rahmenkonzepts zu wissenschaftsmethodischen Kompetenzen / Erkenntnisgewinnung (Quelle: Mayer, 2007, S. 178).....</i>	<i>25</i>
<i>Abbildung 7: Ablauf von IBL mit den generellen Phasen, Subphasen und deren Beziehungen zueinander (Quelle: Pedaste et al., 2015, S. 56, verändert) .....</i>	<i>28</i>
<i>Abbildung 8: Grafische Darstellung von zwei verschiedenen Modellen zur Umwelteinstellung, wobei das NEP-Modell in grau und das 2 MEV-Modell in schwarz abgebildet ist (Quelle: Manoli et al., 2019, S. 4, verändert) ..</i>	<i>31</i>
<i>Abbildung 9: Die Theorie des geplanten Verhaltens (Quelle: Ajzen, 1991, S. 182, verändert).....</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung 10: Umweltschutzverhalten in CS Projekten (Quelle: Toomey &amp; Domroese, 2013, S. 50, verändert)...</i>	<i>33</i>
<i>Abbildung 11: Die fünf Stufen der Motivation nach Deci und Ryan (Quelle: Krapp &amp; Hascher, 2014b, S. 260)....</i>	<i>37</i>
<i>Abbildung 12: Rahmenwerk zu den Dimensionen des Engagements in CS (Phillips et al., 2019, S. 684, übersetzt) .....</i>	<i>40</i>
<i>Abbildung 13: Die Leiter der Partizipation (Quelle: Arnstein, 1969, S. 217, übersetzt nach Kersting, 2008, S. 16 ) .....</i>	<i>47</i>
<i>Abbildung 14: Theoretische Vermutungen über die Auswirkungen der Partizipation auf verschiedene Faktoren (Quelle: Jordan et al., 2015, S. 209, verändert).....</i>	<i>51</i>
<i>Abbildung 15: Koexistenz von internem und externem Wert der Partizipation (Quelle: Lawrence, 2006, S. 293, übersetzt) .....</i>	<i>51</i>
<i>Abbildung 16: Annahme nach Bonney, Ballard et al., 2009 (Eigene Darstellung) .....</i>	<i>53</i>
<i>Abbildung 17: Das Studiendesgin dieser Studie mit den drei Messzeitpunkten und der Intervention (Experimentalgruppe - EG).....</i>	<i>57</i>
<i>Abbildung 18: Die Berechnung und das Ergebnis der A priori Poweranalyse zur Berechnung der Stichprobengröße.....</i>	<i>71</i>
<i>Abbildung 19: Beschreibung der Stichprobe nach Experimentalgruppe, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht.</i>	<i>73</i>
<i>Abbildung 20: Beschreibung der reduzierten Stichprobe nach Experimentalgruppe, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht.....</i>	<i>73</i>
<i>Abbildung 21: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte zu NOS und den Subskalen aufgeteilt nach den drei Experimentalgruppen (1 – Prätest, 2 – Posttest, 3 – Follow up Test).....</i>	<i>78</i>

Abbildung 22: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte von NOS aufgeteilt nach Schulart, Klassenstufe und Geschlecht (N Realschule = 23, N Gymnasium = 81, N IGS = 50; N 7. Stufe = 28, N 9. Stufe = 50, N 10. Stufe = 8, N 12. Stufe = 68; N weiblich = 87, N männlich = 67, 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test).....	83
Abbildung 23: Verlauf der Mittelwerte von NOS aufgeteilt in Geschlecht und Projekt (1-Prätest, 2-Posttest, 3-Follow up Test) .....	84
Abbildung 24: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte der drei Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften aufgeteilt nach den drei Experimentalgruppen (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test).....	86
Abbildung 25: Grafische Darstellung der Mittelwerte für die Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften aufgeteilt nach Schulart, Klassenstufe und Geschlecht (N Realschule = 22, N Gymnasium = 81, N IGS = 49; N 7. Stufe = 27, N 9. Stufe = 49, N 10. Stufe = 8, N 12. Stufe = 68; N weiblich = 86, N männlich = 66, 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)	90
Abbildung 26: Verlauf der Mittelwerte der signifikanten Interaktionen aufgeteilt in Schulart, Klassenstufe, Geschlecht und Projekt (1-Prätest, 2-Posttest, 3-Follow up Test) .....	93
Abbildung 27: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte der Subskalen aufgeteilt nach den drei Experimentalgruppen (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test).....	94
Abbildung 28: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte der Utilisation und Präservation aufgeteilt nach Schulart, Klassenstufe und Geschlecht (N Realschule = 23, N Gymnasium = 81, N IGS = 51; N 7. Stufe = 28, N 9. Stufe = 51, N 10. Stufe = 8, N 12. Stufe = 68; N weiblich = 87, N männlich = 68, 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)	97
Abbildung 29: Verlauf der Mittelwerte der Utilisation/Präservation aufgeteilt in Schulart, Klassenstufe, Geschlecht und Projekt (Achse: 1-Prätest, 2-Posttest, 3-Follow up Test).....	99
Abbildung 30: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte zur Skala GEB und zur Subskala aufgeteilt nach den drei Experimentalgruppen (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test).....	101
Abbildung 31: Grafische Darstellung der Veränderung der Mittelwerte der GEB aufgeteilt nach Schulart (N Realschule = 22, N Gymnasium = 81, N IGS = 52; N 7. Stufe = 27, N 9. Stufe = 52, N 10. Stufe = 8, N 12. Stufe = 68; N weiblich = 88, N männlich = 67, 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test) .....	104
Abbildung 32: Verlauf der Mittelwerte der GEB aufgeteilt in Klassenstufe und Projekt (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test) .....	105
Abbildung 33: Grafische Darstellung der Summenwerte für den Verlauf des Fachwissens (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test) .....	106
Abbildung 34: Grafische Darstellung der Veränderung der Summenwerte des Fachwissens aufgeteilt nach Schulart, Klassenstufe und Geschlecht (N Realschule = 23, N Gymnasium = 81, N IGS = 52; N 7. Stufe = 28, N 9. Stufe = 52, N 10. Stufe = 8, N 12. Stufe = 68; N weiblich = 88, N männlich = 68, 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test).....	108
Abbildung 35: Grafische Darstellung der Mittelwerte für die KIM und die vier Subskalen .....	111
Abbildung 36: Der Verlauf der Mittelwerte für alle Variablen aufgeteilt nach der Gesamtskala KIM, die Subskalen Interesse und Vergnügen, Kompetenz erleben und Wahlfreiheit jeweils in höhere und geringere Ausprägungen eingeteilt (nur für statistisch signifikante Ergebnisse, 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test) .....	113

*Abbildung 37: Verlauf der Mittelwerte die Skalen der Einstellung zu den Naturwissenschaften aufgeteilt nach Druck, Kompetenzerleben, Vergnügen und jeweils in die Projektart (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test) ..... 114*

*Abbildung 38: Modell von Partizipation in organisierten Aktivitäten (Quelle: Bohnert et al., 2010, S. 579, verändert) ..... 144*



## TABELLENVERZEICHNIS

---

<i>Tabelle 2: Aspekte, die für Scientific Literacy von Bedeutung sind (Quelle: Hofheinz, 2008, S. 40) .....</i>	<i>22</i>
<i>Tabelle 3: Die drei Visionen der Scientific Literacy (Quelle: Sjöström &amp; Eilks, 2018, S. 78, verändert).....</i>	<i>22</i>
<i>Tabelle 4: Aspekte die das Wesen der Naturwissenschaften beschreiben und für den Schulunterricht von Bedeutung sind (auf eine Übersetzung wurde verzichtet, damit die Bedeutung nicht verzerrt wird).....</i>	<i>24</i>
<i>Tabelle 5: Definitionen von Programmarten, die in der Umweltbildung als Best Practice angesehen werden (Quelle: Stern et al., 2013, S. 583, verändert) .....</i>	<i>34</i>
<i>Tabelle 6: Übersicht über die Interventionsstudien im Kontext von CS.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabelle 7: Übersicht über die Ergebnisse der Interventionsstudien (• - keine Veränderung, ↗ - Verbesserung) .</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 8: Dreistufige Typologie nach Bonney, Ballard et al. (2009, S. 17, verändert), X – Öffentlichkeit nimmt an dem Schritt teil, (X) – Öffentlichkeit nimmt manchmal an dem Schritt teil.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabelle 9: Übersicht über die Modelle, die CS Projekte nach der Partizipation am wissenschaftlichen Prozess einteilen .....</i>	<i>50</i>
<i>Tabelle 10: Übersicht über die aufgestellten Hypothesen zu den Forschungsfragen.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabelle 11: Der Verlauf der drei Projektarten / Experimentalgruppen (EG): Kooperation, Kollaboration und Codesign.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabelle 12: Übersicht über die Testinstrumente und die Reliabilitätswerte (Cronbachs <math>\alpha</math>) .....</i>	<i>64</i>
<i>Tabelle 13: Mittelwerte und Standardabweichungen von NOS und den Subskalen für die drei Experimentalgruppen (EG) zu jedem Zeitpunkt (1 – Prätest, 2 – Posttest, 3 – Follow up Test) .....</i>	<i>76</i>
<i>Tabelle 14: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für NOS, die Subskalen und den Einfluss der Experimentalgruppen (Projekt).....</i>	<i>80</i>
<i>Tabelle 15: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für den Haupteffekt bei NOS (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test) .....</i>	<i>81</i>
<i>Tabelle 16: Die Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für NOS aufgeteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht (R-Realschule, G-Gymnasium, IGS-Integrierte Gesamtschule).....</i>	<i>82</i>
<i>Tabelle 17: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für NOS und den Einfluss der weiteren Variablen (Korrektur nach Huynh-Feldt) .....</i>	<i>83</i>
<i>Tabelle 18: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die statistisch signifikanten Interaktionseffekte mit NOS (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test) .....</i>	<i>84</i>
<i>Tabelle 19: Mittelwerte und Standardabweichung der Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabelle 20: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die drei Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften und dem Einfluss der Experimentalgruppe (Projekt) .....</i>	<i>87</i>
<i>Tabelle 21: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für den Haupteffekt bei Freude und Interesse und dem generellen Wert sowie für den Interaktionseffekt bei Freude und Interesse und den Experimentalgruppen/Projekt (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test).....</i>	<i>88</i>
<i>Tabelle 22: Die Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die drei Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften aufgeteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht (R-Realschule, G-Gymnasium, IGS-Integrierte Gesamtschule).....</i>	<i>89</i>

<i>Tabelle 23: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Skalen zur Einstellung zu den Naturwissenschaften und den Interaktionen mit Projekt, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht</i> .....	91
<i>Tabelle 24: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die Interaktionseffekte (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)</i> .....	92
<i>Tabelle 25: Mittelwerte und Standardabweichung der beiden Subskalen Utilisation und Präservation</i> .....	94
<i>Tabelle 26: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die zwei Skalen zur Umwelteinstellung und dem Einfluss der Experimentalgruppe (Projekt), Korrektur nach Huynh-Feldt</i> .....	95
<i>Tabelle 27: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für den Haupteffekt und Interaktionseffekt für die Utilisation und die Experimentalgruppen/Projekt (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)</i> .....	95
<i>Tabelle 28: Die Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die Utilisation und Präservation aufgeteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht (R-Realschule, G-Gymnasium, IGS-Integrierte Gesamtschule)</i> .....	96
<i>Tabelle 29: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Utilisation und den Interaktionen mit Projekt, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht (Korrektur nach Huynh-Feldt)</i> .....	98
<i>Tabelle 30: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die Interaktionseffekte (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)</i> .....	100
<i>Tabelle 31: Mittelwerte und Standardabweichungen der Gesamtskala des Umwelthandelns (GEB) und der Subskala indirektes Umweltverhalten</i> .....	101
<i>Tabelle 32: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die GEB und die Subskala indirektes Umweltverhalten (ind. UV) und dem Einfluss der Experimentalgruppe (Projekt)</i> .....	102
<i>Tabelle 33: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für den Haupteffekt und Interaktionseffekt für die GEB und das indirekte Umweltverhalten (ind. UV; 1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)</i> .....	103
<i>Tabelle 34: Die Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD) für die GEB aufgeteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht (R-Realschule, G-Gymnasium, IGS-Integrierte Gesamtschule)</i> .....	103
<i>Tabelle 35: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für die Präservation und den Interaktionen mit Projekt, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht (Sphärizität angenommen)</i> .....	104
<i>Tabelle 36: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die Interaktionseffekte (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)</i> .....	105
<i>Tabelle 37: Summenwerte und Standardabweichung der gesamten Skala Fachwissen für die drei Experimentalgruppen zu jedem Zeitpunkt (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)</i> .....	106
<i>Tabelle 38: Ergebnisse des Tests der Innersubjekteffekt für die Veränderung des Fachwissens und die Interaktion mit den Experimentalgruppen</i> .....	107
<i>Tabelle 39: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die Veränderung des Fachwissens</i> .....	107
<i>Tabelle 40: Die Summenwerte (S) und Standardabweichungen (SD) für das Fachwissen aufgeteilt nach Klassenstufe, Schulart und Geschlecht (R-Realschule, G-Gymnasium, IGS-Integrierte Gesamtschule)</i> .....	108
<i>Tabelle 41: Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung für das Fachwissen und den Interaktionen mit Projekt, Schulart, Klassenstufe und Geschlecht (Huynh-Feldt)</i> .....	109
<i>Tabelle 42: Ergebnisse des Tests der Innersubjektkontraste für die Interaktionseffekte (1 = Prätest, 2 = Posttest, 3 = Follow up Test)</i> .....	109



<i>Tabelle 43: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Gesamtskala der KIM und für die vier Subskalen (Mittelwert, SD-Standardabweichung; N<sub>Kooperation</sub> = 55, N<sub>Kollaboration</sub> = 56, N<sub>Kodesign</sub> = 54, N<sub>gesamt</sub> = 165, bei Kompetenz und Wahlfreiheit ist N<sub>Kodesign</sub> = 53)</i> .....	110
<i>Tabelle 44: Ergebnisse der einfaktoriellen ANOVA für die Zusammenhänge zwischen den Skalen der Motivation und den Experimentalgruppen</i> .....	111
<i>Tabelle 45: Zusammenfassung der Ergebnisse für die Hauptskalen (P-Projektart/Experimentalgruppe, 1-Prätest, 2-Posttest, 3-Follow up Test)</i> .....	117
<i>Tabelle 46: Übersicht über die Ergebnisse zum Einfluss der Motivation (P – Projektart/Experimentalgruppe, 1-Prätest, 2-Posttest, 3-Follow up Test)</i> .....	118
<i>Tabelle 47: Übersicht über die Ergebnisse der Subskalen (P – Projektart/Experimentalgruppe, 1-Prätest, 2-Posttest, 3-Follow up Test)</i> .....	119
<i>Tabelle 48: Die Mittelwerte dieser Studie im Vergleich zu den Ergebnissen der Pisastudie von 2006 (MZP - Messzeitpunkt)</i> .....	131
<i>Tabelle 49: Vergleich der Ergebnisse zur Umwelteinstellung mit anderen Studienergebnissen unterteilt nach Messzeitpunkten (MZP) und nach Geschlecht</i> .....	132



## ANHANG

---

1	Anhang: Testheft .....	184
2	Anhang: Intervention .....	194
2.1	Kooperation .....	194
2.2	Kollaboration .....	220
2.3	Kodesign .....	249
2.4	Arbeitsblätter .....	281
2.5	Arbeitsblätter für den Workshop .....	297
3	Anhang: Ergebnisse des Mauchly-Tests .....	307
4	Anhang: Ergebnisse des Tests der Zwischensubjekteffekte .....	308
5	Anhang: Ergebnisse der paarweisen Vergleiche .....	311
6	Anhang: Ergebnisse des Tests auf Homogenität der Varianzen .....	313
7	Anhang: Ergebnisse der Varianzanalyse (KIM als Zwischensubjektfaktor) .....	314

# 1 ANHANG: TESTHEFT

Liebe Schülerin, Lieber Schüler,

vielen Dank, dass du diesen Fragebogen ausfüllst.

Dieser Fragebogen ist Teil einer wissenschaftlichen Untersuchung und streng vertraulich. Er wird nicht von deiner Lehrkraft bewertet.

- Bearbeite den Test bitte **alleine** und **sorgfältig**.
- Kreuze die Antworten an, die deiner Meinung nach richtig sind. **Es gibt keine falschen Antworten!**
- Wenn du dich beim Ankreuzen vertan hast, dann male das Kästchen vollständig aus und kreuze ein anderes an.
- Falls du eine Frage nicht beantworten möchtest, kann diese unbeantwortet bleiben.
- Wenn du fertig bist: Kontrolliere bitte, ob du alle Seiten ausgefüllt hast!

## Bestimme deinen persönlichen Code

Dein Code besteht aus:

Deinem Geschlecht: Weiblich = W oder Männlich = M

Geburtsmonat: z.B. 01 = Januar, 11 = November

Geburtsjahr: z.B. 04 = 2004, 05 = 2005, ....

Den ersten beiden Buchstaben des Namens deiner Mutter

Dem ersten und letzten Buchstaben deines Namens

Geschlecht	Geburtsmonat	Geburtsjahr	Mutter	dein Name
↑				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Beispiel:** Jonas ist männlich, geboren im August 2005, seine Mutter heißt Ursula und der erste Buchstabe seines Names ist ein J und der letzte ein S.

Jonas Code lautet:

M	0	8	0	5	U	R	J	S
---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Wie sehr stimmst du mit den folgenden Aussagen überein?** (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen)

		Stimmt gar nicht	Stimmt kaum	Stimmt teils- teils	Stimmt ziemlich	Stimmt völlig
1	Der Mensch wurde erschaffen, um über den Rest der Natur zu herrschen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Ich versuche häufig, andere davon zu überzeugen, dass Umweltschutz wichtig ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Umweltschutz kostet viel Geld. Ich bin bereit, bei einer Sammlung mitzuhelfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Wir sollten nur nützliche Tiere und Pflanzen schützen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Wenn ich einmal Extra-Taschengeld bekomme, werde ich einen Teil an Umweltorganisationen spenden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Menschen sind wichtiger als die anderen Lebewesen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Tiere und Pflanzen existieren in erster Linie zum Nutzen der Menschen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Ich würde gern wissen, welche Tiere im Wasser leben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Ich spare Wasser und dusche anstatt ein Vollbad zu nehmen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Ich fühle mich wohl in der Stille der Natur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Um Abfall in der Natur aufzusammeln, würde ich meine Freizeit opfern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Die Menschen machen sich über die Umweltverschmutzung zu viele Gedanken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Wir müssen Wälder abholzen, um möglichst viele Getreidefelder anzulegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Wenn ich älter bin, werde ich aktiv in einer Naturschutzgruppe mitmachen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Der Umweltschutz hält oft den Fortschritt auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Es macht mir keinen Spaß, selbst ins Grüne (Wald, Wiese) hinauszugehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Ich sitze gerne am Rande eines Weihers und beobachte dabei zum Beispiel Libellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Wir müssen Straßen bauen, um in die Natur hinausfahren zu können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Man darf gerne eine geschützte Blume pflücken, wenn viele davon auf einer Stelle wachsen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Der Mensch braucht sich nicht der Natur anzupassen, sondern kann sie für seine Bedürfnisse ändern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Du findest hier eine Liste von Handlungen. Bitte gib an, wie häufig du diese Handlungen ausführst. (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen)**

Kreuze KA "kann ich nicht beantworten" dann an, wenn eine Frage auf deine momentane Lebenssituation nicht zutrifft (beispielsweise kannst du keine Angaben zu deinem Handy machen, wenn du kein Handy besitzt).

		nie	selten	gelegentlich	oft	sehr oft	KA
1	Für den Schulweg benutze ich das Fahrrad, öffentliche Verkehrsmittel oder gehe zu Fuß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Ich kaufe Lebensmittel aus kontrolliert biologischem Anbau.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Ich kaufe Getränke in Dosen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Pullover oder Hosen gebe ich in die Wäsche, wenn ich sie einen Tag lang getragen habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Ich kaufe Getränke in Mehrwegflaschen..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Ich versuche, meine Eltern davon zu überzeugen, ein Auto mit möglichst wenig Benzinverbrauch zu kaufen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Wenn mir im Geschäft eine Plastiktüte angeboten wird, nehme ich sie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Ich sammle Altpapier und gebe es zum Recycling.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Wenn sich jemand umweltschädigend verhält, mache ich ihn/sie darauf aufmerksam.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Ich spende Geld für Umweltschutzorganisationen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Altglas bringe ich zum Sammelcontainer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Ich lasse mich im Auto herumfahren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Auf Ausflüge nehme ich Getränke in Einwegverpackungen mit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Ich kaufe Artikel in Nachfüllpackungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Beim Verlassen eines leeren Raumes, schalte ich das Licht aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Ich fordere meine Eltern auf, Obst und Gemüse der Jahreszeit entsprechend zu kaufen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Ich esse Obst und Gemüse entsprechend der Jahreszeit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Ich trenne meinen Müll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Elektrische Geräte (Fernseher, Musikanlage, Drucker) lass ich auf Stand-by stehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Ich besorge mir Bücher, Informationsschriften oder andere Materialien, die sich mit Umweltproblemen beschäftigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

		nie	selten	gelegentlich	oft	sehr oft	KA
21	Beim Einkaufen bevorzuge ich Produkte mit Umweltzeichen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	Auf meinen Partys/ Feten trinken wir aus Plastik- oder Pappbechern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Insekten bekämpfe ich mit einem Spray.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Im Winter drehe ich meine Heizung herunter, wenn ich meine Wohnung für mehr als 4 Stunden verlasse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	Ich esse in Fastfood-Restaurants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	Ich benutze Hefte und Schreibblöcke aus Recyclingpapier.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	Ich benutze Filzstifte und keine Buntstifte zum Malen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	Gebrauchtes Geschenkpapier hebe ich auf, um es wiederzuverwenden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	Für kürzere Wege (10-15 Minuten) laufe ich oder benutze das Fahrrad.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	Ich informiere mich in den Medien (Zeitung, Zeitschriften, Bücher, Fernsehen) über aktuelle Umweltfragen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	Wenn es um unseren Urlaub geht, setze ich mich dafür ein, möglichst nicht weit weg zu fahren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	Ich bin für Pizza vom Pizzaservice zu haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	Wenn ich mir Notizen mache, benutze ich gebrauchtes Papier, das auf einer Seite schon bedruckt ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Bei den folgenden Handlungen ist nicht die Häufigkeit gefragt; es geht vielmehr darum, was eher für dich zutrifft.** (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen)

		ja	nein	KA
1	Ich verwende Einkaufstüten oder -taschen mehrfach.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Im Winter ist es in meinem Zimmer so warm, dass man auch im T-Shirt nicht friert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Im Hotel lasse ich täglich die Handtücher wechseln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Leere Batterien werfe ich in den Hausmüll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Ich bin Mitglied in einer Umweltschutzorganisation.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Ich verlasse nach einem Picknick den Platz genauso, wie ich ihn angetroffen habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Ich verzichte auf batteriebetriebene Geräte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Wie sehr stimmst du mit den folgenden Aussagen überein?** (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen)

		Stimmt gar nicht	Stimmt kaum	Stimmt teils-teils	Stimmt ziemlich	Stimmt völlig
1	Anfänger können noch keine Naturphänomene beobachten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Nur Naturwissenschaftler können sich naturwissenschaftliche Forschungsfragen überlegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Nur Naturwissenschaftler können naturwissenschaftliche Theorien entwickeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Anfänger können sich noch keine naturwissenschaftlichen Forschungsfragen überlegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Nur Naturwissenschaftler können Naturphänomene beobachten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Bewährte naturwissenschaftliche Theorien dürfen nicht in Frage gestellt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Alle Fragen in den Naturwissenschaften haben genau eine Lösung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Naturwissenschaftler stimmen immer darin überein, was in ihrem Fach wahr ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Das Beste an den Naturwissenschaften ist, dass viele Probleme nur eine richtige Lösung aufweisen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Das Wissen in den Naturwissenschaften ist für alle Zeit wahr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	In den Naturwissenschaften ist beinahe alles bekannt; es gibt nicht mehr viel, was man herausfinden könnte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Es gibt nur die eine Lösung, wenn Naturwissenschaftler einmal das Ergebnis eines Experiments gefunden haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Naturwissenschaftliche Theorien werden verändert oder ersetzt, wenn neue Beweise vorliegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Manchmal verändern sich die Vorstellungen in den Naturwissenschaften.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Manchmal ändern Naturwissenschaftler ihre Meinung darüber, was in ihrem Fach wahr ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Durch neue Entdeckungen kann sich verändern, was Naturwissenschaftler für richtig halten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Es gibt manche Fragen in den Naturwissenschaften, die auch Naturwissenschaftler nicht beantworten können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Einige Vorstellungen in den Naturwissenschaften sind heute anders als das, was Naturwissenschaftler früher dachten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Die Vorstellungen in Naturwissenschaftsbüchern verändern sich manchmal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Naturwissenschaftliche Theorien verändern und entwickeln sich mit der Zeit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	Gute Theorien stützen sich auf die Ergebnisse aus vielen verschiedenen Experimenten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	Wenn Naturwissenschaftler Experimente durchführen, legen sie im Voraus einige Aspekte der Untersuchung fest.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



		Stimmt gar nicht	Stimmt kaum	Stimmt teils- teils	Stimmt ziemlich	Stimmt völlig
23	Es ist wichtig, eine konkrete Vorstellung zu haben, bevor man mit einem Experiment beginnt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Für Naturwissenschaftler sind Experimente mit unerwarteten Ergebnissen wertlos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	Es ist wichtig, Experimente mehr als einmal durchzuführen, um Ergebnisse abzusichern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	Die Ideen zu naturwissenschaftlichen Experimenten kommen daher, dass man neugierig ist und darüber nachdenkt, wie etwas funktioniert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	In den Naturwissenschaften können sich neue Vorstellungen aus den eigenen Fragen und Experimenten entwickeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	In den Naturwissenschaften kann es mehrere Wege geben, um Vorstellungen zu überprüfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	Ein Experiment ist ein guter Weg um herauszufinden, ob etwas wahr ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	Naturwissenschaftliche Theorien sind oft komplizierter als sie sein müssten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	Naturwissenschaftliche Theorien und Gesetze werden eher kompliziert als einfach formuliert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	Je komplizierter eine naturwissenschaftliche Theorie ist, desto höher ist ihr Ansehen unter Naturwissenschaftlern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	Naturwissenschaftler streben danach, so viele Theorien und Gesetze wie eben möglich aufzustellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	Wenn zwei Theorien ein Naturphänomen gleich gut erklären, ist die kompliziertere Theorie auch die bessere.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	Ziel naturwissenschaftlicher Theorien ist es, einem Teil menschlicher Erfahrungen eine Ordnung zu geben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	Naturwissenschaftler führen Experimente durch, um neue Entdeckungen zu machen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	Ziel naturwissenschaftlicher Theorien ist es, Naturvorgänge zu erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	Naturwissenschaftler untersuchen Naturphänomene und liefern Erklärungen, warum diese auftreten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	Naturwissenschaftler führen Experimente durch, um zu erklären, wie bestimmte Ereignisse zustande kommen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	Naturwissenschaftliche Theorien und Gesetze haben mit Kreativität nichts zu tun.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	Naturwissenschaftliches Wissen ist auch ein Ergebnis menschlicher Kreativität.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	Kreatives Denken verträgt sich nicht mit den auf Logik beruhenden Naturwissenschaften.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43	Das naturwissenschaftliche Wissen zeigt die Kreativität von Naturwissenschaftlern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44	Das kreative Denken von Naturwissenschaftlern ist zu wenig vertrauenswürdig, um dadurch naturwissenschaftliche Fortschritte zu erzielen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Wie sehr stimmst du mit den folgenden Aussagen überein?** (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen)

		Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Stimme eher zu	Stimme ganz zu
1	Im Allgemeinen macht es mir Spaß, mich mit naturwissenschaftlichen Themen zu befassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Ich lese gerne etwas über Naturwissenschaften.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Ich beschäftige mich gerne mit naturwissenschaftlichen Problemen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Ich eigne mir gerne neues Wissen in den Naturwissenschaften an.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Ich bin interessiert, Neues in den Naturwissenschaften zu lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Neue Erkenntnisse in Naturwissenschaft und Technik verbessern normalerweise die Lebensbedingungen der Menschen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Naturwissenschaften sind wichtig, damit wir die natürliche Welt verstehen können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Neue Erkenntnisse in Naturwissenschaft und Technik tragen normalerweise dazu bei, die Wirtschaft anzukurbeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Naturwissenschaften sind wertvoll für die Gesellschaft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Neue Erkenntnisse in Naturwissenschaft und Technik bringen normalerweise einen sozialen Nutzen mit sich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Ich würde gerne in einem Beruf arbeiten, der mit Naturwissenschaften zu tun hat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Ich würde gerne ein naturwissenschaftliches Fach nach meinem Schulabschluss studieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Ich würde gerne mein Leben damit verbringen, Naturwissenschaften auf einem fortgeschrittenen Niveau zu betreiben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Ich würde als Erwachsene/r gerne an naturwissenschaftlichen Projekten arbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Diese Skala wurde nur im Posttest eingesetzt.

**Denke nun an das Projekt QueichNet zurück. Wie sehr stimmst du mit den folgenden Aussagen überein? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen)**

		Stimme gar nicht zu	Stimme wenig	Stimmt teils-teils	Stimme ziemlich	Stimmt völlig
1	Die Tätigkeit in dem Projekt hat mir Spaß gemacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Ich fand die Tätigkeit im Projekt sehr interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Die Tätigkeit in dem Projekt war unterhaltsam.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Bei der Tätigkeit in dem Projekt stellte ich mich geschickt an.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Mit meiner Leistung in dem Projekt bin ich zufrieden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Ich glaube, ich war bei der Tätigkeit in dem Projekt ziemlich gut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Ich konnte die Tätigkeit in dem Projekt selbst steuern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Bei der Tätigkeit in dem Projekt konnte ich wählen, wie ich es mache.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Bei der Tätigkeit in dem Projekt konnte ich so vorgehen, wie ich es wollte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Bei der Tätigkeit in dem Projekt fühlte ich mich unter Druck.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Bei der Tätigkeit in dem Projekt fühlte ich mich angespannt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Ich hatte Bedenken, ob ich die Tätigkeit in dem Projekt gut hinbekomme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Zum Abschluss noch ein kleines Quiz! Nur eine der Antworten ist richtig.**

1. Ein Ökosystem ist...

... stets ein Wald	<input type="checkbox"/>
... von einem anderen Ökosystem klar abgegrenzt (z.B. Küste vom Meer durch Küstenlinie)	<input type="checkbox"/>
... eine Sammelbezeichnung für grüne Pflanzen, Tiere und Zersetzer (z.B. Bakterien).	<input type="checkbox"/>
... das Wirkungsgefüge aus Lebensgemeinschaft und Lebensraum.	<input type="checkbox"/>

2. Mäander sind...

... Wiesen, die nicht beweidet, sondern gemäht werden.	<input type="checkbox"/>
... Schlingen eines Flusses.	<input type="checkbox"/>
... Hochwasserbeeinflusste Randbereiche eines Fließgewässers.	<input type="checkbox"/>
... historische, landwirtschaftliche Geräte zum Mähen.	<input type="checkbox"/>

3. Welche Folgen hat die Errichtung von Stauwerken an Fließgewässern?

Sand häuft sich flussabwärts eines Stauwerkes an, da die Steine von ihm zurückgehalten werden.	<input type="checkbox"/>
Die Fische können über Fischtreppen leichter zu ihren Laichplätzen schwimmen.	<input type="checkbox"/>
Der Fluss schneidet nach dem Stauwerk tiefer in die Landschaft ein.	<input type="checkbox"/>
Sie führen zu einer Verbesserung der Wasserqualität durch die Erhöhung der Selbstreinigungskraft des Wassers.	<input type="checkbox"/>

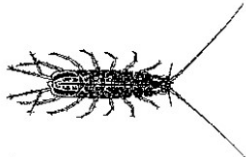
4. Was sind die Nachteile einer Biologischen Wasseruntersuchung?

Sie liefert nur eine Aussage über den momentanen Zustand eines Gewässers.	<input type="checkbox"/>
Da nicht jedes einzelne Tier gefunden wird, ist sie ungenau.	<input type="checkbox"/>
Die Untersuchung erfordert mehrere Tage Arbeit.	<input type="checkbox"/>
Man kann zwar Verschlechterungen der Wasserqualität feststellen, nicht jedoch ihre Ursache.	<input type="checkbox"/>

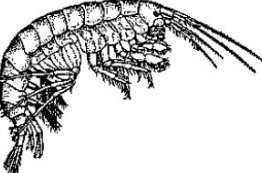
5. Kreuze den richtigen Namen des abgebildeten Lebewesens an.

	Liebellarlarve	<input type="checkbox"/>
	Schlammfliegenlarve	<input type="checkbox"/>
	Eintagsfliegenlarve	<input type="checkbox"/>
	Steinfliegenlarve	<input type="checkbox"/>


6. Kreuze den richtigen Namen des abgebildeten Lebewesens an.

	Wasserassel	<input type="checkbox"/>
	Flohkrebs	<input type="checkbox"/>
	Flusskrebs	<input type="checkbox"/>
	Languste	<input type="checkbox"/>

7. Kreuze den richtigen Namen des abgebildeten Lebewesens an.

	Hüpfertling	<input type="checkbox"/>
	Panzerkrebs	<input type="checkbox"/>
	Wasserfloh	<input type="checkbox"/>
	Bachflohkrebs	<input type="checkbox"/>

8. Kreuze den richtigen Namen des abgebildeten Lebewesens an.

	Röhrenwurm	<input type="checkbox"/>
	Steinfliegenlarve	<input type="checkbox"/>
	Köcherwurm	<input type="checkbox"/>
	Köcherfliegenlarve	<input type="checkbox"/>

9. Welcher Parameter gehört **nicht** zu einer chemisch-physikalischen Gewässeruntersuchung?

pH-Wert	<input type="checkbox"/>
Leitfähigkeit	<input type="checkbox"/>
Kohlenstoffgehalt	<input type="checkbox"/>
Temperatur	<input type="checkbox"/>

10. In wie viele Güteklassen werden Fließgewässer in Europa eingeteilt?

3	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>

11. Welches dieser Tiere steht für die beste Gewässergüte?

Wasserassel	<input type="checkbox"/>
Köcherfliegenlarve	<input type="checkbox"/>
Schlammröhrenwurm	<input type="checkbox"/>
Egel	<input type="checkbox"/>

12. Welches dieser Tiere steht für die schlechteste Gewässergüte?

Egel	<input type="checkbox"/>
Zuckmückenlarve	<input type="checkbox"/>
Flohkrebs	<input type="checkbox"/>
Eintagsfliegenlarve	<input type="checkbox"/>

13. Welcher Parameter gehört **nicht** zu einer Untersuchung der Gewässerstruktur?

Algenbewuchs	<input type="checkbox"/>
Strömungsbild	<input type="checkbox"/>
Gewässersohle	<input type="checkbox"/>
Tiefenvarianz	<input type="checkbox"/>

14. Was ist **keine** Ursache für erhöhte Wassertemperaturen?

Verringerte Fließgeschwindigkeiten durch Aufstauung.	<input type="checkbox"/>
Sekundärbelastung durch abgestorbenes Pflanzenmaterial.	<input type="checkbox"/>
Kaum Beschattung, da Uferbäume fehlen.	<input type="checkbox"/>
Einleitung von Abwasser durch Kläranlagen oder Industriebetriebe.	<input type="checkbox"/>

**Super, du hast es geschafft!**

Gratulation für deine Ausdauer! Und ein ganz großes **DANKESCHÖN** für **deine** hilfreichen Antworten!

## 2 ANHANG: INTERVENTION

---

### 2.1 KOOPERATION

Liebe Lehrkräfte,

hiermit erhalten Sie den Ordner mit allen Unterlagen, die Sie für die Teilnahme an dem Citizen Science Projekt QueichNet brauchen! Das Projekt ist in 7 Module aufgeteilt, die Sie der folgenden Tabelle entnehmen können.

Modulübersicht

	<b>Titel des Moduls</b>	<b>Zeitangaben</b>
<b>Modul 1</b>	Einführung in das Thema Fließgewässerökologie	1-2 Schulstunden
<b>Modul 2</b>	Einführung in das Wissenschaftliche Arbeiten	1-2 Schulstunden
<b>Workshop</b>	Workshop zu den Materialien (wird von Josephine Berndt durchgeführt)	ca. 2 Schulstunden
<b>Modul 3</b>	Datenaufnahme	2 Schulstunden
<b>Modul 4</b>	Datenaufnahme	2 Schulstunden
<b>Modul 5</b>	Datenaufnahme	2 Schulstunden
<b>Modul 6</b>	Datenanalyse	1-2 Schulstunden
<b>Modul 7</b>	Darstellung der Ergebnisse	1-2 Schulstunden

Ich bitte Sie die Module in der vorgegebenen Reihenfolge mit Ihren Schülerinnen und Schülern zu bearbeiten. Jedes Modul ist in diesem Ordner in drei Kapitel (A, B, C) unterteilt.

- A – Verlaufsplan des jeweiligen Moduls
- B – benötigte Materialien für das Modul
- C – erweitertes Klassenbuch

Ich bitte Sie im erweiterten Klassenbuch für jedes Modul kurz anzugeben, ob Sie von den Vorgaben abgewichen sind und wenn ja wie (Bsp. Zusätzliche Aufgaben, Teile wurden nicht bearbeitet).

Bei Rückfragen bin ich für Sie per Mail oder per Telefon erreichbar.

Mit freundlichen Grüßen

Josephine Berndt

## Modul 1 – Einführung in das Thema „Fließgewässerökologie“

*Ziel des Moduls:* Das Interesse der SuS an der Queich zu wecken und sie mit der Frage „Wie ist der Zustand der Queich?“ vertraut zu machen. Die SuS mit dem Problem der Gewässerverschmutzung vertraut machen.

### A 1 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 1 Materialien

- AB 1: Mental Map

### C 1 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Das Interesse der SuS an der Queich zu wecken und sie mit der Frage „Wie ist der Zustand der Queich?“ vertraut zu machen. Die SuS mit dem Problem der Gewässerverschmutzung vertraut machen.

Einstieg	Vorstellung des Projekts QueichNet: Wir werden zu Assistenten der Universität!
Erarbeitung I  AB: Mental Map der Queich	<b>Vorbereitung:</b> Das AB Mental Map für jeden Schüler ausgedruckt dabeihaben. <b>Durchführung:</b> Aufgabenstellung: Auf dem Arbeitsblatt seht ihr eine schwarze Linie. Die Linie stellt den Fluss Queich dar, die ja auch in der Nähe unserer Schule fließt. Zeichnet rund um die Queich die Orte, Straßen, Wege, Naturräume und andere Sachen ein, die ihr kennt. Dabei könnt ihr keine Fehler machen. Es geht um euren persönlichen Eindruck von der Region rund um die Queich! <b>Definition:</b> Eine Mental Map ist eine landkartenähnliche Darstellung, die die subjektive Wahrnehmung eines Raumes wiedergibt.
Sicherung I  Galleriegang	<b>Vorbereitung:</b> Platz zum Aufhängen der Bilder schaffen oder die Tische frei räumen. <b>Durchführung:</b> Nach dem Zeichnen der Mental Maps werden die AB entweder an der Tafel/Wand aufgehängt oder auf den Tischen ausgelegt. Nun gehen die SuS durch den Raum und gucken sich alle Zeichnung an. Dabei sollen sie folgende Fragen beantworten: Welche Dinge haben meine Mitschüler gezeichnet? Wo sind Unterschiede, wo sind Gemeinsamkeiten? <b>Ergebnissicherung:</b> Im anschließendem Plenum kurz die Gemeinsamkeiten und Unterschiede festhalten.
Erarbeitung II  Mental Map	<b>Durchführung:</b> Aufgabenstellung: Nun wissen wir schon einiges über die Region durch die Queich, doch könnt ihr euch auch vorstellen in der Queich zu schwimmen oder zu angeln? Oder gar das Wasser zu trinken? Zeichnet Stellen in eure Karte ein, wo ihr euch vorstellen könnt so etwas zu tun.
Sicherung II	<b>Durchführung:</b> Im Klassengespräch besprechen, wo welche Aktivitäten möglich sind. Kriterien sammeln, die für die jeweilige Aktivität sprechen oder nicht sprechen würden. Beispiel: Ich würde in Landau nicht schwimmen, weil da so viel Müll drin ist. Ich würde das Wasser an der Quelle trinken, denn da ist es noch sauber.
Vertiefung  AB: Kriterien	<b>Vorbereitung:</b> Flipchart mit Stiften (Alternative: Tafel mit Kreide) <b>Durchführung:</b> Zuerst in Gruppen und im Anschluss im Plenum werden die folgende Fragen erörtert: Was ist sauber, verschmutzt, naturnah und naturfern für mich? Die Antworten sollen begründet werden! Zum Abschluss die Kriterien auf einem Flipchart festhalten.
Ausblick	Der Ablauf des kommenden Projekts wird vorgestellt. Wir werden zu Assistenten der Universität!



AB 1: Mental Map der Queich

Der Einstieg in die Stunde erfolgt über das Zeichnen einer Mental Map der Queichregion. Zur Erleichterung gibt es ein AB mit eingezeichnetem Queichverlauf.

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Vertiefung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Ausblick	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## Modul 2 – Einführung in das Thema „Wissenschaftliches Arbeiten“

*Ziel des Moduls:* Die SuS erklären mit Hilfe der Vorgehensweise bei der Untersuchung der Black-Boxen wie wissenschaftliche Erkenntnisse entstehen.

### A 2 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 2 Materialien

- AB: Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?
- AB: Laborjournal
- AB: Forschungskreislauf
- Blackbox für jede Schülergruppe

### C 2 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

Ziel des Moduls: Die SuS erklären mit Hilfe der Vorgehensweise bei der Untersuchung der Black-Boxen wie wissenschaftliche Erkenntnisse entstehen.

Einstieg	<p><b>Vorbereitung:</b> Das AB „Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?“ wird pro Gruppe mindestens einmal ausgedruckt benötigt. Das AB „Laborjournal“ und „Forschungskreislauf“ benötigen alle SuS ausgedruckt. Weiter werden die Blackboxen und die Röntgen/Fotos gebraucht.</p> <p><b>Durchführung:</b> Vorstellung des Phänomens der Blackboxen: Was erzeugt die Geräusche? Wie sieht es darin aus? Wir werden zu Wissenschaftlern die die Blackboxen untersuchen.</p> <p>Die SuS bilden 5 Gruppen. Die Gruppen erhalten jeweils ein Black-Box und das AB „Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?“ sowie jeder das „Laborjournal“.</p>
Erarbeitung	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS bearbeiten die Arbeitsblätter, formulieren Fragestellungen, generieren Hypothesen und tauschen diese im Plenum aus. Die Lehrkraft sollte durch die verschiedenen Aufgaben leiten, in dem sie Zeitangaben macht. Die ersten 2 Aufgaben</p>
Sicherung	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS halten die Hypothesen und Fragestellungen im Verlauf des Erkenntnisprozesses im Laborjournal fest. Das Laborjournal dient dabei der Sicherung und der späteren Nachvollziehbarkeit.</p>
Vertiefung	<p>Reflexion des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses mit Hilfe des letzten Arbeitsblattes „Forschungskreislauf“. Abschließend Besprechung im Plenum: z.B. Auf welche Phänomene lässt sich die Blackbox übertragen?</p>

AB: Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?

Mit diesem Arbeitsblatt erforschen die SuS die Blackboxen. 1-2 ABs pro Gruppe genügen.

AB: Laborjournal

Die SuS halten ihre Ergebnisse mit dem Laborjournal fest.

AB: Forschungskreislauf

Die SuS generalisieren ihr Wissen über die Erforschung der Blackboxen und beziehen es auf alle wissenschaftlichen Untersuchungen.

Black Box, Röntgenbilder und Fotografien

Jede Gruppe untersucht eine Black-Box auf ihren Inhalt und wird dazu im Verlauf des Moduls erst das Röntgen, dann das Bild erhalten.

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Vertiefung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## Workshop zu den Materialien

→ Wird durchgeführt von Josephine Berndt

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler lernen Methoden theoretisch und praktisch kennen mit denen der Gewässerzustand der Queich bestimmt werden kann.

Vereinbarter Termin: \_\_\_\_\_

## Workshop – Verlauf

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler lernen Methoden theoretisch und praktisch kennen mit denen der Gewässerzustand der Queich bestimmt werden kann.

Einstieg	<b>Vorbereitung:</b> Die Arbeitsblattsammlung "Bestimmung der Gewässergüte" sollte für jeden Schüler ausgedruckt vorhanden sein. Die Materialien zur Bestimmung sollten auch vor Ort sein. <b>Durchführung:</b> Rückblick zur Mental Map herstellen und im Gespräch nochmals herausarbeiten, welche Kriterien die Qualität eines Fließgewässers bestimmen.
Erarbeitung	<b>Durchführung:</b> Die SuS bearbeiten in Gruppen die Arbeitsblätter. Dabei kann die Methode des Expertenpuzzles genutzt werden. Im Anschluss bringen die Experten den anderen die jeweiligen Methoden bei.
Sicherung	Im Plenum werden die wichtigsten Aspekte nochmals besprochen. Wichtig ist nochmals zu betonen, dass in der Wissenschaft akkurat und genau gearbeitet werden muss!
Erarbeitung	Die zuvor theoretisch angeeigneten Kenntnisse werden praktisch ausprobiert. Die SuS probieren die Messgeräte aus und sammeln Tiere und üben die Bestimmungsarbeit.
Sicherung	Zum Abschluss wird die Datenaufnahme beim nächsten Termin besprochen. Es werden Gruppen gebildet und es wird festgelegt, wer wofür verantwortlich ist.



## Workshop – Materialien

Materialien zur Bestimmung der Gewässergüte

AB Bestimmung der Gewässergüte

Mit dieser Arbeitsblattsammlung lernen die SuS die Gewässergüte von Fließgewässern kennen.

## Modul 3 / 4 / 5 - Datenaufnahme

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler nehmen die Daten entsprechend der Vorgaben auf.

**Wichtig!** Dieses Modul wird dreimal durchgeführt!

### A 3 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 3 Materialien

- Materialbox
- Aufnahmebogen für den Saprobienindex
- Aufnahmebogen für die chemisch-physikalischen Parameter
- Aufnahmebogen für die Gewässerstruktur

### C 3 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler nehmen die Daten entsprechend den Vorgaben auf.

**Wichtig:** Dieses Modul wird mehrmals durchgeführt!

Einstieg	<b>Durchführung:</b> Packen der Materialien, die für die Datenaufnahme wichtig sind. „Heute geht’s nach draußen!“
Erarbeitung I Messungen	<b>Vorbereitung:</b> SuS haben die Aufnahmebögen eingepackt und wissen, was und wie sie die Messungen durchführen. <b>Durchführung:</b> Die SuS führen eigenständig die Messungen durch und notieren sich die Ergebnisse in den Aufnahmebögen.
Sicherung I	<b>Durchführung:</b> Im Klassenraum sammeln die SuS ihre Daten und geben sie in die Exceltabelle ein und schicken sie per Mail an mich. Alle Materialien, die benutzt wurden, werden mit klarem Wasser abgespült und getrocknet.
Ausblick	<b>Durchführung:</b> Kurzes Reflexionsgespräch: „Was hat gut geklappt? Was hat nicht gut geklappt?“ Ausblick: „In der nächsten Stunde gehen wir wieder raus.“ oder „In der nächsten Stunde werten wir die Daten aus.“

B 3 /4 / 5 Materialien

M 3 /4 / 5

Aufnahmebogen für den Saprobienindex, für die chemisch-physikalischen Parameter, Aufnahmebogen für die Gewässerstruktur

Materialbox

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Ausblick	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Ausblick	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Ausblick	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## Modul 6 – Datenanalyse

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler wenden mathematische Werkzeuge, wie Berechnung des Mittelwertes auf ihre Daten an und führen eine Auswertung der Daten durch. Dazu bilden sie die Ergebnisse auch grafisch ab.

### A 4 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 4 Materialien

- AB 4: Bewertung der Gewässergüte

### C 4 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.



*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler wenden mathematische Werkzeuge, wie Berechnung des Mittelwertes auf ihre Daten an und führen eine Auswertung der Daten durch. Dazu bilden sie die Ergebnisse auch grafisch ab.

Einstieg	<p><b>Vorbereitung:</b> Tafel mit Kreide oder Flipcharts mit Eddings</p> <p><b>Durchführung:</b> Was machen wir mit den Daten? Auswertungsmethoden werden an der Tafel gesammelt: Tabellen, Mittelwertberechnung, Einordnung in die Güteklassen</p>
Erarbeitung I	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS sammeln ihre Daten in einer großen Tabelle und berechnen die Mittelwerte.</p>
Sicherung I	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS stellen ihre Daten vor und ergänzen alle Tabellen zu einer gemeinsamen.</p>
Erarbeitung II	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS vergleichen ihre Mittelwerte mit den Grenzen der Güteklassen und ordnen ihre Werte dort ein.</p>
Sicherung II	<p><b>Vorbereitung:</b> AB 4 Bewertung der Gewässergüte in ausreichender Anzahl ausgedruckt haben.</p> <p><b>Durchführung:</b> Die SuS vergleichen ihre Einordnungen und malen den Güteklassenkreis (AB 4) in den passenden Farben aus.</p>

AB 4: Bewertung der Gewässergüte

Zum Abschluss können die SuS Auswertung des Zustandes der Queich an ihrem Standort mit diesem AB abschließen.

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## Modul 7 – Darstellung der Ergebnisse

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler lernen die unterschiedlichen wissenschaftlichen Darstellungsformen kennen und entwickeln für ihre Forschungsarbeit einen Vortrag oder ein Poster.

### A 7 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 7 Materialien

- keine

### C 7 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler entwickeln für ihre Forschungsarbeit ein Poster.

Einstieg	<b>Durchführung:</b> Rückblick auf die Auswertung. Wie stelle ich diese Ergebnisse am besten dar? Was muss auf einem Poster dargestellt werden? Die Strukturierung der Poster wird besprochen.
Erarbeitung	<b>Vorbereitung:</b> Plakate in A1 oder A0 Format und Eddings. <b>Durchführung:</b> Die SuS erstellen Poster, welches dann in der Schule gezeigt werden kann.
Sicherung	<b>Vorbereitung:</b> Magnete oder andere Möglichkeit, die Poster aufzuhängen, <b>Durchführung:</b> Wenn die SuS ihre Poster fertig gestaltet haben, sollte jede Gruppe ihr Poster vorstellen. Zu jeder Darbietung sollte es die Möglichkeit einer inhaltlichen und methodischen Diskussionsrunde geben. Wichtige Fragen wären: Ist die Darbietung verständlich? Sind alle wesentlichen Aspekte dabei? Wie ist das Layout?

B 7 Materialien

M 7

keine

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## 2.2 KOLLABORATION

Liebe Lehrkräfte,

hiermit erhalten Sie den Ordner mit allen Unterlagen, die Sie für die Teilnahme an dem Citizen Science Projekt QueichNet brauchen! Das Projekt ist in 8 Module aufgeteilt, die Sie der folgenden Tabelle entnehmen können.

Modulübersicht

	<b>Titel des Moduls</b>	<b>Zeitangaben</b>
<b>Modul 1</b>	Einführung in das Thema Fließgewässerökologie	1-2 Schulstunden
<b>Modul 2</b>	Einführung in das Wissenschaftliche Arbeiten	1-2 Schulstunden
<b>Workshop</b>	Workshop zu den Materialien (wird von Josephine Berndt durchgeführt)	ca. 2 Schulstunden
<b>Modul 3</b>	Entwicklung der Aufnahmebögen	1-2 Schulstunden
<b>Modul 4</b>	Datenaufnahme	2 Schulstunden
<b>Modul 5</b>	Datenaufnahme	2 Schulstunden
<b>Modul 6</b>	Datenanalyse und Interpretation	1-2 Schulstunden
<b>Modul 7</b>	Darstellung der Ergebnisse und der Interpretation	1-2 Schulstunden

Die Module sind flexibel einsetzbar. Jedes Modul ist in diesem Modulplan in zwei Kapitel (A, B) unterteilt.

- A – Verlaufsplan des jeweiligen Moduls
- B – benötigte Materialien für das Modul
- C – erweitertes Klassenbuch

Ich bitte Sie im erweiterten Klassenbuch für jedes Modul kurz anzugeben, ob sie von den Vorgaben abgewichen sind und wenn ja wie (Bsp. Zusätzliche Aufgaben, Teile wurden nicht bearbeitet).

Bei Rückfragen bin ich für Sie per Mail oder per Telefon erreichbar.

Mit freundlichen Grüßen

Josephine Berndt



## Modul 1 – Einführung in das Thema „Fließgewässerökologie“

*Ziel des Moduls:* Das Interesse der SuS an der Queich zu wecken und sie mit der Frage „Wie ist der Zustand der Queich?“ vertraut zu machen. Die SuS mit dem Problem der Gewässerverschmutzung vertraut machen.

### A 1 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 1 Materialien

- AB 1: Mental Map

### C 1 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Das Interesse der SuS an der Queich zu wecken und sie mit der Frage „Wie ist der Zustand der Queich?“ vertraut zu machen. Die SuS mit dem Problem der Gewässerverschmutzung vertraut machen.

Einstieg	Vorstellung des Projekts QueichNet: Wir werden zu Wissenschaftlern und arbeiten mit der Universität zusammen!
Erarbeitung I  AB: Mental Map der Queich	<b>Vorbereitung:</b> Das AB Mental Map für jeden Schüler ausgedruckt dabeihaben. <b>Durchführung:</b> Aufgabenstellung: Auf dem Arbeitsblatt seht ihr eine schwarze Linie. Die Linie stellt den Fluss Queich dar, die ja auch in der Nähe unserer Schule fließt. Zeichnet rund um die Queich die Orte, Straßen, Wege, Naturräume und andere Sachen ein, die ihr kennt. Dabei könnt ihr keine Fehler machen. Es geht um euren persönlichen Eindruck von der Region rund um die Queich! <b>Definition:</b> Eine Mental Map ist eine landkartenähnliche Darstellung, die die subjektive Wahrnehmung eines Raumes wiedergibt.
Sicherung I  Galleriegang	<b>Vorbereitung:</b> Platz zum Aufhängen der Bilder schaffen oder die Tische frei räumen. <b>Durchführung:</b> Nach dem Zeichnen der Mental Maps werden die AB entweder an der Tafel/Wand aufgehängt oder auf den Tischen ausgelegt. Nun gehen die SuS durch den Raum und gucken sich alle Zeichnung an. Dabei sollen sie folgende Fragen beantworten: Welche Dinge haben meine Mitschüler gezeichnet? Wo sind Unterschiede, wo sind Gemeinsamkeiten? <b>Ergebnissicherung:</b> Im anschließendem Plenum kurz die Gemeinsamkeiten und Unterschiede festhalten.
Erarbeitung II  Mental Map	<b>Durchführung:</b> Aufgabenstellung: Nun wissen wir schon einiges über die Region durch die Queich, doch könnt ihr euch auch vorstellen in der Queich zu schwimmen oder zu angeln? Oder gar das Wasser zu trinken? Zeichnet Stellen in eure Karte ein, wo ihr euch vorstellen könnt so etwas zu tun.
Sicherung II	<b>Durchführung:</b> Im Klassengespräch besprechen, wo welche Aktivitäten möglich sind. Kriterien sammeln, die für die jeweilige Aktivität sprechen oder nicht sprechen würden. Beispiel: Ich würde in Landau nicht schwimmen, weil da so viel Müll drin ist. Ich würde das Wasser an der Quelle trinken, denn da ist es noch sauber.
Vertiefung	<b>Vorbereitung:</b> Flipchart mit Stiften (Alternative: Tafel mit Kreide) <b>Durchführung:</b> Zuerst in Gruppen und im Anschluss im Plenum werden die folgende Fragen erörtert: Was ist sauber, verschmutzt, naturnah und naturfern für mich? Die Antworten sollen begründet werden! Zum Abschluss die Kriterien auf einem Flipchart festhalten.
Ausblick	Der Ablauf des kommenden Projekts wird vorgestellt. Wir werden zu Wissenschaftlern und arbeiten mit der Universität zusammen!

AB: Mental Map der Queich

Der Einstieg in die Stunde erfolgt über das Zeichnen einer Mental Map der Queichregion. Zur Erleichterung gibt es ein AB mit eingezeichnetem Queichverlauf.

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Vertiefung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Ausblick	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## Modul 2 – Einführung in das Thema „Wissenschaftliches Arbeiten“

*Ziel des Moduls:* Die SuS erklären mit Hilfe der Vorgehensweise bei der Untersuchung der Black-Boxen wie wissenschaftliche Erkenntnisse entstehen.

### A 2 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 2 Materialien

- AB: Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?
- AB: Laborjournal
- AB: Forschungskreislauf
- Blackbox für jede Schülergruppe

### C 1 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

Ziel des Moduls: Die SuS erklären mit Hilfe der Vorgehensweise bei der Untersuchung der Black-Boxen wie wissenschaftliche Erkenntnisse entstehen.

Einstieg	<p><b>Vorbereitung:</b> Das AB „Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?“ wird pro Gruppe mindestens einmal ausgedruckt benötigt. Das AB „Laborjournal“ und „Forschungskreislauf“ benötigen alle SuS ausgedruckt. Weiter werden die Blackboxen und die Röntgen/Fotos gebraucht.</p> <p><b>Durchführung:</b> Vorstellung des Phänomens der Blackboxen: Was erzeugt die Geräusche? Wie sieht es darin aus? Wir werden zu Wissenschaftlern die die Blackboxen untersuchen.</p> <p>Die SuS bilden 5 Gruppen. Die Gruppen erhalten jeweils ein Black-Box und das AB „Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?“ sowie jeder das „Laborjournal“.</p>
Erarbeitung	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS bearbeiten die Arbeitsblätter, formulieren Fragestellungen, generieren Hypothesen und tauschen diese im Plenum aus. Die Lehrkraft sollte durch die verschiedenen Aufgaben leiten, in dem sie Zeitangaben macht.</p>
Sicherung	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS halten die Hypothesen und Fragestellungen im Verlauf des Erkenntnisprozesses im Laborjournal fest. Das Laborjournal dient dabei der Sicherung und der späteren Nachvollziehbarkeit.</p>
Vertiefung	<p>Reflexion des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses mit Hilfe des letzten Arbeitsblattes „Forschungskreislauf“. Abschließend Besprechung im Plenum: z.B. Auf welche Phänomene lässt sich die Blackbox übertragen?</p>

AB: Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?

Mit diesem Arbeitsblatt erforschen die SuS die Blackboxen. 1-2 ABs pro Gruppe genügen.

AB: Laborjournal

Die SuS halten ihre Ergebnisse mit dem Laborjournal fest.

AB: Forschungskreislauf

Die SuS generalisieren ihr Wissen über die Erforschung der Blackboxen und beziehen es auf alle wissenschaftlichen Untersuchungen.

Black Box, Röntgenbilder und Fotografien

Jede Gruppe untersucht eine Black-Box auf ihren Inhalt und wird dazu im Verlauf des Moduls erst das Röntgen, dann das Bild erhalten.

Die Blackboxen und dazugehörigen Röntgenbilder und Fotografien können im Nature Lab ausgeliehen werden (Kontakt s.o.)

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Vertiefung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):



## Workshop zu den Materialien

→ Wird durchgeführt von Josephine Berndt

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler lernen die Methoden zur Bestimmung der Gewässergüte theoretisch und praktisch kennen mit denen der Gewässerzustand der Queich bestimmt werden kann.

Vereinbarter Termin: \_\_\_\_\_

## Workshop – Verlauf

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler lernen Methoden theoretisch und praktisch kennen mit denen der Gewässerzustand der Queich bestimmt werden kann.

Einstieg	<p><b>Vorbereitung:</b> Die Arbeitsblattsammlung "Bestimmung der Gewässergüte" sollte für jeden Schüler ausgedruckt vorhanden sein. Die Materialien zur Bestimmung sollten auch vor Ort sein.</p> <p><b>Durchführung:</b> Rückblick zur Mental Map herstellen und im Gespräch nochmals herausarbeiten, welche Kriterien die Qualität eines Fließgewässers bestimmen.</p> <p>Zum Abschluss werden die Hypothesen genannt, die in Modul 6 geprüft werden: <i>Beispiel: Die Gewässergüte der Queich verändert sich von der Quelle bis zur Mündung. Sie ist in der Quellregion am besten und wird bis zur Mündung kontinuierlich schlechter.</i></p>
Erarbeitung	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS bearbeiten in Gruppen die Arbeitsblätter. Dabei kann die Methode des Expertenpuzzles genutzt werden. Im Anschluss bringen die Experten den anderen die jeweiligen Methoden bei.</p>
Sicherung	<p>Im Plenum werden die wichtigsten Aspekte nochmals besprochen. Wichtig ist nochmals zu betonen, dass in der Wissenschaft akkurat und genau gearbeitet werden muss!</p>
Vertiefung	<p>Die zuvor theoretisch angeeigneten Kenntnisse werden praktisch ausprobiert. Die SuS probieren die Messgeräte aus und sammeln Tiere und üben die Bestimmungsarbeit.</p>

## Workshop – Materialien

Materialien zur Bestimmung der Gewässergüte

AB Bestimmung der Gewässergüte

Mit dieser Arbeitsblattsammlung lernen die SuS die Gewässergüte von Fließgewässern kennen.

## Modul 3 – Entwicklung der Aufnahmebögen

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler übertragen ihr gelerntes Wissen über den wissenschaftlichen Prozess und über die Methoden zur Bestimmung der Gewässergüte auf die Fragestellung und planen dazu passend die Datenaufnahme und gestalten die Aufnahmebögen.

### A 3 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 3 Materialien

- AB 3: Gestaltung der Aufnahmebögen

### C 3 Evaluation

- Erweitertes Klassenbuch

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler übertragen ihr gelerntes Wissen über den wissenschaftlichen Prozess und über die Methoden zur Bestimmung der Gewässergüte auf die Fragestellung und planen dazu passend die Datenaufnahme und gestalten die Aufnahmebögen.

Einstieg	<b>Vorbereitung:</b> Tafel mit Kreide oder Flipchart mit Edding <b>Durchführung:</b> Was muss alles festgelegt werden, damit eine Studie durchgeführt werden kann?
Erarbeitung AB 3	<b>Vorbereitung:</b> AB 3 ausreichend oft kopiert dabeihaben. <b>Durchführung:</b> Bearbeitung des Arbeitsblattes Gestaltung der Aufnahmebögen in alleine und dann in Kleingruppen
Sicherung	<b>Durchführung:</b> Vorstellung der verschiedenen Aufnahmebögen und Materiallisten. Prüfung durch die Mitschüler und die Lehrkraft, ob alle Aspekte bedacht wurden.
Ausblick	Zeitplan für die kommende Datenaufnahme besprechen.

AB 3: Gestaltung der Aufnahmebögen

Die SuS erarbeiten mit diesem Arbeitsblatt die Aufnahmebögen für die Datenaufnahme.

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Ausblick	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## Modul 4 / 5 – Datenaufnahme

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen nehmen ihre Daten entsprechend ihres Studiendesigns auf.

**Wichtig!** Dieses Modul soll zweimal durchgeführt werden!

### A 4 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 4 Materialien

- Materialbox

### C 4 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.



*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler nutzen die gelernten Methoden und nehmen die Daten nach dem Studiendesign auf.

Einstieg Packen	<b>Durchführung:</b> Packen der Materialien, die für die Datenaufnahme wichtig sind. „Heute geht’s nach draußen!“
Erarbeitung Messungen	<b>Vorbereitung:</b> SuS haben alle Materialien eingepackt und wissen, was und wie sie die Messungen durchführen. <b>Durchführung:</b> Die SuS führen eigenständig ihre Messungen durch und notieren sich die Ergebnisse in ihren vorbereiteten Tabellen.
Sicherung	<b>Vorbereitung:</b> Computer mit Excel sollte vorhanden sein (im besten Fall). <b>Durchführung:</b> Im Klassenraum sammeln die SuS ihre Daten und geben sie in die Exceltabelle ein und schicken sie per Mail an <a href="mailto:berndt@uni-landau.de">berndt@uni-landau.de</a> . Alle Materialien, die benutzt wurden, werden mit klarem Wasser abgespült und getrocknet.
Ausblick	<b>Durchführung:</b> Kurzes Reflexionsgespräch: „Was hat gut geklappt? Was hat nicht gut geklappt?“ Ausblick: „In der nächsten Stunde gehen wir wieder raus.“ oder „In der nächsten Stunde werten wir die Daten aus.“

Materialien zu Bestimmung der Gewässergüte

Die benötigten Materialien sind auf der Materialliste in Modul 3 aufgelistet.

Aufnahmebögen

Die SuS entwickeln ihre Aufnahmebögen selber!

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Ausblick	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Ausblick	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## Modul 6 – Datenanalyse, und Interpretation

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler wenden mathematische Werkzeuge, wie Berechnung des Mittelwertes auf ihre Daten an und führen eine Auswertung der Daten durch. Dazu bilden sie die Ergebnisse auch grafisch ab. Sie interpretieren die Daten und beziehen sich dabei auf die Fragestellung und Hypothesen.

### A 6 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 6 Materialien

- AB Prüfung der Hypthesen

### C 6 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler wenden mathematische Werkzeuge, wie Berechnung des Mittelwertes auf ihre Daten an und führen eine Auswertung der Daten durch. Dazu bilden sie die Ergebnisse auch grafisch ab. Sie interpretieren die Daten und beziehen sich dabei auf die Fragestellung und Hypothesen.

Einstieg	<p><b>Vorbereitung:</b> Tafel mit Kreide oder Flipcharts mit Eddings</p> <p><b>Durchführung:</b> Wo sind wir gerade im Forschungskreislauf? -&gt; Auswertung, Interpretation</p> <p>In einem Brainstorming werden die wichtigsten Aspekte der zwei Arbeitsschritte (Auswertung, Interpretation) gesammelt. Anhand der Ergebnisse werden die kommenden Schritte erklärt und strukturiert.</p>
Erarbeitung I	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS sollen ihre Daten auswerten. Falls die SuS Probleme mit der eigenständigen Arbeit haben können Auswertungsmöglichkeiten angeregt werden, z.B. Mittelwerte berechnen, Tabellen erstellen, Diagramme zeichnen. Zur Prüfung der Hypothesen sollten auch die Daten der anderen Schulen betrachtet werden (Computer notwendig).</p>
Sicherung I	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS stellen ihre Ergebnisse vor und diskutieren, ob ihre Auswertung vollständig und korrekt ist. Bei Fehlern oder Unvollständigkeit sollten die SuS diese beheben, bzw. vervollständigen.</p>
Erarbeitung II	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS interpretieren ihre Ergebnisse. Auch dies sollte noch Möglichkeit frei erfolgen. Falls dies nicht möglich ist, können Anregungen gegeben werden, z.B. Begründe deine Ergebnisse: warum gibt es Veränderungen, warum gibt es keine Veränderungen? Prüfe deine Hypothesen. Wie bewertest du den Zustand der Queich?</p>
Sicherung II	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS stellen ihre Interpretationen vor und diskutieren, ob ihre Arbeit vollständig und korrekt ist. Bei Fehlern oder Unvollständigkeit sollten die SuS diese beheben, bzw. vervollständigen.</p>

Computer mit Internetzugang

Mit einem Computer mit Internetzugang können sie SuS auch die erhobenen Daten der anderen Schulen miteinbeziehen in ihre Auswertungen.

AB Prüfung der Hypothesen

Mit diesem Arbeitsblatt können die SuS die Hypothesen begründend annehmen oder ablehnen.

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):



## Modul 7 – Darstellung der Ergebnisse und der Interpretation

*Ziel des Moduls:* Die SuS lernen die unterschiedlichen wissenschaftlichen Darstellungsformen kennen und entwickeln für ihre Forschungsarbeit ein Poster.

### A 7 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 7 Materialien

- Beispielposter

### C 7 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Die SuS lernen die unterschiedlichen wissenschaftlichen Darstellungsformen kennen und entwickeln für ihre Forschungsarbeit ein Poster.

Einstieg	<b>Vorbereitung:</b> Beispielposter wird benötigt. <b>Durchführung:</b> Rückblick auf die Auswertung und die Interpretation. Wie stelle ich diese Ergebnisse am besten dar? Welche Inhalte sollten auf ein Poster? Wie sollte es am besten gestaltet werden? Beispielposter kann gezeigt werden und die Strukturierung besprochen werden.
Erarbeitung	<b>Vorbereitung:</b> Plakate in A1 oder A0 Format und Stifte. <b>Durchführung:</b> Die SuS erstellen Poster, welches dann in der Schule gezeigt werden können.
Sicherung	<b>Vorbereitung:</b> Magnete oder andere Möglichkeit, die Poster aufzuhängen. <b>Durchführung:</b> Wenn die SuS ihre Poster fertig gestaltet haben, sollte jede Gruppe ihr Poster vorstellen. Zu jeder Darbietung sollte es die Möglichkeit einer inhaltlichen und methodischen Diskussionsrunde geben. Wichtige Fragen wären: Ist die Darbietung verständlich? Sind alle wesentlichen Aspekte dabei? Wie ist das Layout?

Beispielposter

Das Beispielposter dient als Modell für wissenschaftliche Poster. Die Aufteilung können die SuS selbst diskutieren. Es sollte aber jeder Aspekt auf den selbst erstellten Postern vorkommen.

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## 2.3 KODESIGN

Liebe Lehrkräfte,

hiermit erhalten Sie den Ordner mit allen Unterlagen, die sie für die Teilnahme an dem Citizen Science Projekt QueichNet brauchen! Das Projekt ist in 7 Module aufgeteilt, die sie der folgenden Tabelle entnehmen können.

### Modulübersicht

		<b>Zeitangaben</b>
<b>Modul 1</b>	Einführung in das Thema Fließgewässerökologie	1-2 Schulstunden
<b>Modul 2</b>	Einführung in das Wissenschaftliche Arbeiten	1-2 Schulstunden
<b>Modul 3</b>	Aufstellen der Fragestellung und der Hypothesen	1-2 Schulstunden
<b>Workshop</b>	Workshop zu den Materialien (wird von Josephine Berndt durchgeführt)	ca. 2 Schulstunden
<b>Modul 4</b>	Aufstellung des Studiendesigns	1-2 Schulstunden
<b>Modul 5</b>	Datenaufnahme	1-2 Schulstunden
<b>Modul 6</b>	Datenanalyse, Interpretation, Diskussion	1-2 Schulstunden
<b>Modul 7</b>	Darstellung der Ergebnisse, Interpretation und der Diskussion	1-2 Schulstunden

Ich bitte Sie die Module in der vorgegebenen Reihenfolge mit ihren Schülerinnen und Schülern zu bearbeiten. Jedes Modul ist in diesem Ordner in drei Kapitel (A, B, C) unterteilt.

- A – Verlaufsplan des jeweiligen Moduls
- B – benötigte Materialien für das Modul
- C – erweitertes Klassenbuch

Ich bitte Sie im erweiterten Klassenbuch für jedes Modul kurz anzugeben, ob sie von den Vorgaben abgewichen sind und wenn ja wie (Bsp. Zusätzliche Aufgaben, Teile wurden nicht bearbeitet).

Bei Rückfragen bin ich für Sie per Mail ([berndt@uni-landau.de](mailto:berndt@uni-landau.de)) oder per Telefon (06341 280 31363) erreichbar.

Mit freundlichen Grüßen

Josephine Berndt

## Modul 1 – Einführung in das Thema „Fließgewässerökologie“

*Ziel des Moduls:* Das Interesse der SuS an der Queich zu wecken und sie mit der Frage „Wie ist der Zustand der Queich?“ vertraut zu machen. Die SuS mit dem Problem der Gewässerverschmutzung vertraut machen.

### A 1 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 1 Materialien

- AB: Mental Map

### C 1 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Das Interesse der SuS an der Queich zu wecken und sie mit der Frage „Wie ist der Zustand der Queich?“ vertraut zu machen. Die SuS mit dem Problem der Gewässerverschmutzung vertraut machen.

Einstieg	Vorstellung des Projekts QueichNet: Wir werden zu Wissenschaftlern und arbeiten mit der Universität zusammen!
Erarbeitung I  AB: Mental Map der Queich	<b>Vorbereitung:</b> Das AB Mental Map für jeden Schüler ausgedruckt dabeihaben. <b>Durchführung:</b> Aufgabenstellung: Auf dem Arbeitsblatt seht ihr eine schwarze Linie. Die Linie stellt den Fluss Queich dar, die ja auch in der Nähe unserer Schule fließt. Zeichnet rund um die Queich die Orte, Straßen, Wege, Naturräume und andere Sachen ein, die ihr kennt. Dabei könnt ihr keine Fehler machen. Es geht um euren persönlichen Eindruck von der Region rund um die Queich! <b>Definition:</b> Eine Mental Map ist eine landkartenähnliche Darstellung, die die subjektive Wahrnehmung eines Raumes wiedergibt.
Sicherung I  Galleriegang	<b>Vorbereitung:</b> Platz zum Aufhängen der Bilder schaffen oder die Tische frei räumen. <b>Durchführung:</b> Nach dem Zeichnen der Mental Maps werden die AB entweder an der Tafel/Wand aufgehängt oder auf den Tischen ausgelegt. Nun gehen die SuS durch den Raum und gucken sich alle Zeichnung an. Dabei sollen sie folgende Fragen beantworten: Welche Dinge haben meine Mitschüler gezeichnet? Wo sind Unterschiede, wo sind Gemeinsamkeiten? <b>Ergebnissicherung:</b> Im anschließendem Plenum kurz die Gemeinsamkeiten und Unterschiede festhalten.
Erarbeitung II  Mental Map	<b>Durchführung:</b> Aufgabenstellung: Nun wissen wir schon einiges über die Region durch die Queich, doch könnt ihr euch auch vorstellen in der Queich zu schwimmen oder zu angeln? Oder gar das Wasser zu trinken? Zeichnet Stellen in eure Karte ein, wo ihr euch vorstellen könnt so etwas zu tun.
Sicherung II	<b>Durchführung:</b> Im Klassengespräch besprechen, wo welche Aktivitäten möglich sind. Kriterien sammeln, die für die jeweilige Aktivität sprechen oder nicht sprechen würden. Beispiel: Ich würde in Landau nicht schwimmen, weil da so viel Müll drin ist. Ich würde das Wasser an der Quelle trinken, denn da ist es noch sauber.
Vertiefung	<b>Vorbereitung:</b> Flipchart mit Stiften (Alternative: Tafel mit Kreide) <b>Durchführung:</b> Zuerst in Gruppen und im Anschluss im Plenum werden die folgende Fragen erörtert: Was ist sauber, verschmutzt, naturnah und naturfern für mich? Die Antworten sollen begründet werden! Zum Abschluss die Kriterien auf einem Flipchart festhalten.
Ausblick	Der Ablauf des kommenden Projekts wird vorgestellt. Wir werden zu Wissenschaftlern und arbeiten mit der Universität zusammen!

AB: Mental Map der Queich

Der Einstieg in die Stunde erfolgt über das Zeichnen einer Mental Map der Queichregion. Zur Erleichterung gibt es ein AB mit eingezeichnetem Queichverlauf.



Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Vertiefung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Ausblick	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## Modul 2 – Einführung in das Thema „Wissenschaftliches Arbeiten“

*Ziel des Moduls:* Die SuS erklären mit Hilfe der Vorgehensweise bei der Untersuchung der Black-Boxen wie wissenschaftliche Erkenntnisse entstehen.

### A 2 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 2 Materialien

- AB: Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?
- AB: Laborjournal
- AB: Forschungskreislauf
- Blackbox für jede Schülergruppe

### C 2 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

Ziel des Moduls: Die SuS erklären mit Hilfe der Vorgehensweise bei der Untersuchung der Black-Boxen wie wissenschaftliche Erkenntnisse entstehen.

Einstieg	<p><b>Vorbereitung:</b> Das AB „Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?“ wird pro Gruppe mindestens einmal ausgedruckt benötigt. Das AB „Laborjournal“ und „Forschungskreislauf“ benötigen alle SuS ausgedruckt. Weiter werden die Blackboxen und die Röntgen/Fotos gebraucht.</p> <p><b>Durchführung:</b> Vorstellung des Phänomens der Blackboxen: Was erzeugt die Geräusche? Wie sieht es darin aus? Wir werden zu Wissenschaftlern die die Blackboxen untersuchen.</p> <p>Die SuS bilden 5 Gruppen. Die Gruppen erhalten jeweils ein Black-Box und das AB „Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?“ sowie jeder das „Laborjournal“.</p>
Erarbeitung	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS bearbeiten die Arbeitsblätter, formulieren Fragestellungen, generieren Hypothesen und tauschen diese im Plenum aus. Die Lehrkraft sollte durch die verschiedenen Aufgaben leiten, in dem sie Zeitangaben macht. Die ersten 2 Aufgaben</p>
Sicherung	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS halten die Hypothesen und Fragestellungen im Verlauf des Erkenntnisprozesses im Laborjournal fest. Das Laborjournal dient dabei der Sicherung und der späteren Nachvollziehbarkeit.</p>
Vertiefung	<p>Reflexion des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses mit Hilfe des letzten Arbeitsblattes „Forschungskreislauf“. Abschließend Besprechung im Plenum: z.B. Auf welche Phänomene lässt sich die Blackbox übertragen?</p>

AB: Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?

Mit diesem Arbeitsblatt erforschen die SuS die Blackboxen. 1-2 ABs pro Gruppe genügen.

AB: Laborjournal

Die SuS halten ihre Ergebnisse mit dem Laborjournal fest.

AB: Forschungskreislauf

Die SuS generalisieren ihr Wissen über die Erforschung der Blackboxen und beziehen es auf alle wissenschaftlichen Untersuchungen.

Black Box, Röntgenbilder und Fotografien

Jede Gruppe untersucht eine Black-Box auf ihren Inhalt und wird dazu im Verlauf des Moduls erst das Röntgen, dann das Bild erhalten.

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Vertiefung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## Modul 3 - Aufstellen der Fragestellung und der Hypothesen

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler übertragen ihr gelerntes Wissen über den wissenschaftlichen Prozess auf den Gewässerzustand der Queich und formulieren eigene Forschungsfragen und Hypothesen.

### A 3 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 3 Materialien

- AB Forschungsfragen und Hypothesen

### C 3 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler übertragen ihr gelerntes Wissen über den wissenschaftlichen Prozess auf den Gewässerzustand der Queich und formulieren eigene Forschungsfragen und Hypothesen.

Einstieg	<b>Durchführung:</b> Rückblick auf den Forschungskreislauf. Wo sind wir? Forschungsfragen und Hypothesen zum Zustand der Queich beispielhaft sammeln.
Erarbeitung I	<b>Vorbereitung:</b> AB Fragen und Hypothesen für alle SuS kopieren <b>Durchführung:</b> Die SuS bearbeiten das AB Teil 1 nach der think, pair, share Methode. Das heißt sie arbeiten für 10 Minuten in Einzelarbeit und tauschen sich danach für ca. 5 Minuten mit ihren Sitznachbarn darüber aus. Die Sicherung erfolgt dann im Plenum (share).
Sicherung I	<b>Durchführung:</b> Jedes Pärchen stellt seine Fragen und Hypothesen vor. Wo gibt es Überschneidungen? Wo gibt es Unterschiede? Passen die Hypothesen zu den Fragen?
Erarbeitung II	<b>Durchführung:</b> Die SuS überlegen in Paaren, wie sie die Hypothesen testen können (Operationalisierung -> vorher an der Tafel an einem Beispiel durchführen). Dafür bearbeiten sie Teil 2 des AB.
Sicherung II	<b>Durchführung:</b> Die SuS stellen zu jeder Frage und Hypothese ihre Operationalisierungsmöglichkeiten vor. Gibt es Gemeinsamkeiten und Unterschiede? Welche Operationalisierung eignet sich besonders gut für welche Frage?

AB 3: Fragen und Hypothesen

Mit diesem Arbeitsblatt stellen die SuS ihre Forschungsfragen und Hypothesen zum Gewässerzustand der Queich auf. Im zweiten Teil erarbeiten sie dann Möglichkeiten der Operationalisierung.



Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## Workshop zu den Materialien

→ Wird durchgeführt von Josephine Berndt

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler lernen die Methoden zur Bestimmung der Gewässergüte theoretisch und praktisch kennen mit denen der Gewässerzustand der Queich bestimmt werden kann.

Vereinbarter Termin: \_\_\_\_\_

## Workshop – Verlauf

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler lernen Methoden theoretisch und praktisch kennen mit denen der Gewässerzustand der Queich bestimmt werden kann.

Einstieg	<p><b>Vorbereitung:</b> Die Arbeitsblattsammlung "Bestimmung der Gewässergüte" sollte für jeden Schüler ausgedruckt vorhanden sein. Die Materialien zur Bestimmung sollten auch vor Ort sein.</p> <p><b>Durchführung:</b> Rückblick zur Mental Map und zu den aufgestellten Fragestellungen herstellen und im Gespräch nochmals herausarbeiten, welche Kriterien die Qualität eines Fließgewässers bestimmen.</p> <p>Zum Abschluss hervorheben, dass die SuS heute Methoden aus der Wissenschaft kennenlernen, wie die Gewässergüte bestimmt werden kann.</p>
Erarbeitung	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS bearbeiten in Gruppen die Arbeitsblätter. Dabei kann die Methode des Expertenpuzzles genutzt werden. Im Anschluss bringen die Experten den anderen die jeweiligen Methoden bei.</p>
Sicherung	<p>Im Plenum werden die wichtigsten Aspekte nochmals besprochen. Wichtig ist nochmals zu betonen, dass in der Wissenschaft akkurat und genau gearbeitet werden muss!</p>
Erarbeitung	<p>Die zuvor theoretisch angeeigneten Kenntnisse werden praktisch ausprobiert. Die SuS probieren die Messgeräte aus und sammeln Tiere und üben die Bestimmungsarbeit.</p>
Sicherung	<p>Zum Abschluss wird reflektiert in wie fern die Methoden genutzt werden können, um die eigenen Fragestellungen zu beantworten.</p>

## Workshop – Materialien

Materialien zur Bestimmung der Gewässergüte

AB Bestimmung der Gewässergüte

Mit dieser Arbeitsblattsammlung lernen die SuS die Gewässergüte von Fließgewässern kennen.

## Modul 4 – Aufstellen des Studiendesigns

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler kombinieren ihre Fragestellungen und Hypothesen mit den gelernten Methoden und stellen ihr eigenes Forschungsdesign auf.

### A 4 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 4 Materialien

- AB Dein Studiendesign

### C 4 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler übertragen ihr gelerntes Wissen über den wissenschaftlichen Prozess und über die Methoden zur Bestimmung der Gewässergüte auf ihre eigenen Fragen und Hypothesen und planen passend dazu ihre Studie.

Einstieg	<p><b>Vorbereitung:</b> Tafel mit Kreide oder Flipchart mit Edding</p> <p><b>Durchführung:</b> Was muss alles festgelegt werden, damit eine Studie durchgeführt werden kann? Brainstorming zu den wichtigsten Aspekten eines Studiendesigns. Vorarbeit zu dem AB „Dein Studiendesign“. Beispiele: Objektivität, Wiederholbarkeit, Festlegung aller Details: Ort, Anzahl, ...</p>
Erarbeitung I AB „Dein Studiendesign“	<p><b>Vorbereitung:</b> AB „Dein Studiendesign“</p> <p><b>Durchführung:</b> Bearbeitung des Arbeitsblattes „Dein Studiendesign“ in Kleingruppen</p>
Sicherung I	<p><b>Durchführung:</b> Vorstellung der verschiedenen Studiendesigns. Prüfung durch die Mitschüler und die Lehrkraft, ob alle Aspekte bedacht wurden.</p>
Erarbeitung II Materialien- erstellung	<p><b>Durchführung:</b> Erstellung der Tabellen und des allg. Zeitplans der Datenaufnahme.</p>
Ausblick	<p>Zeitplan für die kommende Datenaufnahme besprechen.</p>

AB 4: Dein Studiendesign

Die SuS entwickeln mit Hilfe dieses Arbeitsblattes ihr Studiendesign mit dem sie ihre Hypothesen testen können.

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Ausblick	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):



## Modul 5 – Datenaufnahme

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen nehmen ihre Daten entsprechend ihres Studiendesigns auf.

### A 5 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 5 Materialien

- Materialbox

### C 5 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler nutzen die gelernten Methoden und nehmen die Daten nach dem Studiendesign auf.

**Wichtig!** Dieses Modul passt sich dem jeweiligen Studiendesign an!

Einstieg Packen	<b>Durchführung:</b> Packen der Materialien, die für die Datenaufnahme wichtig sind. „Heute geht’s nach draußen!“
Erarbeitung I Messungen	<b>Vorbereitung:</b> SuS haben ihr Studiendesign eingepackt und wissen, was und wie sie die Messungen durchführen. <b>Durchführung:</b> Die SuS führen eigenständig ihre Messungen durch und notieren sich die Ergebnisse in ihren vorbereiteten Tabellen.
Sicherung I Daten sichern und Aufräumen	<b>Vorbereitung:</b> Computer mit Excel sollte vorhanden sein (im besten Fall). <b>Durchführung:</b> Im Klassenraum sammeln die SuS ihre Daten und geben sie in die Exceltabelle ein und schicken sie per Mail an <a href="mailto:berndt@uni-landau.de">berndt@uni-landau.de</a> . Alle Materialien, die benutzt wurden, werden mit klarem Wasser ab gespült und getrocknet.
Ausblick	<b>Durchführung:</b> Kurzes Reflexionsgespräch: „Was hat gut geklappt? Was hat nicht gut geklappt?“ Ausblick: „In der nächsten Stunde gehen wir wieder raus.“ oder „In der nächsten Stunde werten wir die Daten aus.“

Die SuS entwickeln ihre AB zur Aufnahme der Daten selber!

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Ausblick	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

## Modul 6 – Datenanalyse, Interpretation, Diskussion

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler wenden mathematische Werkzeuge, wie Berechnung des Mittelwertes auf ihre Daten an und führen eine Auswertung der Daten durch. Dazu bilden sie die Ergebnisse auch grafisch ab. Sie interpretieren die Daten und beziehen sich dabei auf ihre Fragestellungen und Hypothesen. Sie diskutieren die Ergebnisse und haben die Möglichkeit neue Fragen aufzustellen oder Handlungsmöglichkeiten anzuwenden.

### A 6 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 6 Materialien

- keins

### C 6 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler wenden mathematische Werkzeuge, (z.B. Berechnung des Mittelwertes) auf ihre Daten an und führen eine Auswertung der Daten durch. Dazu bilden sie die Ergebnisse auch grafisch ab. Sie interpretieren die Daten und beziehen sich dabei auf ihre Fragestellungen und Hypothesen. Sie diskutieren die Ergebnisse und haben die Möglichkeit neue Fragen und Hypothesen aufzustellen oder Handlungsmöglichkeiten anzuwenden.

Einstieg	<p><b>Vorbereitung:</b> Tafel mit Kreide oder Flipcharts mit Eddings</p> <p><b>Durchführung:</b> Wo sind wir gerade im Forschungskreislauf? -&gt; Auswertung, Interpretation, Diskussion</p> <p>In einem Brainstorming werden die wichtigsten Aspekte der drei Arbeitsschritte (Auswertung, Interpretation, Diskussion) gesammelt. Anhand der Ergebnisse werden die kommenden Schritte erklärt und strukturiert.</p>
Erarbeitung I	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS sollen (im besten Fall) eigenständig ihre Daten auswerten. Falls die SuS Probleme mit der eigenständigen Arbeit haben können Auswertungsmöglichkeiten angeregt werden, z.B. Mittelwerte berechnen, Tabellen erstellen, Diagramme zeichnen, ...</p>
Sicherung I	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS stellen ihre Ergebnisse vor und diskutieren, ob ihre Auswertung vollständig und korrekt ist. Bei Fehlern oder Unvollständigkeit sollten die SuS diese beheben, bzw. vervollständigen.</p>
Erarbeitung II	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS interpretieren ihre Ergebnisse. Auch dies sollte noch Möglichkeit frei erfolgen. Falls dies nicht möglich ist, können Anregungen gegeben werden, z.B. Begründe deine Ergebnisse: warum gibt es Veränderungen, warum gibt es keine Veränderungen? Prüfe deine Hypothesen. Fehlerquellenanalyse: Hat deine Forschungsarbeit Schwächen? Könnten Fehler vertreten sein?</p>
Sicherung II	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS stellen ihre Interpretationen vor und diskutieren, ob ihre Arbeit vollständig und korrekt ist. Bei Fehlern oder Unvollständigkeit sollten die SuS diese beheben, bzw. vervollständigen.</p>
Erarbeitung III	<p><b>Durchführung:</b> Die SuS diskutieren ihre Ergebnisse. Auch dies sollte noch Möglichkeit frei erfolgen. Falls dies nicht möglich ist, können Anregungen gegeben werden, z.B. Wie sind die Ergebnisse zu bewerten? Wie ist der Zustand der Queich? Müssen Maßnahmen ergriffen werden? Sollten bestimmte Personen informiert werden? Können wir etwas tun? Gibt es ähnliche Ergebnisse auch woanders? Wie sollten zukünftige Forschungsprojekte aussehen?</p>
Sicherung III	<p><b>Durchführung:</b> Im Plenum stellen die SuS ihre Ergebnisse der Diskussion vor. Eventuelle Handlungsmöglichkeiten werden besprochen und eventuell geplant. Neue Fragestellungen werden gesammelt.</p>

B 6 Materialien

M 6

keine

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung I	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung II	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung III	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung III	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):



## Modul 7 – Darstellung der Ergebnisse, Interpretation und der Diskussion

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler lernen die unterschiedlichen wissenschaftlichen Darstellungsformen kennen und entwickeln für ihre Forschungsarbeit einen Vortrag oder ein Poster.

### A 7 Modulverlauf

- Die detaillierte Modulbeschreibung ist dem Verlaufsplan zu entnehmen. Hier finden Sie auch Angaben über nötige Vorbereitungen und zusätzliche Materialien.

### B 7 Materialien

- Beispielposter

### C 7 Erweitertes Klassenbuch

- Das erweiterte Klassenbuch wird nach jedem Modul von der Lehrkraft ausgefüllt.

*Ziel des Moduls:* Die Schülerinnen und Schüler lernen die unterschiedlichen wissenschaftlichen Darstellungsformen kennen und entwickeln für ihre Forschungsarbeit einen Vortrag oder ein Poster.

Einstieg	<p><b>Vorbereitung:</b> Beispielposter wird benötigt.</p> <p><b>Durchführung:</b> Rückblick auf die Auswertung, Interpretation und Diskussion. Wie stelle ich diese Ergebnisse am besten dar? Beispielposter kann gezeigt werden und die Strukturierung besprochen werden.</p>
Erarbeitung	<p><b>Vorbereitung:</b> Plakate in A1 oder A0 Format, oder Zugang zum Computer, um die Plakate digital zu erstellen, bzw. Vortragsfolien erstellen zu können.</p> <p><b>Durchführung:</b> Die SuS erstellen Poster oder Präsentationen, welche dann in der Klasse oder der Schule gezeigt werden können.</p>
Sicherung	<p><b>Vorbereitung:</b> Magnete oder andere Möglichkeit, die Poster aufzuhängen, Beamer und Computer, damit die Vortragsfolien gezeigt werden können.</p> <p><b>Durchführung:</b> Wenn die SuS ihre Vorträge/Poster fertig gestaltet haben, sollte jede Gruppe ihren Vortrag/ihr Poster vorstellen. Zu jeder Darbietung sollte es die Möglichkeit einer inhaltlichen und methodischen Diskussionsrunde geben. Wichtige Fragen wären: Ist die Darbietung verständlich? Sind alle wesentlichen Aspekte dabei? Wie ist das Layout?</p>

Beispielposter

Das Beispielposter dient als Modell für wissenschaftliche Poster. Die Aufteilung können die SuS selbst diskutieren. Es sollte aber jeder Aspekt auf den selbst erstellten Postern vorkommen.

Datum:

Besondere Vorkommnisse:

<b>Modulverlauf</b>		
Einstieg	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Erarbeitung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):
Sicherung	<input type="checkbox"/>	laut Vorgabe
	<input type="checkbox"/>	anders (Warum? Wie?):

### Deine Mental Map



**Aufgabe:** Zeichne in die Mental Map deine Vorstellungen von der Region rund um die Queich ein! Du kannst Orte, Straßen, Bahnstrecken oder alles andere was dir einfällt einzeichnen. Der eingezeichnete Verlauf von der Queich kann dir dabei helfen.

## Wie kommen Wissenschaftler zu ihren Erkenntnissen?

In der Wissenschaft wird immer etwas untersucht was noch nicht bekannt ist. Häufig hat man es dabei mit Fragen zu tun, die nicht einfach zu beantworten sind und die Mittel die einem hierfür zur Verfügung stehen sind ebenfalls in vielen Fällen begrenzt.

### Das Geheimnis der schwarzen Geräuschboxen

Ihr gehört zu einer Forschergruppe von 4-6 Personen und sollt eine Blackbox untersuchen. Wenn man eine Blackbox bewegt, erzeugt sie Geräusche. Diese gilt es näher zu erkunden – allerdings ohne die Box zu öffnen.!

#### Aufgabe 1

- Findet durch Bewegen der Blackbox heraus, welche und wie viele Geräusche sie produziert.
- Klärt gemeinsam wie diese Geräusche entstehen können. Konzentriert euch zunächst auf ein Geräusch und ortet den Ursprung in der Box.
- Konzentriert euch dann auf ein anderes Geräusch und analysiert dieses in gleicher Weise.
- Entwerft ein Bild vom Innenraum der Box und skizziert, in welcher Weise die Geräusche erzeugt werden.
- Fasst eure Analyse in einigen Hypothesen (Vermutungen) zusammen. Tragt diese in euer Laborjournal ein.

### Internationaler Forscherkongress

Aus aller Welt treffen sich Forschergruppen, um sich fachlich auszutauschen. Diskutiert mit einer anderen Gruppe die Fragen der Aufgabe 2 und stellt im Anschluss in einem Kurzvortrag eure Ergebnisse vor der Klasse vor.

#### Aufgabe 2

- In welchen Punkten stimmt eure Überlegung überein? Worin unterscheiden sie sich?
- Könnt ihr euch auf ein Ergebnis einigen?
- Erörtert in der Gruppe, wie ihr die Geräuscherzeugung weiter untersuchen könntet.
- Bereitet einen Kurzvortrag vor, der auf dem internationalen Forscherkongress vor allen Forschern gehalten wird. Formuliert gemeinsam eure Hypothesen und skizziert die innere Organisation der Box. Dokumentiert eure Änderungen auch in eurem Laborjournal.

## Journal for Blackbox Sciences

+++ BREAKING NEWS +++ BREAKING NEWS +++ BREAKING NEWS +++

Den Mitarbeitern des Instituts für Röntgenstrahlung der Universität Koblenz-Landau ist es gelungen ein Röntgengerät zu entwickeln, dessen Strahlen die Black-Box durchdringen. Damit könnte es Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zum ersten Mal gelingen einen detaillierten Einblick in die Innenwelt der Black-Boxen zu erhalten.

+++ BREAKING NEWS +++ BREAKING NEWS +++ BREAKING NEWS +++

### Aufgabe 3

- Prüfe, welche Hypothesen sich bestätigen.
- Prüfe, welche Hypothesen sich nicht bestätigen.
- Ergeben sich neue Fragen? Benenne sie.
- Dokumentiert die Ergebnisse in eurem Laborjournal.

## Journal for Blackbox Sciences

+++ BREAKING NEWS +++ BREAKING NEWS +++ BREAKING NEWS +++

Den Mitarbeitern des Instituts für Röntgenstrahlung der Universität Koblenz-Landau hat eine neue Untersuchungsmethode entwickelt, um dem Geheimnis der Blackboxen auf die Spur zu kommen: Durch hochauflösende Kameras konnten Bilder der Blackboxes angefertigt werden. Durch diese neue Methode ist es Forschern nun erstmals möglich einen Einblick in die innere Organisation der Blackbox zu erlangen.

+++ BREAKING NEWS +++ BREAKING NEWS +++ BREAKING NEWS +++

### Aufgabe 4

- Betrachte die hochauflösende Photographie des Innern der Blackbox.
- Prüfe, welche Hypothesen sich bestätigen.
- Prüfe, welche Hypothesen sich nicht bestätigen.
- Ergeben sich neue Fragen? Benenne sie.
- Dokumentiert die Ergebnisse in eurem Laborjournal.

# Laborjournal

**Aufgabe 1 und 2:** Wir vermuten als Auslöser für die Geräusche folgende Dinge/folgenden Aufbau (Skizze der Blackbox bitte auf einem extra Blatt zeichnen)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Aufgabe 3 und 4: Fülle im Anschluss an die Untersuchungen folgende Tabelle aus.

Ergebnisse der Untersuchung	Untersuchungsmethode 1 _____	Untersuchungsmethode 2 _____
Bestätigte Hypothesen (Verifikation)		
Widerlegte Hypothesen (Falsifikation)		
Weiterhin offen/ungeklärt		
Neue Erkenntnisse		
Neue Fragestellungen		

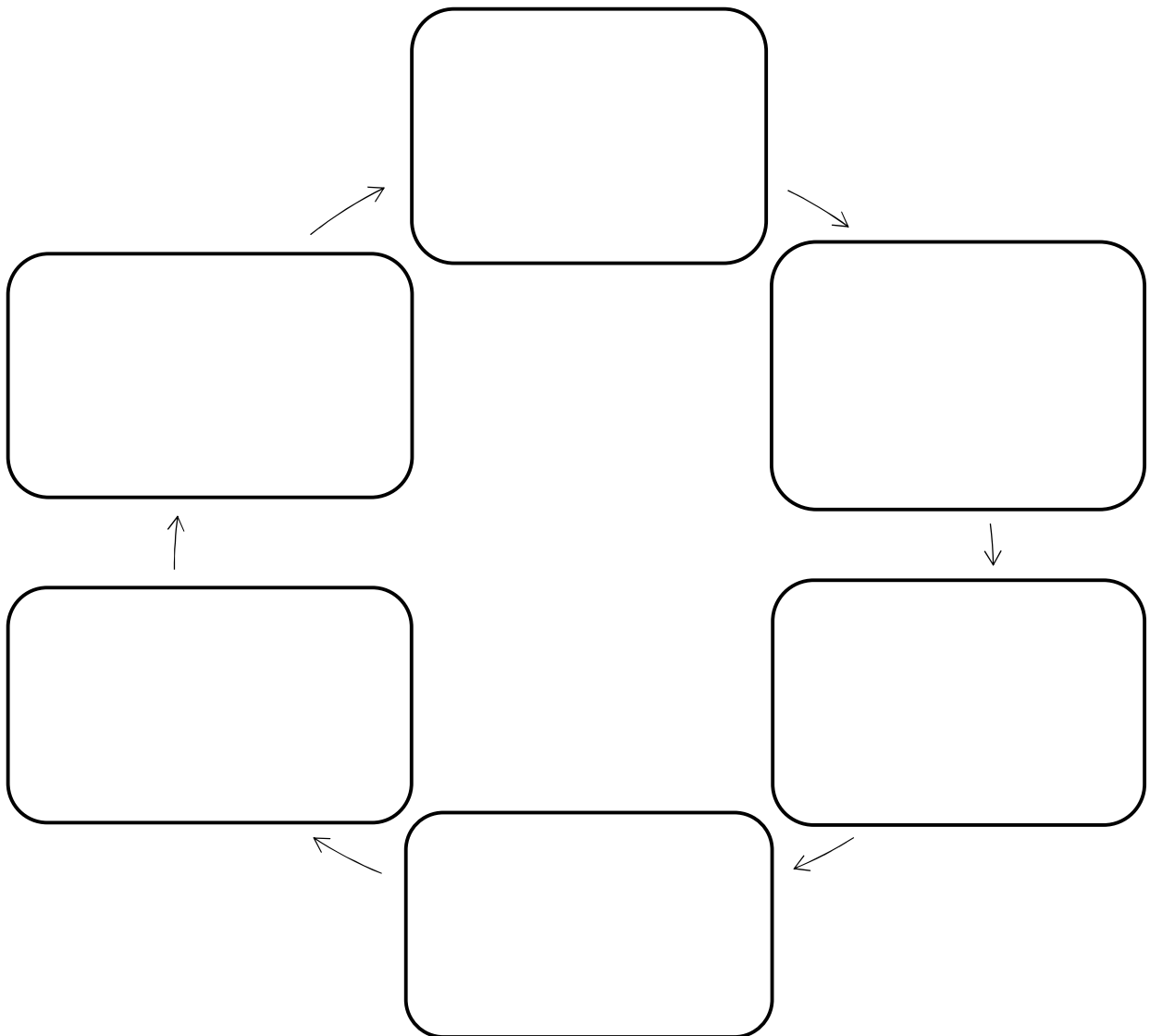


## Der Forschungskreislauf

Fasse die Erforschung der Black Boxes gemeinsam mit deiner Gruppe zusammen. Trage hierfür die Schritte der Erkenntnisgewinnung:

*Diskussion, Hypothesen generieren, Fragestellung formulieren, Analyse/Interpretation, Experimentieren/Datenaufnahme, Phänomen*

in der richtigen Reihenfolge in den Kreislauf ein. Ergänze die einzelnen Schritte durch ein Beispiel aus der Erforschung der Black-Boxes.



## Meine Forschungsfragen und Hypothesen

**Aufgabe 1:** Schreibe eigene Forschungsfragen und Hypothesen zum Gewässerzustand der Queich auf. Achte darauf, dass du deine Hypothesen auch überprüfen kannst!

**Aufgabe 2:** Diskutiere die Fragen und Hypothesen mit deinem Sitznachbarn.

*Beispiel*

Frage: Wie unterscheidet sich die Wassertemperatur der Queich in der Stadt vom ländlichen Raum?

Hypothese: Die Wassertemperatur der Queich ist in Landau höher als in Siebeldingen.

**Frage 1:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Hypothese 1:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Frage 2:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Hypothese 2:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Frage 3:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Hypothese 3:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Falls dir noch mehr Fragen und Hypothesen einfallen, schreib sie einfach auf die Rückseite oder ein extra Blatt!

**Aufgabe 3:** Schreibe zu jeder Hypothese auf, wie du sie überprüfen kannst. Diskutiere die Möglichkeiten mit deinem Sitznachbarn.

*Beispiel*

Die Beispielhypothese überprüfe ich, in dem ich die Wassertemperatur in Landau und in Siebeldingen an verschiedenen Orten mehrmals messe und die Mittelwerte dann vergleiche. Wichtig ist, dass die Anzahl an Messungen und wie gemessen wird an beiden Standorten gleich ist!

Wie kann Hypothese 1 überprüft werden?

---

---

---

---

Wie kann Hypothese 2 überprüft werden?

---

---

---

---

Wie kann Hypothese 3 überprüft werden?

---

---

---

---

**Mein Studiendesign**

Falls dir noch weitere Fragen eingefallen sind, schreibe auch dazu auf, wie du sie überprüfen kannst!

zu prüfen. Dabei sollten folgende Fragen beantwortet werden: Was wird gemessen? Wie wird gemessen? Wo wird gemessen?

Meine Hypothese: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Was wird gemessen?

*Beispiel: Wassertemperatur*

Wie wird gemessen?

*Beispiel: Mit einem Thermometer für je 1 Minute.*

Wo wird gemessen?

*Beispiel: An je drei Standorten in Landau und Siebeldingen. An jedem Standort erfolgen 5 Messungen in 10 cm Tiefe in der*

**Aufgabe 2:** Erstelle einen Zeitplan, deine Aufnahmebögen und eine Materialliste für deine Messungen. Nutze dazu am besten kariertes Papier.

*Beispiel*

**Zeitplan**

20. Mai -> Messungen in Siebeldingen

21. Mai -> Messungen in Landau

...

**Materialliste**

- Messgerät
- Aufnahmebögen
- ...

**Aufnahmebögen**

Temperaturmessungen in °C				
Datum:				
Witterung:				
	Standort 1	Standort 2	Standort 3	Standort 4
Messung 1				
Messung 2				
Messung 3				
Messung 4				
Messung 5				

**Folgende Materialien sind fertig:**

- Zeitplan
- Aufnahmebögen
- Materialliste

## Gestaltung der Aufnahmebögen

**Aufgabe 1:** Lies dir die Steckbriefe zu den 3 Messmethoden durch und skizziere zu jeder Messmethode Tabellen mit denen du die Ergebnisse der Messungen dokumentieren kannst.

**Aufgabe 2:** Teilt eure Klasse in drei Gruppen. Jede Gruppe übernimmt die Gestaltung einer Tabelle, eines Aufnahmebogens und einer Materialliste. Am Ende hab ihr dann zu jeder Messmethode einen Aufnahmebogen und eine Materialliste mit denen ihr die Messungen durchführen und dokumentieren könnt.

### *Steckbrief des Saprobienindex*

Bei der Bestimmung des Saprobienindex sollte jede gefundene Tierart aufgeschrieben werden und deren Anzahl notiert werden. Auch solltet ihr direkt den zugehörigen Zeigerwert und am Ende jeder Aufnahme auch das Produkt aus Zeigerwert und Anzahl der Tierart notieren. Die Berechnung des Indexes erfolgt über folgenden Formel:

$$\text{Gesamtsumme des Produkts : Gesamtzahl Tiere} = \text{Saprobienindex}$$

### *Steckbrief der chemisch-physikalischen Parameter*

Die chemisch physikalischen Parameter beziehen sich auf das Messen der Wassertemperatur, des pH-Wertes des Wassers [°C] und der Leitfähigkeit [mS/cm] des Wassers. Zu jedem Parameter sollten 5 Messungen je Messzeit und Standort erfolgen.

### *Steckbrief der strukturellen Parameter*

Die Messung der Gewässerstruktur erfolgt über die Bewertung von 10 Parametern. Die Parameter sind: Bachverlauf, Bachbreite, Wassertiefe, Wasserdurchfluss, Bachsohle, Uferneigung und -gliederung, Uferbeschaffenheit, Uferbewuchs, Durchwanderbarkeit für Fische, Nutzungseinflüsse. Jeder Parameter wird mit 1 – 5 Punkten bewertet, wobei 1 Punkt natürliche/ sehr gute Gewässerstruktur 5 Punkte eine sehr naturferne/schlechte Gewässerstruktur bedeutet. Die Anzeichen der jeweiligen Ausprägung sind in der Tabelle Beschreibung der Gewässerstrukturgüte dargestellt (s. Materialien des Workshops). Die Einzelbewertungen der 10 Parameter werden addiert. Die Summe wird wiederum mit 10 dividiert, so dass der Mittelwert berechnet wird. Mit diesem Mittelwert kann eine Gesamtbewertung der Gewässerstruktur vorgenommen werden.

### **Wichtig!**

Jeder Aufnahmebogen sollte die Probestelle genau lokalisieren, das Datum und die Uhrzeit der Messungen und die Witterung erfassen.



## Aufnahmebogen chemisch-physikalische Parameter

Probestelle:

Datum/Uhrzeit:

Witterung:

<b>Messungen</b>	<b>Temperatur [°C]</b>	<b>pH-Wert</b>	<b>Leitfähigkeit [mS/cm]</b>
1. Messung			
2. Messung			
3. Messung			
4. Messung			
5. Messung			



## Aufnahmebogen für die Gewässerstruktur

Probestelle:

Datum/Uhrzeit:

Witterung:

	1 Punkt (blau) 1,5 Punkte (grün)	2 Punkte (gelb) 2,5 Punkte (orange)	3 Punkte (rot)	Punkte
<b>Bachverlauf</b>	natürlich, mäandrierend, schlängelnd	Korrekturen sichtbar, bogig geschwungen	gestreckt, kanalisiert	
<b>Bachbreite</b>	abwechselnd eng, breit	leicht abwechselnd, etwas schmaler, breiter werdend	kanalisierte Einheitsbreite	
<b>Wassertiefe</b>	stark wechselnd	mindestens im Uferbereich variierend	völlig einheitlich	
<b>Wasserdurchfluss</b>	stark abwechselnd schnell und langsam fließende Stellen, stehendes Wasser	unterschiedliche Durchflussgeschwindigkeiten ohne stehendes Wasser	einheitliche Durchflussgeschwindigkeiten	
<b>Bachsohle</b>	sehr vielseitig (Steine, Kies, Sand, Feinsand,..)	abwechselnd, teilweise natürlich	künstlich einheitlich (z.B. nur Kies, nur Sand, Beton, ...)	
<b>Uferneigung und –gliederung</b>	vielfältig, flache und steile Partien, unregelmäßig, reich gegliedert	abwechselnd künstliche und natürliche Abschnitte	völlig einheitlich,	
<b>Uferbeschaffenheit</b>	natürlich, häufig unterspült	Künstliche Ufersicherung erkennbar, abwechselnd mit natürlichen Stellen	Gleich, Verfugte Steinblöcke, Betonmauer	
<b>Uferbewuchs</b>	Natürlich und vielfältig (Bäume, Sträucher, Gräser, Kräuter, Hochstauden)	Künstlich angelegt und mehr oder weniger einheitlich (Wiese, Gebüsch, ...)	Fehlend, bewirtschaftete Flächen bis zum Gewässerrand	
<b>Durchwanderbarkeit für Fische</b>	im natürlichen Bach gewährleistet (ausgenommen bei Wasserfällen)	niedere Gefällstufen mit Steinen oder anderen natürlichen Materialien behindern nur wenig	hohe Schwellen und künstliche Abstürze verhindern den Aufstieg	
<b>Nutzungseinflüsse</b>	keine erkennbar	geringe Auswirkungen erkennbar (z.B. durch Kanalisationsleitungen)	starke Auswirkungen (z.B. Trockenlegung durch Wasserkraftnutzung,..)	
<b>Gesamtbeurteilung des untersuchten Bach-/Flussabschnitts</b>			<b>Summe aller Punkte:</b>	
			<b>Mittelwert:</b>	

## Prüfung der Hypothesen

**Hypothese 1:** Die Gewässergüte der Queich verändert sich von der Quelle bis zur Mündung. Sie ist in der Quellregion am besten und wird bis zur Mündung kontinuierlich schlechter.

angenommen

teilweise angenommen

abgelehnt

Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Hypothese 2:** Die Gewässergüte ist in den Siedlungen schlechter als in den nicht besiedelten Bereichen.

angenommen

teilweise angenommen

abgelehnt

Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Hypothese 3:** Die Gewässergüte ist in renaturierten Abschnitten besser als in nicht-renaturierten Abschnitten.

angenommen

teilweise angenommen

abgelehnt

Begründung: \_\_\_\_\_

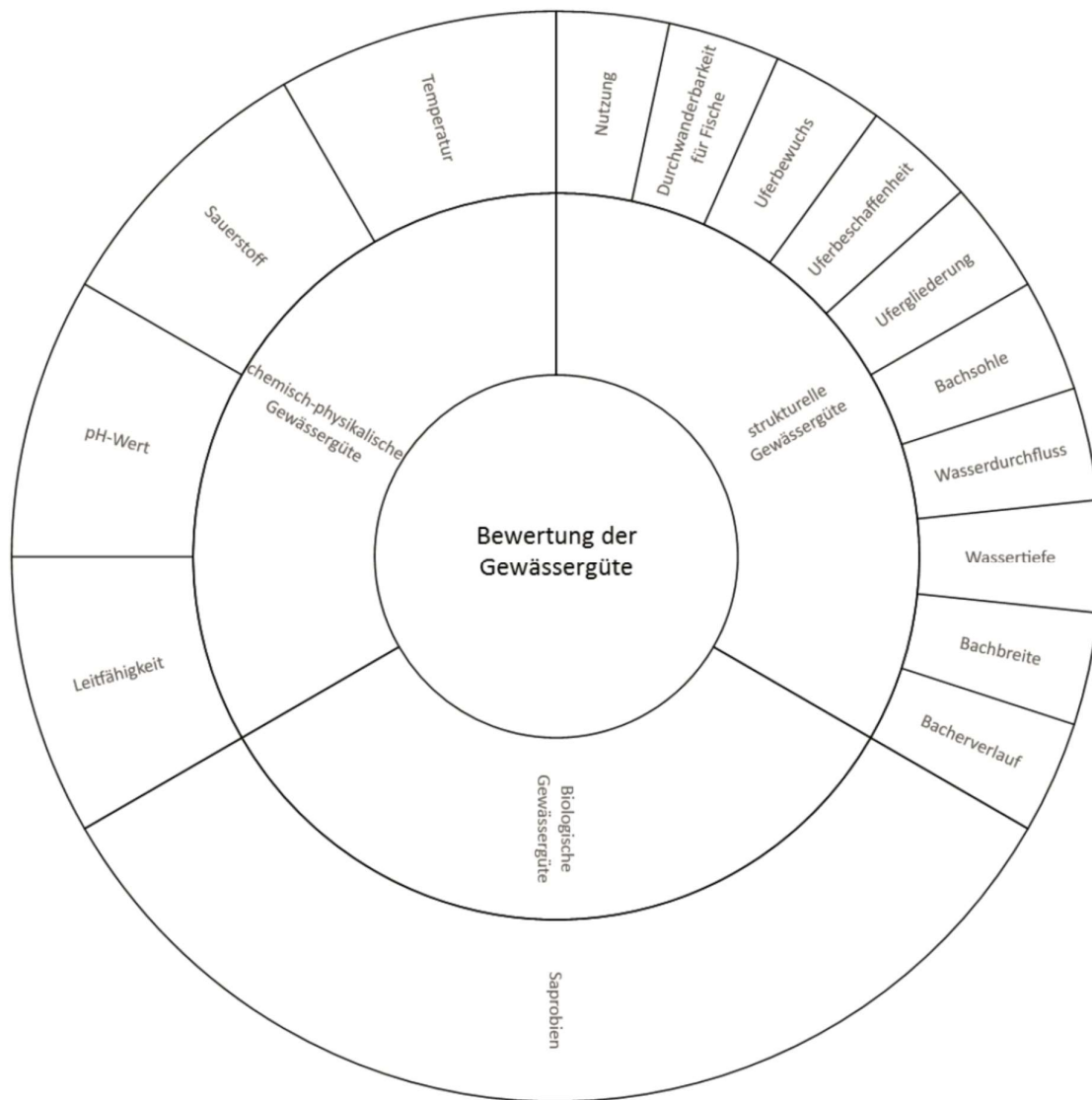
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Auswertung

**Aufgabe:** Kennzeichne die einzelnen Parameter mit der passenden Farbe und bewerte die Gewässergüte allgemein.



# **Titel für das Poster, so kurz und genau wie möglich**

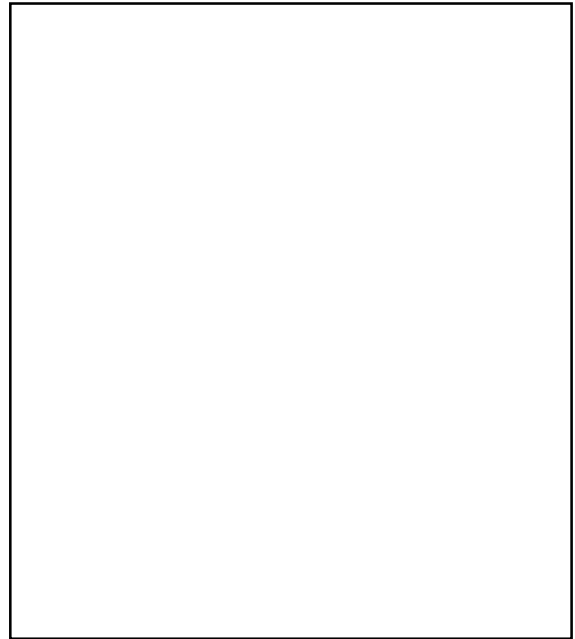
Autor 1, Autor 2, ...

Name der Schule, Klasse

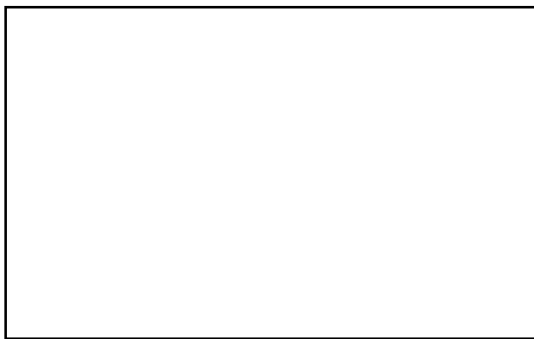
## **1. Einleitung**



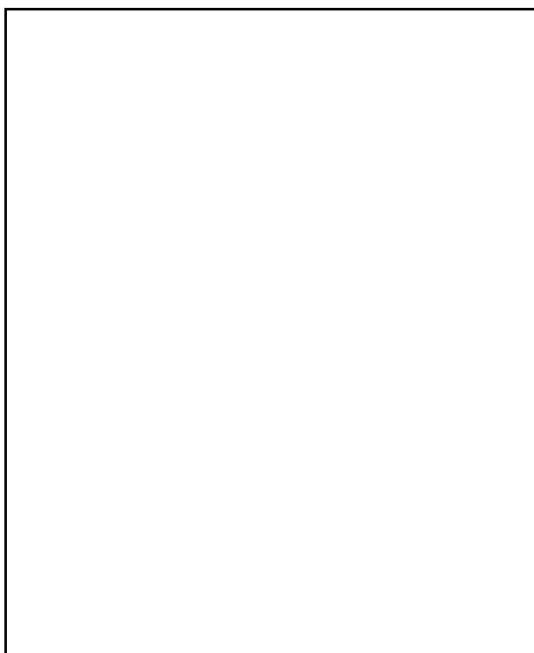
## **4. Ergebnisse**



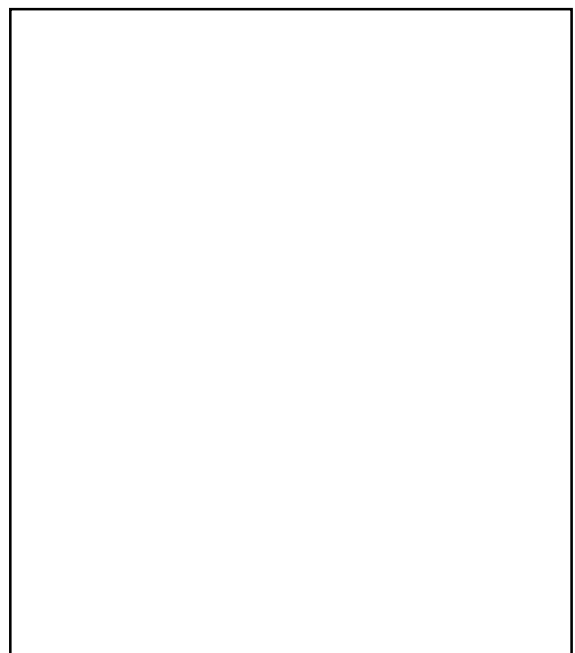
## **2. Fragen & Hypothesen**



## **3. Material und Methoden**



## **5. Diskussion und Fazit**



**Platz für Quellen und Logos**

## 2.5 ARBEITSBLÄTTER FÜR DEN WORKSHOP

### **Bestimmung der Gewässergüte**

Die Gewässergüte kann nicht durch einen Parameter beschrieben werden, sondern muss durch eine Vielzahl an Parametern festgestellt werden. So kann auf Grund einer chemischen Analyse in einem Bachabschnitt Trinkwasserqualität festgestellt werden. Weil der Bach jedoch in einer öden Betonrinne verläuft, ist er als Lebensraum für Pflanzen und Tiere verloren. Deshalb gehören zu einer Bewertung der Gewässergüte die folgenden drei Parametergruppen:

- Chemisch-physikalische Parameter
- Biologische Parameter
- Gewässerstruktur

Durch die folgenden Arbeitsblätter werden die drei Parametergruppen erklärt und du lernst wie du die Parameter bestimmst.

- |                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| 1. Biologische Parameter            | Seite 2 |
| 2. Chemisch-Physikalische Parameter | Seite 5 |
| 3. Gewässerstruktur                 | Seite 8 |

## 1. Biologische Parameter

Die biologischen Parameter umfassen die Bewertung der Lebensgemeinschaften innerhalb eines Fließgewässers. Lebensgemeinschaften reagieren sehr sensibel auf Störungen ihrer Umwelt. Als Folge von Störungen verändern sich die Lebensgemeinschaften und einzelne Arten können dadurch Aufschluss über die Gewässergüte geben. Das älteste und am häufigsten angewandteste Bewertungssystem ist das Saprobien-System. Es ist eine Zusammenstellung von ausgewählten Tierarten, über deren Vorkommen und Häufigkeit innerhalb eines Fließgewässers auf die Belastung geschlossen werden kann. Vorteil der biologischen Untersuchung ist, dass es sich im Gegensatz zur chemischen Untersuchung, nicht um eine Momentaufnahme handelt, sondern die Lebensbedingungen über einen längeren Zeitraum dokumentiert werden. Das Saprobien-System kann aber keine Informationen über Art und Menge spezifischer Schadstoffe und andere Beeinträchtigungen der Wasserqualität geben. Deshalb reicht es nicht aus, die ökologische Ganzheit eines Gewässers nur mit dem Saprobien-System zu bestimmen.

### Bestimmung des Saprobienindex

Jedes Tier der Saprobienliste hat einen Saprobiewert (Zeigerwert). Der Saprobiewert ist ein Index, der anzeigt, in welcher Gewässergüteklasse die entsprechende Art bevorzugt anzutreffen ist und liegt zwischen 1,0 und 4,0. Arten, die keine Zeigerorganismen sind und somit keinen Aufschluss über die Gewässergüte zulassen, sind in der Saprobienliste nicht enthalten.

Damit alle Lebensräume im Fließgewässer untersucht werden, sollte an folgenden Orten nach Lebewesen gesucht werden:

- 10 x Steine umdrehen und die Tiere mit dem Pinsel vorsichtig abnehmen
- 5 x im Kies/Sand/Schlamm keschern
- 5 x in Wasserpflanzen keschern
- 3 x Laub-/Totholzpackungen durchsuchen

In der folgenden Tabelle sind die Gewässergüteklassen dargestellt. Früher wurde die biologische Gewässergüte in sieben Gruppen unterteilt, durch die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sind es heute fünf Gruppen.

Güteklassen 7-stufig	Beschreibung	Saprobien-index	Güteklassen nach WRRL 5-stufig
<b>Güteklasse I (dunkelblau)</b> unbelastet/sehr gering belastet	Gewässerabschnitte mit reinem, stets sauerstoffreichem und nährstoffarmen Wasser viele Kleintiere, geringer Gehalt an Bakterien	<b>unter 1,5</b>	<b>Sehr gut (1)</b>  (Blau)
<b>Güteklasse I-II (hellblau)</b> gering belastet	Gewässerabschnitte mit geringer Nährstoffzufuhr und ohne nennenswerten Sauerstoffmangel viele Kleintiere	<b>zwischen 1,5 und 1,8</b>	<b>Gut (2)</b>  (Grün)
<b>Güteklasse II (dunkelgrün)</b> mäßig belastet	Gewässerabschnitte mit mäßiger Verunreinigung und guter Sauerstoffversorgung viele Algen, Schnecken, Kleinkrebsen und Fischarten	<b>zwischen 1,8 und 2,3</b>	
<b>Güteklasse II-III (gelbgrün)</b> kritisch belastet	Gewässerabschnitte, deren Belastung mit sauerstoffschädlichen Stoffen einen kritischen Zustand bewirkt, die Unterseite der Steine sind oft schwarz Fischsterben wegen Sauerstoffmangel möglich, Rückgang der Lebewesen	<b>zwischen 2,3 und 2,7</b>	<b>Mäßig (3)</b>  (Gelb)
<b>Güteklasse III (gelb)</b> stark verschmutzt	Gewässerabschnitte mit starker Verschmutzung und niedrigem Sauerstoffgehalt, örtlich Faulschlammablagerungen, diese Verhältnisse deuten auf Abwassereinleitungen hin mit Fischsterben ist zu rechnen (wenige Lebewesen)	<b>zwischen 2,7 und 3,2</b>	<b>Unbefriedigend (4)</b>  (Orange)
<b>Güteklasse III-IV (orange)</b> sehr stark verschmutzt	zeitweilig totaler Sauerstoffschwund; Trübung, das Wasser riecht deutlich nach Abwasser, Hinweis auf massive Abwassereinleitungen eingeschränkte Lebensbedingungen durch sehr starke Verschmutzung, Fische nur ausnahmsweise anzutreffen	<b>zwischen 3,2 und 3,5</b>	<b>Schlecht (5)</b>  (Rot)
<b>Güteklasse IV (rot)</b> Übermäßig verschmutzt	übermäßig verschmutzte Gewässerabschnitte durch Abwasser, Sauerstoff gänzlich fehlend; Gräben oder Bäche, die erst mit der Einleitung von Abwasser beginnen, Das ganze Gewässer erscheint weiß Besiedlung vorwiegend durch Bakterien, Fische fehlen	<b>über 3,5</b>	

**Aufgabe 1:** Bestimme die zwei Tiere mit Hilfe der Bestimmungsmappen!



Name:

Zeigerwert:



Name:

Zeigerwert:

**Aufgabe 2:** Hier siehst du eine Liste von Tieren, wie auch wir sie später vielleicht fangen werden. Berechne den Saprobienindex und ordne diesen einer Bewertungsstufe zu.

Gefundene Tiere	Anzahl Tiere (A)	Zeigerwert (s)	Produkt (A x s)
Steinfliegenlarve	3	1,3	
Köcherfliegenlarve	6	1,5	
Lieblenlarven	5	2,0	
Flohkrebe	12	2,0	
Wasserasseln	13	2,7	
Egel	4	2,5	
Rote Zuckmückenlarve	5	3,3	
Rattenschwanzlarve	1	4,0	
<b>Gesamtzahl Tiere:</b>		<b>Gesamtsumme:</b>	

**Berechnung der Biologischen Gewässergüte:**

Gesamtsumme  : Gesamtzahl Tiere  = Biologische Gewässergüte

Einstufung des ökologischen Zustands nach der Wasserrahmenrichtlinie in 5 Klassen:

Bewertungsstufen	Deine Probe	Saprobienindex
nicht belastet (blau)		1,0-1,4
mäßig belastet (grün)		1,5-2,2
kritisch belastet (gelb)		2,3-2,6
stark belastet (orange)		2,7-3,1
übermäßig belastet (rot)		3,2-4,0



## 2. Chemisch-Physikalische Parameter

Bei der chemisch-physikalischen Gewässeruntersuchung können eine Vielzahl an Parametern untersucht werden: Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoff, Nitrat, Ammonium, Sulfat, Nickel, Blei, usw. Innerhalb dieser Untersuchung werden die Parameter Temperatur, pH-Wert, Sauerstoff und Leitfähigkeit untersucht.

**Aufgabe 1:** Lies den folgenden Text und markiere die wichtigsten Ursachen und Folgen unnatürlicher Werte.

Die Wassertemperatur eines Fließgewässers ändert sich im Lauf des Tages und natürlich auch im Lauf eines Jahres. Tageshöchstwerte sind in der Regel am frühen Nachmittag zu erwarten. Die Wassertemperatur ist ein Faktor, die nahezu alle physikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge beeinflusst. Alle im Gewässer lebenden Organismen sind davon betroffen und sie können Schwankungen nur bis zu einem gewissen Grad vertragen. So sterben Eintagsfliegenlarven schon bei Wassertemperaturen über 18 °C und Bachforellen vertragen maximal 27 °C. Ursachen für unnatürlich hohe/niedrige Wassertemperaturen kann z.B. die Einleitung von Abwässern (Kläranlage, Industrie) oder Kühlwasser (Kraftwerke) sein. Auch eine nicht vorhandene Beschattung durch fehlende Uferbäume oder eine verringerte Fließgeschwindigkeit durch Aufstauung kann Ursache dafür sein. Neben den Anpassungsschwierigkeiten verschiedener Lebewesen kann eine erhöhte Temperatur u.a. auch zu einer Abnahme der Sauerstofflöslichkeit im Gewässer führen.

Der pH-Wert eines Fließgewässers liegt natürlicherweise zwischen 6,5 und 8,5 und wird vor allem durch die Geologie des Einzugsgebiets bestimmt. Dadurch haben Bäche und Flüsse in kalkreichen Regionen einen natürlich erhöhten pH-Wert und Moorbäche einen natürlich sauren pH-Wert. Der pH-Wert beeinflusst zahlreiche chemische, physikalische und biologische Prozesse. So hängt die giftige Wirkung bestimmter Substanzen vom pH-Wert ab. Giftig für Fische sind pH-Werte <4 und >10, für Kleinstlebewesen wird das Gewässer schon ab einem Wert von <5,5 giftig. Niedrige pH-Werte sind auch für Muscheln und Schnecken ein Risiko. Durch die Versauerung lösen sich ihre kalkhaltigen Schalen auf. Neben Extremwerten sind auch Schwankungen für das Ökosystem gefährlich. Diese können z.B. die Selbstreinigung hemmen. Eine unnatürliche Veränderung des pH-Werts kann durch Luftverunreinigungen, wie saurem Regen, verursacht werden.

Mit der Leitfähigkeit werden die Gesamt-Ionen (=Salz) –Gehalt eines Gewässers bestimmt. Hierbei wird jedoch nicht festgestellt um welche Ionen es sich handelt. Deshalb kann der Parameter nur bedingt für eine Bewertung der Gewässergüte herangezogen werden. Ursache für unnatürlich hohe Werte können der Einsatz von Streusalz im Winter sein oder Salzableitungen aus der Industrie und dem Bergbau. Durch eine erhöhte Salzkonzentration kann es zu einer Veränderung/Verarmung der Artenzusammensetzung kommen. Auch die Nutzung für Trinkwassergewinnung oder Bewässerung kann nur noch eingeschränkt möglich sein.

Die Sauerstoffverhältnisse innerhalb eines Fließgewässers sind abhängig von der Temperatur und der Strömung. Sie können sich über den Tag hinweg verändern, z.B. durch Photosynthese der Wasserpflanzen. In einem unbelasteten Fließgewässer sind die Schwankungen innerhalb eines Tages geringer als in einem belasteten Gewässer. Die Sauerstoffverhältnisse sind vor allem für die höheren Organismen wichtig. Liegt eine Untersättigung, also ein Mangel an Sauerstoff sterben Organismen ab. Bei einer Übersättigung erkranken Fische an der Gasblasenkrankheit. Verursacht werden unnatürliche Sauerstoffverhältnisse durch den Eintrag von Abwässern und aus landwirtschaftlichen Flächen, sowie durch erhöhtes Algen- und Pflanzenwachstum durch eine Nährstoffbelastung.

**Aufgabe 2:** Notiere in der Tabelle die wichtigsten Ursachen und Folgen unnatürlicher Werte.

	<b>Ursachen</b>	<b>Folgen</b>
<b>Temperatur</b>		
<b>pH-Wert</b>		
<b>Leitfähigkeit</b>		
<b>Sauerstoff</b>		

Auch die chemisch-physikalischen Parameter werden in fünf Klassen eingeteilt:

	<b>1 nicht belastet (blau)</b>	<b>2 wenig belastet (grün)</b>	<b>3 mäßig belastet (gelb)</b>	<b>4 kritisch belastet (orange)</b>	<b>5 übermäßig belastet (rot)</b>
<b>Temperatur [°C]</b>	< 18	18-20	20-22	20-24	> 24
<b>Leitfähigkeit [mS/cm]</b>	< 300	301-500	501-700	701-900	> 900
<b>Sauerstoff [%]</b>	91-110	81-90 oder 111-120	71-80 oder 121-130	60-70 oder 131-140	< 60 oder >140
<b>pH-Wert</b>	6,5-8,0	6,0-6,4 oder 8,1-8,5	5,5-5,9 oder 8,6-9,0	5,0-5,4 oder 9,1-9,5	< 5,0 oder > 9,5

**Aufgabe 3:** Mache dich mit den Geräten vertraut und nehme eine warme und eine kalte Leitungswasserprobe. Bestimme die Temperatur, die Leitfähigkeit, den Sauerstoff und den pH-Wert. Ordne den Werten eine Güteklasse zu.

	<b>Kalte Probe</b>		<b>Warme Probe</b>	
	<b>Wert</b>	<b>Güteklasse</b>	<b>Wert</b>	<b>Güteklasse</b>
<b>Temperatur</b>				
<b>pH-Wert</b>				
<b>Leitfähigkeit</b>				
<b>Sauerstoff</b>				

### Wichtig bei der Messung der chemisch-physikalischen Parameter

Alle Messungen sollten in der fließenden Welle oder mit Wasser aus der „fließenden Welle“ durchgeführt werden.

Messung der Wassertemperatur: Damit nicht die Oberflächentemperatur gemessen wird, sollte in mindestens 20 cm Tiefe gemessen werden. Befindet sich die fließende Welle am Messort sowohl im Schatten als auch in der Sonne, sollten mindestens zwei der Messungen im Schatten und zwei in der Sonne stattfinden.

Jeder Parameter sollte zu jedem Zeitpunkt mindestens fünfmal gemessen werden, so dass eventuelle Messfehler nicht überschätzt werden!

### 3. Gewässerstruktur

Die Gewässerstruktur gibt Auskunft über das äußere Erscheinungsbild eines Gewässers. Dabei werden die Teilbereiche Wasser, Gewässersohle, Ufer und Aue untersucht. Die Gewässerstrukturgüte bewertet die ökologische Qualität der Gewässerstrukturen. Sie soll Auskunft über den menschlichen Einfluss geben und zeigen in wie weit das Fließgewässer von seinem (potenziellen) natürlichen Zustand abweicht.

Seit Jahrhunderten versucht der Mensch, Bäche und Flüsse für seine Zwecke zu nutzen und Hochwasser und Fluten in kontrollierte Bahnen zu lenken. Dadurch wurde das Bild von Fließgewässern langfristig verändert. Besonders seit der Industrialisierung und Technisierung sind alle Fließgewässer in Deutschland direkt oder indirekt von diesem Um- und Ausbau betroffen.

Bei der Bewertung der Gewässerstruktur bildet der „potenziell natürliche Zustand“ den Bezugspunkt. Dieser Bezugspunkt soll den weitestgehend unbeeinflussten Zustand eines Fließgewässers darstellen und entspricht der Strukturgüteklasse 1. Alle Abweichungen von diesem Leitbild werden je nach Ausmaß schlechter bewertet. Insgesamt wird die Gewässerstrukturgüte in fünf Klassen eingeteilt.

**Aufgabe 1:** Überlege dir für die vier Teilbereiche Merkmale natürlicher Fließgewässer und stark veränderter Gewässer

	Natürlich	Stark verändert
<b>Wasser</b>		
<b>Gewässersohle</b>		
<b>Ufer</b>		
<b>Aue</b>		

Die Bewertung der Gewässerstruktur

Die Gewässerstruktur wird durch die Untersuchung eines 50-100 m langen Fließgewässerabschnitts bewertet. Dabei wird ein Fragebogen genutzt, der 10 Parameter auflistet, u.a. Bachverlauf, Uferstruktur, Strömungsbild. Jeder Parameter wird entweder mit 1 Punkt (sehr gut), 1,5 Punkten (gut), 2 Punkten (mäßig), 2,5 Punkten (unbefriedigend) oder 3 Punkten (schlecht) bewertet. Die Zuordnung der Bewertungsstufen wird durch Erläuterungen zu jedem einzelnen Parameter erleichtert. Bewertet wird der überwiegende Zustand des Abschnitts in Bezug auf den Parameter. Es gilt: Die Aussage der Bewertungsstufe muss auf den überwiegenden Teil des Gewässerabschnittes zutreffen, d.h. auf mehr als 50 %. Dafür sollte zuerst der Abschnitt abgegangen und genau beobachtet werden. Erst im Anschluss sollte der Bogen ausgefüllt werden.

Aufgabe 2: Betrachtet die beiden Bilder. Führt die Bewertung der Gewässerstruktur exemplarisch an den beiden Bildern durch.



## Aufnahmebogen für die Gewässerstruktur

	1 Punkt (blau) 1,5 Punkte (grün)	2 Punkte (gelb) 2,5 Punkte (orange)	3 Punkte (rot)	Bild 1	Bild 2
<b>Bachverlauf</b>	natürlich, mäandrierend, schlängelnd	Korrekturen sichtbar, bogig geschwungen	gestreckt, kanalisiert		
<b>Bachbreite</b>	abwechselnd eng, breit	leicht abwechselnd, etwas schmaler, breiter werdend	kanalisierte Einheitsbreite		
<b>Wassertiefe</b>	stark wechselnd	mindestens im Uferbereich variierend	völlig einheitlich		
<b>Wasserdurchfluss</b>	stark abwechselnd schnell und langsam fließende Stellen, stehendes Wasser	unterschiedliche Durchflussgeschwindigkeiten ohne stehendes Wasser	einheitliche Durchflussgeschwindigkeiten		
<b>Bachsohle</b>	sehr vielseitig (Steine, Kies, Sand, Feinsand,..)	abwechselnd, teilweise natürlich	künstlich einheitlich (z.B. nur Kies, nur Sand, Beton, ...)		
<b>Uferneigung und -gliederung</b>	vielfältig, flache und steile Partien, unregelmäßig, reich gegliedert	abwechselnd künstliche und natürliche Abschnitte	völlig einheitlich,		
<b>Uferbeschaffenheit</b>	natürlich, häufig unterspült	Künstliche Ufersicherung erkennbar, abwechselnd mit natürlichen Stellen	Gleich, Verfugte Steinblöcke, Betonmauer		
<b>Uferbewuchs</b>	Natürlich und vielfältig (Bäume, Sträucher, Gräser, Kräuter, Hochstauden)	Künstlich angelegt und mehr oder weniger einheitlich (Wiese, Gebüsch, ...)	Fehlend, bewirtschaftete Flächen bis zum Gewässerrand		
<b>Durchwanderbarkeit für Fische</b>	im natürlichen Bach gewährleistet (ausgenommen bei Wasserfällen)	niedere Gefällstufen mit Steinen oder anderen natürlichen Materialien behindern nur wenig	hohe Schwellen und künstliche Abstürze verhindern den Aufstieg		
<b>Nutzungseinfüsse</b>	keine erkennbar	geringe Auswirkungen erkennbar (z.B. durch Kanalisationsleitungen)	starke Auswirkungen (z.B. Trockenlegung durch Wasserkraftnutzung,...)		
<b>Gesamtbeurteilung des untersuchten Bach-/Flussabschnitts</b>			<b>Summe aller Punkte:</b>		
			<b>Mittelwert:</b>		

Auch die Gewässerstruktur wird in 5 Güteklassen eingeordnet:

Wert	Bedeutung	Farbe
1,0-1,4	Natürlich, sehr gut	Blau
1,5-1,9	Naturnah, gut	Grün
2,0-2,4	Wenig naturnah, mäßig	Gelb
2,5-2,9	Naturfern, unbefriedigend	Orange
3,0	schlecht	Rot

### 3 ANHANG: ERGEBNISSE DES MAUCHLY-TESTS

Ergebnisse des Mauchly-Tests auf Sphärizität für alle Skalen und Subskalen

Mauchly-Test auf Sphärizität							
Innersubjekteffekt	Mauchly-W	Approx. Chi- Quadrat	df	Sig.	Epsilon $\epsilon$		
					Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Untergrenze
<b>NOS</b>	0,91	14,70	2	0,001	0,92	0,94	0,50
<b>Herkunft</b>	0,98	2,68	2	0,26	0,98	1,00	0,50
<b>Sicherheit</b>	0,90	16,27	2	0,00	0,91	0,93	0,50
<b>Entwicklung</b>	0,99	1,34	2	0,51	0,99	1,00	0,50
<b>Rechtfertigung</b>	0,97	4,45	2	0,11	0,97	1,00	0,50
<b>Einfachheit</b>	0,99	2,04	2	0,36	0,99	1,00	0,50
<b>Zweck</b>	1,00	0,13	2	0,94	1,00	1,00	0,50
<b>Kreativität</b>	0,99	1,61	2	0,45	0,99	1,00	0,50
<b>Freude &amp; Interesse</b>	0,99	1,99	2	0,37	0,99	1,00	0,50
<b>Genereller Wert</b>	0,99	1,39	2	0,50	0,99	1,00	0,50
<b>Zukünftige Motivation</b>	0,96	6,06	2	0,05	0,96	0,99	0,50
<b>Utilisation</b>	0,72	50,65	2	0,00	0,78	0,80	0,50
<b>Präservation</b>	0,95	7,49	2	0,02	0,95	0,98	0,50
<b>GEB</b>	0,99	1,35	2	0,51	0,99	1,00	0,50
<b>Indirektes Umweltverhalten</b>	0,94	9,74	2	0,01	0,94	0,96	0,50
<b>Fachwissen</b>	0,96	7,07	2	0,03	0,96	0,98	0,50

Prüft die Nullhypothese, daß sich die Fehlerkovarianz-Matrix der orthonormalisierten transformierten abhängigen Variablen proportional zur Einheitsmatrix verhält.

## 4 ANHANG: ERGEBNISSE DES TESTS DER ZWISCHENSUBJEKTEFFEKTE

Tests der Zwischensubjekteffekte							
	Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	$\eta^2_p$
<b>NOS</b>	Konstanter Term	2242,94	1	2242,94	13526,56	0,00	0,99
	Projekt	0,19	2	0,09	0,57	0,57	0,01
	Fehler	25,04	151	0,17			
<b>Herkunft</b>	Konstanter Term	2651,30	1	2651,30	7442,45	0,00	0,98
	Projekt	0,01	2	0,00	0,01	0,99	0,00
	Fehler	54,15	152	0,36			
<b>Sicherheit</b>	Konstanter Term	2640,04	1	2640,04	8948,55	0,00	0,98
	Projekt	0,11	2	0,05	0,18	0,83	0,00
	Fehler	44,55	151	0,30			
<b>Entwicklung</b>	Konstanter Term	2487,43	1	2487,43	6157,72	0,00	0,98
	Projekt	0,47	2	0,23	0,58	0,56	0,01
	Fehler	60,59	150	0,40			
<b>Rechtfertigung</b>	Konstanter Term	2095,88	1	2095,88	14566,02	0,00	0,99
	Projekt	0,28	2	0,14	0,97	0,38	0,01
	Fehler	21,58	150	0,14			
<b>Einfachheit</b>	Konstanter Term	1622,10	1	1622,10	4974,30	0,00	0,97
	Projekt	0,10	2	0,05	0,15	0,86	0,00
	Fehler	48,91	150	0,33			
<b>Zweck</b>	Konstanter Term	2335,65	1	2335,65	7851,65	0,00	0,98
	Projekt	2,64	2	1,32	4,44	0,01	0,06
	Fehler	44,62	150	0,30			
<b>Kreativität</b>	Konstanter Term	1729,55	1	1729,55	4607,37	0,00	0,97
	Projekt	0,04	2	0,02	0,05	0,95	0,00
	Fehler	55,93	149	0,38			
<b>Freude</b>	Konstanter Term	1224,14	1	1224,14	2688,62	0,00	0,95
	Projekt	0,69	2	0,35	0,76	0,47	0,01
	Fehler	68,30	150	0,46			
<b>gen. Wert</b>	Konstanter Term	1413,47	1	1413,47	10298,94	0,00	0,99
	Projekt	0,70	2	0,35	2,54	0,08	0,03
	Fehler	20,45	149	0,14			
<b>z. n. - Motivation</b>	Konstanter Term	673,43	1	673,43	1078,42	0,00	0,88
	Projekt	2,89	2	1,44	2,31	0,10	0,03
	Fehler	91,80	147	0,62			
<b>Utilisation</b>	Konstanter Term	469,97	1	469,97	1691,88	0,00	0,92
	Projekt	1,66	2	0,83	2,99	0,05	0,04
	Fehler	42,22	152	0,28			
<b>Präservation</b>	Konstanter Term	1575,30	1	1575,30	5098,86	0,00	0,97
	Projekt	0,06	2	0,03	0,09	0,91	0,00
	Fehler	46,96	152	0,31			
<b>GEB</b>	Konstanter Term	1621,58	1	1621,58	8428,95	0,00	0,98
	Projekt	0,88	2	0,44	2,29	0,10	0,03
	Fehler	29,24	152	0,19			
	Konstanter Term	818,40	1	818,40	2023,33	0,00	0,93



<b>Indirektes Umweltverhalten</b>	Projekt	0,32	2	0,16	0,40	0,67	0,01
	Fehler	61,08	151	0,40			
<b>Fachwissen</b>	Konstanter Term	5736,77	1	5736,77	1384,86	0,00	0,90
	Projekt	21,94	2	10,97	2,65	0,07	0,03
	Fehler	633,80	153	4,14			
<b>KIM* NOS</b>	Konstanter Term	1971,54	1	1971,54	12011,45	0,00	0,99
	KIM	1,12	1	1,12	6,82	0,01	0,05
	Fehler	22,49	137	0,16			
	Konstanter Term	1995,35	1	1995,35	12430,76	0,00	0,99
	Kompetenz	1,27	1	1,27	7,92	0,01	0,05
	Fehler	21,99	137	0,16			
<b>KIM* Freude</b>	Konstanter Term	1092,60	1	1092,60	2602,57	0,00	0,95
	KIM	6,15	1	6,15	14,64	0,00	0,10
	Fehler	57,51	137	0,42			
	Konstanter Term	968,17	1	968,17	2240,77	0,00	0,94
	Interesse	4,93	1	4,93	11,41	0,00	0,08
	Fehler	59,19	137	0,43			
	Konstanter Term	1097,74	1	1097,74	2540,30	0,00	0,95
	Kompetenz	3,56	1	3,56	8,23	0,01	0,06
	Fehler	58,77	136	0,43			
	Konstanter Term	1139,64	1	1139,64	2677,93	0,00	0,95
	Wahlfreiheit	4,11	1	4,11	9,66	0,00	0,07
Fehler	57,88	136	0,43				
<b>KIM* gen. Wert</b>	Konstanter Term	1266,93	1	1266,93	9082,16	0,00	0,99
	Kompetenz	0,62	1	0,62	4,42	0,04	0,03
	Projekt * Kompetenz	0,18	2	0,09	0,63	0,53	0,01
	Fehler	18,97	136	0,14			
<b>KIM* z. n. - Motivation</b>	Konstanter Term	623,95	1	623,95	1044,04	0,00	0,89
	KIM	6,92	1	6,92	11,58	0,00	0,08
	Fehler	80,08	134	0,60			
	Konstanter Term	632,59	1	632,59	1007,60	0,00	0,88
	Kompetenz	2,54	1	2,54	4,04	0,05	0,03
	Fehler	84,13	134	0,63			
<b>KIM* Utilisation</b>	Konstanter Term	402,86	1	402,86	1573,53	0,00	0,92
	KIM	2,20	1	2,20	8,59	0,00	0,06
	Fehler	35,33	138	0,26			
	Konstanter Term	338,39	1	338,39	1300,92	0,00	0,90
	Interesse	1,29	1	1,29	4,97	0,03	0,03
	Fehler	35,90	138	0,26			
	Konstanter Term	410,71	1	410,71	1603,32	0,00	0,92
	Kompetenz	1,59	1	1,59	6,20	0,01	0,04
	Projekt * Kompetenz	1,77	2	0,88	3,45	0,03	0,05
	Fehler	35,35	138	0,26			
<b>KIM* Präservation</b>	Konstanter Term	1395,01	1	1395,01	4971,68	0,00	0,97
	KIM	4,35	1	4,35	15,50	0,00	0,10
	Fehler	38,72	138	0,28			
	Konstanter Term	1213,67	1	1213,67	4164,68	0,00	0,97

	Interesse	2,68	1	2,68	9,19	0,00	0,06
	Fehler	40,22	138	0,29			
	Konstanter Term	1400,21	1	1400,21	4855,13	0,00	0,97
	Kompetenz	2,38	1	2,38	8,26	0,00	0,06
	Fehler	39,80	138	0,29			
	Konstanter Term	1466,56	1	1466,56	4954,79	0,00	0,97
	Wahlfreiheit	2,42	1	2,42	8,18	0,00	0,06
	Fehler	40,85	138	0,30			
	Konstanter Term	1384,00	1	1384,00	4488,98	0,00	0,97
<b>KIM* GEB</b>	Konstanter Term	1439,80	1	1439,80	7502,61	0,00	0,98
	KIM	1,13	1	1,13	5,88	0,02	0,04
	Fehler	26,48	138	0,19			
<b>KIM* Fachwissen</b>	Konstanter Term	5110,24	1	5110,24	1285,15	0,00	0,90
	KIM	15,41	1	15,41	3,87	0,05	0,03
	Fehler	552,72	139	3,98			
	Konstanter Term	5109,41	1	5109,41	1314,80	0,00	0,91
	Kompetenz	21,74	1	21,74	5,59	0,02	0,04
	Fehler	536,28	138	3,89			

## 5 ANHANG: ERGEBNISSE DER PAARWEISEN VERGLEICHE

Paarweise Vergleiche							
	(I)	(J)	Mittlere Differenz (I-J)	Standard Fehler	Sig. <sup>b</sup>	95% Konfidenzintervall für die Differenz <sup>b</sup>	
						Untergrenze	Obergrenze
<b>NOS</b>	Kooperation	Kollaboration	-,083*	0,02	0,00	-0,13	-0,03
		Kodesign	-,089*	0,03	0,00	-0,15	-0,02
	Kollaboration	Kooperation	,083*	0,02	0,00	0,03	0,13
		Kodesign	-0,01	0,02	1,00	-0,07	0,05
	Kodesign	Kooperation	,089*	0,03	0,00	0,02	0,15
		Kollaboration	0,01	0,02	1,00	-0,05	0,07
<b>Herkunft</b>	Kooperation	Kollaboration	-,214*	0,05	0,00	-0,34	-0,09
		Kodesign	-,186*	0,06	0,01	-0,33	-0,04
	Kollaboration	Kooperation	,214*	0,05	0,00	0,09	0,34
		Kodesign	0,03	0,05	1,00	-0,10	0,16
	Kodesign	Kooperation	,186*	0,06	0,01	0,04	0,33
		Kollaboration	-0,03	0,05	1,00	-0,16	0,10
<b>Sicherheit</b>	Kooperation	Kollaboration	-,215*	0,04	0,00	-0,31	-0,12
		Kodesign	-,205*	0,05	0,00	-0,33	-0,08
	Kollaboration	Kooperation	,215*	0,04	0,00	0,12	0,31
		Kodesign	0,01	0,05	1,00	-0,10	0,12
	Kodesign	Kooperation	,205*	0,05	0,00	0,08	0,33
		Kollaboration	-0,01	0,05	1,00	-0,12	0,10
<b>Einfachheit</b>	Kooperation	Kollaboration	-,185*	0,05	0,00	-0,31	-0,06
		Kodesign	-,171*	0,05	0,00	-0,30	-0,05
	Kollaboration	Kooperation	,185*	0,05	0,00	0,06	0,31
		Kodesign	0,01	0,05	1,00	-0,10	0,13
	Kodesign	Kooperation	,171*	0,05	0,00	0,05	0,30
		Kollaboration	-0,01	0,05	1,00	-0,13	0,10
<b>Kreativität</b>	Kooperation	Kollaboration	-0,12	0,05	0,06	-0,24	0,00
		Kodesign	-,251*	0,06	0,00	-0,38	-0,12
	Kollaboration	Kooperation	0,12	0,05	0,06	0,00	0,24
		Kodesign	-,131*	0,05	0,05	-0,26	0,00
	Kodesign	Kooperation	,251*	0,06	0,00	0,12	0,38
		Kollaboration	,131*	0,05	0,05	0,00	0,26
<b>Freude</b>	Kooperation	Kollaboration	0,08	0,04	0,14	-0,02	0,18
		Kodesign	0,10	0,04	0,06	0,00	0,21
	Kollaboration	Kooperation	-0,08	0,04	0,14	-0,18	0,02
		Kodesign	0,02	0,04	1,00	-0,08	0,13
	Kodesign	Kooperation	-0,10	0,04	0,06	-0,21	0,00
		Kollaboration	-0,02	0,04	1,00	-0,13	0,08
<b>gen. Wert</b>	Kooperation	Kollaboration	,11*	0,04	0,04	0,00	0,21
		Kodesign	0,09	0,04	0,06	0,00	0,19
	Kollaboration	Kooperation	-,11*	0,04	0,04	-0,21	0,00
		Kodesign	-0,01	0,04	1,00	-0,12	0,09
	Kodesign	Kooperation	-0,09	0,04	0,06	-0,19	0,00
		Kollaboration	0,01	0,04	1,00	-0,09	0,12

z.-n.- Motivation	Kooperation	Kollaboration	-0,03	0,05	1,00	-0,15	0,09
		Kodesign	-0,03	0,06	1,00	-0,17	0,11
	Kollaboration	Kooperation	0,03	0,05	1,00	-0,09	0,15
		Kodesign	0,00	0,05	1,00	-0,13	0,13
	Kodesign	Kooperation	0,03	0,06	1,00	-0,11	0,17
		Kollaboration	0,00	0,05	1,00	-0,13	0,13
Utilisation	Kooperation	Kollaboration	,083*	0,03	0,00	0,02	0,15
		Kodesign	0,05	0,04	0,76	-0,06	0,15
	Kollaboration	Kooperation	-,083*	0,03	0,00	-0,15	-0,02
		Kodesign	-0,03	0,04	1,00	-0,13	0,06
	Kodesign	Kooperation	-0,05	0,04	0,76	-0,15	0,06
		Kollaboration	0,03	0,04	1,00	-0,06	0,13
Präservation	Kooperation	Kollaboration	0,03	0,04	1,00	-0,06	0,12
		Kodesign	0,02	0,04	1,00	-0,08	0,12
	Kollaboration	Kooperation	-0,03	0,04	1,00	-0,12	0,06
		Kodesign	-0,01	0,03	1,00	-0,09	0,07
	Kodesign	Kooperation	-0,02	0,04	1,00	-0,12	0,08
		Kollaboration	0,01	0,03	1,00	-0,07	0,09
GEB	Kooperation	Kollaboration	-0,03	0,02	0,47	-0,09	0,02
		Kodesign	-,11*	0,02	0,00	-0,17	-0,05
	Kollaboration	Kooperation	0,03	0,02	0,47	-0,02	0,09
		Kodesign	-,08*	0,02	0,00	-0,13	-0,02
	Kodesign	Kooperation	,11*	0,02	0,00	0,05	0,17
		Kollaboration	,08*	0,02	0,00	0,02	0,13
Indirektes Umweltverhalten	Kooperation	Kollaboration	-0,10	0,04	0,07	-0,20	0,01
		Kodesign	-,14*	0,05	0,03	-0,26	-0,01
	Kollaboration	Kooperation	0,10	0,04	0,07	-0,01	0,20
		Kodesign	-0,04	0,04	1,00	-0,14	0,07
	Kodesign	Kooperation	,14*	0,05	0,03	0,01	0,26
		Kollaboration	0,04	0,04	1,00	-0,07	0,14
Fachwissen	Kooperation	Kollaboration	-2,142*	0,17	0,00	-2,56	-1,72
		Kodesign	-1,814*	0,20	0,00	-2,31	-1,32
	Kollaboration	Kooperation	2,142*	0,17	0,00	1,72	2,56
		Kodesign	0,33	0,18	0,20	-0,10	0,76
	Kodesign	Kooperation	1,814*	0,20	0,00	1,32	2,31
		Kollaboration	-0,33	0,18	0,20	-0,76	0,10
KIM	Kooperation	Kollaboration	-0,07	0,12	1,00	-0,35	0,22
		Kodesign	0,06	0,12	1,00	-0,23	0,35
	Kollaboration	Kooperation	0,07	0,12	1,00	-0,22	0,35
		Kodesign	0,13	0,12	0,88	-0,16	0,42
	Kodesign	Kooperation	-0,06	0,12	1,00	-0,35	0,23
		Kollaboration	-0,13	0,12	0,88	-0,42	0,16
Interesse	Kooperation	Kollaboration	0,00	0,18	1,00	-0,44	0,44
		Kodesign	0,31	0,18	0,29	-0,14	0,75
	Kollaboration	Kooperation	0,00	0,18	1,00	-0,44	0,44
		Kodesign	0,30	0,18	0,29	-0,14	0,74
	Kodesign	Kooperation	-0,31	0,18	0,29	-0,75	0,14
		Kollaboration	-0,30	0,18	0,29	-0,74	0,14

<b>Kompetenz</b>	Kooperation	Kollaboration	0,14	0,16	1,00	-0,25	0,53
		Kodesign	0,22	0,16	0,54	-0,17	0,61
	Kollaboration	Kooperation	-0,14	0,16	1,00	-0,53	0,25
		Kodesign	0,08	0,16	1,00	-0,31	0,47
	Kodesign	Kooperation	-0,22	0,16	0,54	-0,61	0,17
		Kollaboration	-0,08	0,16	1,00	-0,47	0,31
<b>Wahlfreiheit</b>	Kooperation	Kollaboration	-0,03	0,16	1,00	-0,43	0,36
		Kodesign	-0,25	0,17	0,42	-0,65	0,15
	Kollaboration	Kooperation	0,03	0,16	1,00	-0,36	0,43
		Kodesign	-0,21	0,16	0,59	-0,61	0,19
	Kodesign	Kooperation	0,25	0,17	0,42	-0,15	0,65
		Kollaboration	0,21	0,16	0,59	-0,19	0,61
<b>Druck</b>	Kooperation	Kollaboration	0,38	0,16	0,06	-0,01	0,76
		Kodesign	0,02	0,16	1,00	-0,36	0,41
	Kollaboration	Kooperation	-0,38	0,16	0,06	-0,76	0,01
		Kodesign	-0,35	0,16	0,09	-0,73	0,03
	Kodesign	Kooperation	-0,02	0,16	1,00	-0,41	0,36
		Kollaboration	0,35	0,16	0,09	-0,03	0,73

## 6 ANHANG: ERGEBNISSE DES TESTS AUF HOMOGENITÄT DER VARIANZEN

---

Test der Homogenität der Varianzen				
	Levene-Statistik	df1	df2	Sig.
<b>KIM</b>	1,70	2	162	0,19
<b>Interesse</b>	0,52	2	162	0,60
<b>Kompetenz</b>	1,49	2	161	0,23
<b>Wahlfreiheit</b>	1,36	2	161	0,26
<b>Druck</b>	0,64	2	162	0,53

## 7 ANHANG: ERGEBNISSE DER VARIANZANALYSE (KIM ALS ZWISCHENSUBJEKTFAKTOR)

		Tests der Innersubjekteffekte							
	Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	$\eta^2_p$	1- $\beta$	
<b>KIM* NOS (Huynh-Feldt)</b>	NOS * KIM	0,36	1,87	0,19	4,27	0,02	0,03	0,72	
	NOS * Projekt * KIM	0,14	3,73	0,04	0,80	0,52	0,01	0,25	
	Fehler(NOS)	11,63	255,84	0,05					
	NOS * Interesse	0,28	1,87	0,15	3,30	0,04	0,02	0,60	
	NOS*Projekt * Interesse	0,11	3,74	0,03	0,64	0,62	0,01	0,20	
	Fehler(NOS)	11,74	256,53	0,05					
	NOS * Kompetenz	0,23	1,86	0,12	2,73	0,07	0,02	0,52	
	NOS * Projekt * Kompetenz	0,37	3,73	0,10	2,19	0,07	0,03	0,62	
	Fehler(NOS)	11,55	255,48	0,05					
	NOS * Wahlfreiheit	0,17	1,85	0,09	1,98	0,14	0,01	0,39	
	NOS * Projekt * Wahlfreiheit	0,25	3,70	0,07	1,48	0,21	0,02	0,44	
	Fehler(NOS)	11,69	253,54	0,05					
	NOS * Druck	0,03	1,87	0,02	0,37	0,68	0,00	0,11	
	NOS * Projekt * Druck	0,12	3,73	0,03	0,71	0,57	0,01	0,22	
Fehler(NOS)	11,94	255,56	0,05						
<b>KIM* Freude und Interesse (Sphärizität angenommen)</b>	Freude *KIM	0,99	2	0,49	3,68	0,03	0,03	0,67	
	Freude * Projekt * KIM	0,26	4	0,06	0,48	0,75	0,01	0,16	
	Fehler(Freude)	36,79	274	0,13					
	Freude * Interesse	1,50	2	0,75	5,68	0,00	0,04	0,86	
	Freude * Projekt * Interesse	0,49	4	0,12	0,93	0,45	0,01	0,29	
	Fehler(Freude)	36,20	274	0,13					
	Freude * Kompetenz	0,82	2	0,41	2,99	0,05	0,02	0,58	
	Freude * Projekt * Kompetenz	0,10	4	0,02	0,18	0,95	0,00	0,09	
	Fehler(Freude)	37,20	272	0,14					
	Freude * Wahlfreiheit	0,24	2	0,12	0,89	0,41	0,01	0,20	
	Freude * Projekt * Wahlfreiheit	0,39	4	0,10	0,71	0,59	0,01	0,23	
	Fehler(Freude)	37,47	272	0,14					
	Freude * Druck	0,21	2	0,10	0,78	0,46	0,01	0,18	
	Freude * Projekt * Druck	1,51	4	0,38	2,85	0,02	0,04	0,77	
Fehler(Freude)	36,39	274	0,13						
<b>KIM* Gen. Wert (Sphärizität angenommen)</b>	Wert * KIM	0,53	2	0,26	2,04	0,13	0,01	0,42	
	Wert * Projekt * KIM	0,18	4	0,04	0,34	0,85	0,00	0,13	
	Fehler(Wert)	35,14	272	0,13					
	Wert * Interesse	0,75	2	0,38	2,92	0,06	0,02	0,57	
	Wert * Projekt * Interesse	0,08	4	0,02	0,16	0,96	0,00	0,08	
	Fehler(Wert)	35,08	272	0,13					
	Wert * Kompetenz	0,12	2	0,06	0,46	0,63	0,00	0,12	
	Wert * Projekt * Kompetenz	1,28	4	0,32	2,52	0,04	0,04	0,71	
	Fehler(Wert)	34,43	272	0,13					
	Wert * Wahlfreiheit	0,00	2	0,00	0,01	0,99	0,00	0,05	
Wert * Projekt * Wahlfreiheit	1,02	4	0,25	1,99	0,10	0,03	0,59		

	Fehler(Wert)	34,84	272	0,13				
	Wert * Druck	0,21	2	0,10	0,83	0,44	0,01	0,19
	Wert * Projekt * Druck	1,31	4	0,33	2,60	0,04	0,04	0,73
	Fehler(Wert)	34,27	272	0,13				
<b>KIM* z.-n.-Motivation (Huynh-Feldt)</b>	z.-n.-Motivation * KIM	1,64	2,00	0,82	4,13	0,02	0,03	0,73
	z.-n.-Motivation * Projekt * KIM	1,86	4,00	0,47	2,34	0,06	0,03	0,68
	Fehler(z.-n.-Motivation)	53,21	268,00	0,20				
	z.-n.-Motivation * Interesse	1,51	2,00	0,76	3,83	0,02	0,03	0,69
	z.-n.-Motivation * Projekt * Interesse	2,37	4,00	0,59	3,00	0,02	0,04	0,79
	Fehler (z.-n.-Motivation)	52,97	268,00	0,20				
	z.-n.-Motivation * Kompetenz	0,95	2,00	0,47	2,29	0,10	0,02	0,46
	z.-n.-Motivation * Projekt * Kompetenz	0,38	4,00	0,10	0,46	0,76	0,01	0,16
	Fehler(z.-n.-Motivation)	55,49	268,00	0,21				
	z.-n.-Motivation * Wahlfreiheit	0,79	2,00	0,39	1,90	0,15	0,01	0,39
	z.-n.-Motivation * Projekt * Wahlfreiheit	0,52	4,00	0,13	0,63	0,64	0,01	0,21
	Fehler (z.-n.-Motivation)	55,48	268,00	0,21				
	z.-n.-Motivation * Druck	1,43	2,00	0,72	3,51	0,03	0,03	0,65
	z.-n.-Motivation * Projekt * Druck	0,68	4,00	0,17	0,84	0,50	0,01	0,27
	Fehler(z.-n.-Motivation)	54,70	268,00	0,20				
<b>KIM* Utilisation (Huynh-Feldt)</b>	Uti * KIM	0,70	1,56	0,45	3,33	0,05	0,02	0,55
	Uti * Projekt * KIM	0,30	3,12	0,10	0,72	0,55	0,01	0,20
	Fehler (Uti)	29,15	215,18	0,14				
	Uti * Interesse	0,31	1,59	0,19	1,44	0,24	0,01	0,27
	Uti * Projekt * Interesse	0,16	3,19	0,05	0,38	0,78	0,01	0,11
	Fehler (Uti)	29,75	219,85	0,14				
	Uti * Kompetenz	0,41	1,57	0,26	1,95	0,15	0,01	0,36
	Uti * Projekt * Kompetenz	0,49	3,15	0,15	1,15	0,33	0,02	0,31
	Fehler (Uti)	29,29	217,23	0,13				
	Uti * Wahlfreiheit	0,76	1,58	0,48	3,60	0,04	0,03	0,59
	Uti * Projekt * Wahlfreiheit	0,37	3,16	0,12	0,88	0,46	0,01	0,25
	Fehler (Uti)	29,13	217,75	0,13				
	Uti * Druck	0,17	1,61	0,11	0,80	0,43	0,01	0,17
	Uti * Projekt * Druck	0,57	3,21	0,18	1,34	0,26	0,02	0,37
	Fehler (Uti)	29,50	221,77	0,13				
<b>KIM* Präservation (Huynh-Feldt)</b>	Präs * KIM	0,78	2,00	0,39	3,89	0,02	0,03	0,70
	Präs * Projekt * KIM	0,72	4,00	0,18	1,80	0,13	0,03	0,55
	Fehler (Präs)	27,64	276,00	0,10				
	Präs * Interesse	0,60	2,00	0,30	2,95	0,05	0,02	0,57
	Präs * Projekt * Interesse	0,60	4,00	0,15	1,48	0,21	0,02	0,46
	Fehler (Präs)	28,03	276,00	0,10				
	Präs * Kompetenz	0,12	1,99	0,06	0,56	0,57	0,00	0,14
	Präs * Projekt * Kompetenz	0,46	3,99	0,12	1,12	0,35	0,02	0,35
	Fehler (Präs)	28,58	275,23	0,10				
	Präs * Wahlfreiheit	0,56	2,00	0,28	2,78	0,06	0,02	0,55
	Präs * Projekt * Wahlfreiheit	0,71	4,00	0,18	1,76	0,14	0,02	0,54
	Fehler (Präs)	27,83	276,00	0,10				
	Präs * Druck	0,22	2,00	0,11	1,06	0,35	0,01	0,24
Präs * Projekt * Druck	0,95	4,00	0,24	2,33	0,06	0,03	0,67	

	Fehler (Präs)	28,07	276,00	0,10					
KIM* GEB (Sphärizität angenommen)	GEB * KIM	0,05	2	0,02	0,57	0,57	0,00	0,14	
	GEB * Projekt * KIM	0,02	4	0,01	0,14	0,97	0,00	0,08	
	Fehler (GEB)	11,88	276	0,04					
	GEB * Interesse	0,02	2	0,01	0,19	0,83	0,00	0,08	
	GEB * Projekt * Interesse	0,20	4	0,05	1,18	0,32	0,02	0,37	
	Fehler (GEB)	11,71	276	0,04					
	GEB * Kompetenz	0,00	2	0,00	0,05	0,95	0,00	0,06	
	GEB * Projekt * Kompetenz	0,07	4	0,02	0,42	0,80	0,01	0,15	
	Fehler (GEB)	11,79	274	0,04					
	GEB * Wahlfreiheit	0,07	2	0,03	0,82	0,44	0,01	0,19	
	GEB * Projekt * Wahlfreiheit	0,25	4	0,06	1,50	0,20	0,02	0,46	
	Fehler (GEB)	11,53	274	0,04					
	GEB * Druck	0,07	2	0,04	0,88	0,42	0,01	0,20	
	GEB * Projekt * Druck	0,11	4	0,03	0,64	0,63	0,01	0,21	
	Fehler (GEB)	11,77	276	0,04					
KIM*Fachwissen (Huymh-Feildt)	Fachwissen * KIM	9,86	1,98	4,98	1,95	0,15	0,01	0,40	
	Fachwissen * Projekt * KIM	7,95	3,96	2,01	0,78	0,54	0,01	0,25	
	Fehler (Fachwissen)	704,15	275,39	2,56					
	Fachwissen * Interesse	23,18	1,98	11,68	4,64	0,01	0,03	0,78	
	Fachwissen * Projekt * Interesse	3,49	3,97	0,88	0,35	0,84	0,00	0,13	
	Fehler (Fachwissen)	694,69	275,83	2,52					
	Fachwissen * Kompetenz	5,07	1,98	2,56	1,00	0,37	0,01	0,22	
	Fachwissen * Projekt * Kompetenz	9,45	3,95	2,39	0,93	0,45	0,01	0,29	
	Fehler (Fachwissen)	702,07	272,71	2,57					
	Fachwissen * Wahlfreiheit	5,60	1,99	2,82	1,10	0,33	0,01	0,24	
	Fachwissen * Projekt * Wahlfreiheit	7,41	3,98	1,86	0,73	0,57	0,01	0,23	
	Fehler (Fachwissen)	703,99	274,58	2,56					
	Fachwissen * Druck	3,11	1,98	1,57	0,60	0,55	0,00	0,15	
	Fachwissen * Projekt * Druck	4,12	3,97	1,04	0,40	0,81	0,01	0,14	
	Fehler (Fachwissen)	716,91	275,68	2,60					

Tests der Innersubjektkontraste für die stat. sig. Interaktionen									
	Quelle		Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	$\eta^2_p$	1- $\beta$
NOS	NOS * KIM	2 vs. 1	0,19	1	0,19	3,49	0,06	0,02	0,46
		3 vs. 1	0,72	1	0,72	6,87	0,01	0,05	0,74
	Fehler(NOS)	2 vs. 1	7,65	137	0,06				
		3 vs. 1	14,45	137	0,11				
	NOS * Interesse	2 vs. 1	1,41	1	1,41	0,00	1,00	0,00	0,05
		3 vs. 1	0,42	1	0,42	3,93	0,05	0,03	0,50
	Fehler(NOS)	2 vs. 1	7,88	137	0,06				
		3 vs. 1	14,82	137	0,11				
Freude	Freude * KIM	2 vs. 1	1,60	1	1,60	7,14	0,01	0,05	0,76
		3 vs. 1	1,35	1	1,35	4,63	0,03	0,03	0,57
	Fehler(Freude)	2 vs. 1	30,77	137	0,22				
		3 vs. 1	39,93	137	0,29				
	Freude * Interesse	2 vs. 1	2,67	1	2,67	12,28	0,00	0,08	0,94
		3 vs. 1	1,73	1	1,73	6,01	0,02	0,04	0,68



	Fehler(Freude)	2 vs. 1	29,83	137	0,22					
		3 vs. 1	39,46	137	0,29					
	Freude * Kompetenz	2 vs. 1	1,34	1	1,34	5,82	0,02	0,04	0,67	
		3 vs. 1	1,10	1	1,10	3,70	0,06	0,03	0,48	
	Fehler(Freude)	2 vs. 1	31,42	136	0,23					
		3 vs. 1	40,37	136	0,30					
	Freude * Projekt * Druck	2 vs. 1	0,26	2	0,13	0,55	0,58	0,01	0,14	
		3 vs. 1	1,52	2	0,76	2,61	0,08	0,04	0,51	
	Fehler(Freude)	2 vs. 1	32,60	137	0,24					
		3 vs. 1	39,70	137	0,29					
	Wert	Wert * Projekt * Kompetenz	2 vs. 1	1,82	2	0,91	3,45	0,03	0,05	0,64
			3 vs. 1	1,97	2	0,98	4,52	0,01	0,06	0,76
Fehler(Wert)		2 vs. 1	35,83	136	0,26					
		3 vs. 1	29,60	136	0,22					
z.-n.-Motivation	z.-n.-Motivation * KIM	2 vs. 1	1,79	1	1,79	5,45	0,02	0,04	0,64	
		3 vs. 1	0,15	1	0,15	0,33	0,57	0,00	0,09	
	Fehler (z.-n.- Motivation)	2 vs. 1	43,88	134	0,33					
		3 vs. 1	62,34	134	0,47					
	z.-n.-Motivation * Interesse	2 vs. 1	2,36	1	2,36	7,43	0,01	0,05	0,77	
		3 vs. 1	0,00	1	0,00	0,01	0,93	0,00	0,05	
	z.-n.-Motivation * Projekt * Interesse	2 vs. 1	2,50	2	1,25	3,94	0,02	0,06	0,70	
		3 vs. 1	4,36	2	2,18	4,73	0,01	0,07	0,78	
	Fehler (z.-n.- Motivation)	2 vs. 1	42,54	134	0,32					
		3 vs. 1	61,76	134	0,46					
	z.-n.-Motivation * Druck	2 vs. 1	1,72	1	1,72	5,22	0,02	0,04	0,62	
		3 vs. 1	0,07	1	0,07	0,15	0,70	0,00	0,07	
Fehler (z.-n.- Motivation)	2 vs. 1	44,26	134	0,33						
	3 vs. 1	64,98	134	0,48						
Utilisation	Uti * KIM	2 vs. 1	1,11	1	1,11	11,77	0,00	0,08	0,93	
		3 vs. 1	0,00	1	0,00	0,01	0,92	0,00	0,05	
	Fehler (Uti)	2 vs. 1	13,01	138	0,09					
		3 vs. 1	41,86	138	0,30					
	Uti * Wahlfreiheit	2 vs. 1	1,04	1	1,04	10,94	0,00	0,07	0,91	
		3 vs. 1	1,24	1	1,24	4,18	0,04	0,03	0,53	
	Fehler (Uti)	2 vs. 1	13,08	138	0,09					
		3 vs. 1	40,84	138	0,30					
Präservation	Präs * KIM	2 vs. 1	1,25	1	1,25	6,21	0,01	0,04	0,70	
		3 vs. 1	1,09	1	1,09	4,60	0,03	0,03	0,57	
	Fehler (Präs)	2 vs. 1	27,66	138	0,20					
		3 vs. 1	32,61	138	0,24					
	Präs * Interesse	2 vs. 1	1,04	1	1,04	5,11	0,03	0,04	0,61	
		3 vs. 1	0,74	1	0,74	3,04	0,08	0,02	0,41	
	Fehler (Präs)	2 vs. 1	28,00	138	0,20					
		3 vs. 1	33,47	138	0,24					
Fachwissen	Fachwissen * Interesse	2 vs. 1	33,64	1	33,64	8,27	0,00	0,06	0,82	
		3 vs. 1	35,87	1	35,87	5,86	0,02	0,04	0,67	
	Fehler (Fachwissen)	2 vs. 1	565,37	139	4,07					
		3 vs. 1	851,47	139	6,13					



# LEBENS LAUF

---

## **Persönliche Daten**

Name	Josephine Berndt
------	------------------

## **Ausbildung**

2018 – 2021	Doktorandin an der Universität Koblenz-Landau am Institut für naturwissenschaftliche Bildung
2013 – 2016	Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt Studium der Geographie mit Spezialisierung in Bildung für nachhaltige Entwicklung Abschluss: Master of Arts (2016)
2010 – 2013	Rheinische Friedrichs-Wilhelm-Universität Bonn Studium der Geographie Abschluss: Bachelor of Science (2013)



## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

---

Die eingereichte Dissertation wurde von mir selbstständig verfasst und alle von mir für die Arbeit benutzten Hilfsmittel und Quellen wurden in der Arbeit angegeben. Ich habe nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- oder Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Die Dissertation wurde von mir nicht in gleicher oder ähnlicher Form als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung im In- oder Ausland eingereicht. Ich habe nicht die gleiche oder eine andere Abhandlung in einem anderen Fachbereich oder einer anderen wissenschaftlichen Hochschule als Dissertation eingereicht. Mir ist bewusst, dass ein Verstoß gegen einen der vorgenannten Punkte den Entzug des Dokortitels bedeuten und ggf. auch weitere rechtliche Konsequenzen haben kann.

Landau, den 24.06.2021