

# NATURWISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN AM LERNORT SCHULGARTEN

Auswirkungen von naturwissenschaftlichem Arbeiten am Lernort Schulgarten  
auf das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften bei  
Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I

## Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)

am Institut für Biowissenschaften

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität Rostock

## vorgelegt von

Torsten Kreher

aus Rostock

Rostock, 2024

[https://doi.org/10.18453/rosdok\\_id00004715](https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004715)

DISSERTATION

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT

**Gutachterinnen:**

Erstgutachterin: Prof.<sup>in</sup> Dr.<sup>in</sup> Carolin Retzlaff-Fürst

Universität Rostock

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Institut für Biowissenschaften

Fachdidaktik Biologie

Zweitgutachterin: Prof.<sup>in</sup> Dr.<sup>in</sup> Dorothee Benkowitz

Pädagogische Hochschule Karlsruhe

Fakultät für Natur- und Sozialwissenschaften

Institut für Biologie und Schulgartenentwicklung

**Jahr der Einreichung:** 2024

**Jahr der Verteidigung:** 2024



Dieses Werk ist lizenziert unter einer „Creative Commons Namensnennung – Keine Bearbeitungen 4.0 International“-Lizenz.

## **Danksagung:**

Mein Dank gilt all jenen, die mich auf diesem Weg begleitet und durch ihre Vielzahl an großen und kleinen, sichtbaren und unsichtbaren, aber für mich stets spürbaren Gesten dazu beigetragen haben, dass diese Arbeit so entstehen durfte und konnte, wie Sie sie nun zum Lesen vor sich haben.

Ein Dank an euch alle.

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>I</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1	Ausgangslage	1
2	Wissenschaftliches Ziel der Arbeit	3
<b>II</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>6</b>
1	Allgemeinbildung, naturwissenschaftliche Grundbildung und das Wesen der Naturwissenschaften	6
1.1	Allgemeinbildung	6
1.2	Naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy)	9
1.2.1	Ausgewählte Definitionen und Anmerkung zur Übersetzung von Scientific Literacy	10
1.2.2	Scientific Literacy in den unterschiedlichen PISA-Studien seit 2000	11
1.3	Wesen der Naturwissenschaften (Nature of Science)	14
1.4	Naturwissenschaftliches Arbeiten (Scientific Inquiry)	18
1.4.1	Naturwissenschaftliches Arbeiten in der amerikanischen Bildungsdiskussion	18
1.4.2	Naturwissenschaftliches Arbeiten in der deutschen Bildungsdiskussion	19
2	Bildungsstandards und Rahmenpläne	20
2.1	Bildungsstandards	20
2.1.1	US-amerikanische Bildungsstandards für den Fachunterricht Naturwissenschaften (Science)	21
2.1.2	Deutsche Bildungsstandards für den Fachunterricht Biologie	21
2.2	Rahmenpläne in Mecklenburg-Vorpommern für den Fachunterricht Biologie	23
2.2.1	Rahmenpläne für den Fachunterricht Biologie in der Sekundarstufe I	23
2.2.2	Rahmenpläne für den Fachunterricht Biologie der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II	24
3	Der Schulgarten – ein Ort zum Leben und Lernen	25
3.1	Der Schulgarten in einer knappen historischen Rückschau	25
3.2	Der Schulgarten als Lernort eines zeitgemäßen Biologieunterrichts	27
3.3	Der Schulgarten und sein Beitrag zur Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften	29
3.4	Empirische Belege zur Wirkung von Schulgartenunterricht auf fachliche und überfachliche Bildungsziele des Unterrichts	30
	Kapitelzusammenfassung	32

<b>III</b>	<b>Empirische Untersuchung</b>	34
1	Forschungsstand, wissenschaftliche Fragestellung und Hypothesen	34
2	Untersuchungsdesign	41
2.1	Methodenauswahl	42
2.2	Forschungsinstrumente	43
2.2.1	Auswahl der Forschungsinstrumente	43
2.2.2	Vortest des geplanten Forschungsprozesses	47
2.2.3	Gütekriterien der Forschungsinstrumente	59
3	Die Intervention – Biologieunterricht an zwei verschiedenen Lernorten	62
3.1	Rahmenplanimplementierung des geplanten Unterrichts	63
3.2	Rahmenbedingungen des geplanten Unterrichts	66
3.2.1	Planung des Unterrichts	67
3.2.2	Durchführung, Reflexion und Adaption des Unterrichts	68
	Kapitelzusammenfassung	69
<b>IV</b>	<b>Die Hauptuntersuchung</b>	71
1	Stichprobe	71
2	Datenerhebung und Datenaufbereitung	73
2.1	Datenerhebung	73
2.2	Datenaufbereitung	75
3	Gütekriterien der klassischen Test- und Fragebogenkonstruktion	77
3.1	Objektivität	77
3.2	Reliabilität	78
3.3	Validität	80
4	Ergebnisse	81
4.1	Niveaustufen an Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften der Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9	81
4.2	Veränderungen der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9	85
4.3	Einfluss des Lernorts Schulgarten auf eine mögliche Vorstellungsänderung vom Wesen der Naturwissenschaften in kurzfristiger Perspektive	95
4.4	Prüfung zusätzlicher Einflussfaktoren auf eine mögliche Vorstellungsänderung	99

4.4.1	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach, Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach und Interesse am naturwissenschaftlichen Fachunterricht	99
4.4.2	Berufswunsch der Schülerinnen und Schüler sowie ausgeübte Tätigkeit der Eltern	108
4.4.3	Lernzeit („Fallabschluss Klasse 3“)	119
4.5	Einfluss des Lernorts Schulgarten auf eine mögliche Vorstellungsänderung vom Wesen der Naturwissenschaften in längerfristiger Perspektive	120
	Kapitelzusammenfassung	131
<b>V</b>	<b>Zusammenfassung und Diskussion</b>	<b>137</b>
1	Methodisches Vorgehen	138
1.1	Forschungsinstrumente	138
1.2	Durchführung	139
1.3	Datenauswertung und -verarbeitung	141
2	Ergebnisse	144
2.1	Niveaustufen an Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften der Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9	144
2.1.1	Zusammenfassung	144
2.1.2	Diskussion	145
2.2	Veränderungen der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9	148
2.2.1	Zusammenfassung	148
2.2.2	Diskussion	150
2.3	Einfluss des Lernorts Schulgarten auf eine mögliche Vorstellungsänderung vom Wesen der Naturwissenschaften in kurzfristiger Perspektive	152
2.3.1	Zusammenfassung	152
2.3.2	Diskussion	153
2.4	Einfluss des Lernorts Schulgarten auf eine mögliche Vorstellungsänderung vom Wesen der Naturwissenschaften in längerfristiger Perspektive	159
2.4.1	Zusammenfassung	159
2.4.2	Diskussion	160
3	Evaluation des Forschungsdesigns	164
3.1	Gütekriterien quantitativer Forschung	164
3.1.1	Validität	164

3.1.2	Relevanz	165
3.2	Gütekriterien qualitativer Forschung	166
4	Fazit und Ausblick	168
<b>VI</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	171
<b>VII</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	198
<b>VIII</b>	<b>Diagrammverzeichnis</b>	198
<b>IX</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	199
<b>X</b>	<b>Anhang</b>	209
1	Tabellen	209
2	Erklärung gemäß § 4 Absatz 1 Buchstaben g und h der Promotionsordnung	297

## Abkürzungsverzeichnis

---

§/§§ .....	Paragraf/Paragrafen
& .....	und
% .....	Prozent
AAAS .....	American Association for the Advancement of Science (Amerikanische Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft)
Abs. ....	Absatz
AECC .....	Austrian Educational Competence Centre Biology (Österreichische Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie)
Art. ....	Artikel
BAGS .....	Bundesarbeitsgemeinschaft Schulgarten e. V.
BLK .....	Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung
BMBF .....	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BNE .....	Bildung für nachhaltige Entwicklung
bspw. ....	beispielsweise
bzgl. ....	bezüglich
bzw. ....	beziehungsweise
CMP .....	Chemie, Mathematik und Physik
e. V. ....	eingetragener Verein
ESS .....	European Social Survey (Europäische Sozialstudie)
et al. ....	et alia (und andere)
f./ff. ....	folgende Seite/folgende Seiten
GDSU .....	Gesellschaft für die Didaktik des Sachunterrichts
GG .....	Grundgesetz
ggf. ....	gegebenenfalls
HDMI .....	High-Definition Multimedia Interface
Hrsg. ....	Herausgeber/Herausgeberin/Herausgeberinnen
IBM .....	International Business Machines Corporation
ID .....	identifier/identification (Identifikationskennung)
IG .....	Interventionsgruppe (Schulgarten)



inkl. .... inklusive

IQB ..... Institut für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen

k. A. .... keine Angabe

KD ..... Kerndimension/Kerndimensionen

KG ..... Kontrollgruppe (Fachraum)

KIP ..... Kids Participation in Educational Research  
(Kinder an Bildungsforschung beteiligen)

KMK ..... Kultusministerkonferenz

M ..... Mittelwert

M-V ..... Mecklenburg-Vorpommern

MBJS ..... Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg

MBK ..... Ministerium für Bildung und Kindertagesförderung

MBWK ..... Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern

Mdn ..... Median/Mittelwert

MINT ..... Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik

$M_{\text{Rang}}$  ..... Mittlerer Rang

N ..... Größe der Gesamtstichprobe

n ..... Größe der Teilstichprobe

NRC ..... National Research Council  
(Nationaler Forschungsrat)

o. A. .... ohne Autor

o. g. .... oben genannt

o. J. .... ohne Jahr

OECD ..... Organisation for Economic Co-operation and Development  
(Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)

p ..... Signifikanzwert

PC ..... Personal Computer

PISA ..... Programme for International Student Assessment  
(Programm zur internationalen Schülerbewertung)

r ..... Pearson Korrelationskoeffizient (Effektstärke)

S. .... Seite/Seiten

SBJS ..... Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin

SchulG ..... Schulgesetz

SD ..... Standardabweichung

SoS ..... Schülerin(nen) oder Schüler  
SPSS ..... Statistical Package for the Social Science  
(Statistiksoftware für die Sozialwissenschaften)  
SSzNdN ..... Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften  
SuS ..... Schülerin(nen) und Schüler  
TIMSS ..... Trends in International Mathematics and Science Study  
(Internationaler Vergleichstest für Mathematik und Naturwissenschaften)  
TRAPD ..... Translation, Review, Adjudication, Pretest, Documentation  
(Dokumentation, Übersetzung, Rezension, Entscheidung, Vortest)  
U ..... U-Statistik (Mann-Whitney-U-Test)  
u. a. .... unter anderem  
USA ..... United States of America  
(Vereinigte Staaten von Amerika)  
VGA ..... Video Graphics Array  
vgl. .... vergleiche  
VNOS ..... Views of Nature of Science Questionnaire  
(Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften)  
W ..... kleiner Rangsumme (Wilcoxon-Test)  
Z ..... Z-Statistik (Mann-Whitney-U-Test)  
z ..... standartisierte Teststatistik (Wilcoxon-Test)

## I Einleitung

---

### 1 Ausgangslage

Schule als Institution mit Besuchspflicht stellt eine wichtige Sozialisationsinstanz zur Erfüllung des allgemeinen Bildungsauftrags dar. Schülerinnen und Schüler sollen dazu befähigt werden, als mündige und selbstbestimmte Bürgerinnen und Bürger am gesellschaftlichen Leben teilhaben zu können. Dies impliziert die Kenntnis grundlegender Kulturtechniken genauso wie die Fähigkeit, kritisch denken und urteilen zu können. Um diesem hohen Anspruch an Bildung gerecht werden zu können, leisten alle schulischen Unterrichtsfächer ihren spezifischen Beitrag. Biologieunterricht hat im Zuge dessen die Aufgabe, bei Schülerinnen und Schülern eine naturwissenschaftliche Grundbildung zu fördern.

Mit Einführung der Bildungsstandards durch die Beschlüsse der Kultusministerkonferenz (KMK) wandelte sich die inhaltsorientierte Formulierung der angestrebten Entwicklung der Schülerinnen und Schüler zur kompetenzorientierten Formulierung. Den Beitrag, den das Unterrichtsfach Biologie zur Bildung der Schülerinnen und Schüler leistet, sieht die KMK ebenfalls in der naturwissenschaftlichen Grundbildung. So heißt es in den Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss, dass eine „[n]aturwissenschaftliche Bildung [...] dem Individuum eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklung und naturwissenschaftliche Forschung [ermöglicht] und [...] deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung [ist]. Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung ist es, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinanderzusetzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete naturwissenschaftliche Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht“ (KMK, 2004a, S. 6; 2024).

„Wie die bundesweiten Vergleichsstudien des KMK-Ländervergleichs 2012 [...] oder der IQB-Bildungstrend 2018 [...] offenbaren, besitzen viele Schülerinnen und Schüler [...] auch am Ende ihres Bildungsgangs keine klare Vorstellung von dem, was die Naturwissenschaft Biologie von anderen Wegen der Welterschließung unterscheidet, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden, welche Faktoren die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung beeinflussen oder was für naturwissenschaftliche Methoden und Aussagen charakteristisch ist“ (Lübeck, 2020, S. 11). Dieses Fazit ist mit Blick auf den Bildungsauftrag des naturwissenschaftlichen Unterrichts und der Schule nicht zufriedenstellend.

Kritisch ist hierbei zu hinterfragen, welche Fähigkeiten und Fertigkeiten, und in welchem Umfang diese im Rahmen der verschiedenen Studien erhoben wurden, die Grundlage für das obige Fazit darstellen. So sind beim IQB-Ländervergleich 2012 wie auch beim IQB-Bildungstrend 2018 lediglich Fachwissen und

Erkenntnisgewinnung die gegenständlichen Kompetenzbereiche, die zur Bearbeitung der naturwissenschaftlichen Aufgaben notwendig sind (Sumfleth et al., 2013, 2019). Dies gilt auch für die Erhebung aus 2023. Dadurch erfolgt eine zu starke Reduktion von naturwissenschaftlicher Kompetenz auf Wissen und Methodik. Mit Blick in die Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss finden sich im Kompetenzbereich Fachwissen und Erkenntnisgewinnung einige Standards, die zur Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung beitragen. Um dem Anspruch einer umfangreichen naturwissenschaftlichen Grundbildung gerecht werden zu können, bedarf es darüber hinaus Standards der Kompetenzbereiche Kommunikation und Bewertung. Diese Kompetenzbereiche finden sich zu Teilen in den beiden PISA-Studien der Jahre 2006 und 2015 wieder, da in beiden Jahren die naturwissenschaftliche Grundbildung die zu erhebende Hauptkompetenz war. Hierbei wurden die beiden Wissensbereiche objektbezogenes Wissen (naturwissenschaftliches Wissen) und Metawissen (Wissen über die Naturwissenschaften) unterschieden. Jede Aufgabe konnte dabei einem Aspekt des objektbezogenen Wissens oder des Metawissens zugeordnet werden. Mit Blick auf die Verteilung der Aufgaben des Naturwissenschaftstests zeigt sich, dass die Fragen für das Metawissen bei der PISA-Studie 2006 mit etwa 20 Prozent einen relativ geringen Anteil einnehmen. Im Bericht zur PISA-Studie des Jahres 2015 wird darauf verwiesen, dass prozedurales und epistemisches Wissen (Wissen über die Naturwissenschaften) „aufgrund der zu geringen Anzahl an Items [...] in einer Skala zusammengefasst und berichtet [werden]“ (Schiepe-Tiska et al., 2016, S. 57). Mit etwa 14 Prozent nimmt der Anteil an Fragen zum epistemischen Wissen auch in der PISA-Studie 2015 einen nur sehr geringen Anteil ein (Prenzel et al., 2007; Schiepe-Tiska et al., 2016). Erst in der PISA-Erhebung 2025 wird die naturwissenschaftliche Kompetenz wieder Hauptkompetenz sein.

Zusammenfassend muss konstatiert werden, dass, obwohl mit Einführung der Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss die KMK das „Ziel [einer] naturwissenschaftliche[n] Grundbildung“ (KMK, 2004, S. 6) explizit formuliert hat, selbst knapp 20 Jahre nach Einführung der Bildungsstandards nur wenige Erkenntnisse darüber vorliegen, welche Vorstellungen die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I vom Wesen der Naturwissenschaften haben. Für Unterrichtsgestaltung und Qualitätssicherung ist es jedoch unabdingbar, Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler zu erheben und zu kennen. Dies ist zugleich Ausgangslage und Motivation für diese Arbeit. Ausgehend von der Frage, welche Vorstellungen die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I vom Wesen der Naturwissenschaften haben, wird auch betrachtet, welchen Beitrag der reguläre Biologieunterricht zur Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften leisten kann. Der Schulgarten als Lernort ist Repräsentat des „Lebendigen“. Er regt dazu an, (Forschungs-)Fragen zu stellen und ermöglicht naturwissenschaftliches Arbeiten. Untersuchen zu können, welchen Beitrag der Schulgarten als derartiger Lernort

zur Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften durch naturwissenschaftliches Arbeiten leistet, ist eine weitere persönliche Motivation für diese Arbeit.

## **2 Wissenschaftliches Ziel der Arbeit**

Die Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss der KMK wurden als bildungspolitisches Leitdokument für Unterrichtsplanung bereits benannt. Schon vor Einführung der Bildungsstandards bestand auf Seiten der Pädagogik und Didaktik die Forderung, dass den Schülerinnen und Schülern im Unterricht zu ermöglichen ist, über das Wesen der Naturwissenschaften nachzudenken (Billion-Kramer, 2021; Dittmer & Langlet, 2023; Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017; Kircher & Dittmer, 2004; Langlet, 2013; Nerdel, 2017). Zum Ende des vorhergehenden Abschnitts zur Ausgangslage wurde dargelegt, dass Erkenntnisse darüber fehlen, welche Vorstellungen Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I vom Wesen der Naturwissenschaften haben.

Wissenschaftliches Hauptziel der Arbeit ist es daher, eine Auskunft auf die beiden Fragen:

Welche Vorstellungen haben die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I vom Wesen der Naturwissenschaften?

und

Welchen Beitrag leistet die Wahl des Lernorts für den regulären Biologieunterricht zur Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften?

geben zu können.

Es lassen sich aus den beiden Fragestellungen die nachfolgenden vier Teilziele ableiten:

Teilziel 1: Verortung des Lernens über das Wesen der Naturwissenschaften als Bildungsauftrag des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts

Über den allgemeinen Bildungsauftrag von Schule wird die naturwissenschaftliche Grundbildung als Beitrag des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts zur Erfüllung des Bildungsauftrags von Schule legitimiert. Es werden verschiedene Definitionen naturwissenschaftlicher Grundbildung (Scientific Literacy) dargelegt. Das Konzept vom Wesen der Naturwissenschaften (Nature of Science) wird charakterisiert und naturwissenschaftliches Arbeiten (Scientific Inquiry) als Möglichkeit zur Förderung des Konzepts mit Bezug auf internationale und nationale Quellen benannt.

Teilziel 2: Begründung des Bildungsanspruchs und der Fördermöglichkeit des Konzepts vom Wesen der Naturwissenschaften für den Biologieunterricht in Deutschland und für Mecklenburg-Vorpommern

Das Konzept der naturwissenschaftlichen Grundbildung stammt aus dem US-amerikanischen Sprachraum, hat jedoch auch grundlegende Bedeutung für das deutsche Bildungssystem. Dies wird mit Bezug auf amerikanische und deutsche Bildungsstandards verdeutlicht. Neben den bundesweit gültigen Bildungsstandards wird das Lernen über das Wesen der Naturwissenschaften auch mittels der für Mecklenburg-Vorpommern gültigen Bildungsdokumente legitimiert. Der Schulgarten als Lernort für den Biologieunterricht wird beschrieben und sein Potenzial für das Lernen vom Wesen der Naturwissenschaften ausgeführt.

Teilziel 3: Empirische Untersuchung

Durch die empirische Untersuchung sollen folgende vier Fragestellungen beantwortet werden:

1. Über welche Niveaustufen an Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften verfügen Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9?
2. Ist durch regulären Biologieunterricht eine Änderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9 möglich?
3. Welchen Einfluss hat der Lernort auf eine mögliche Vorstellungsänderung auf kurzfristige Perspektive betrachtet?
4. Welchen Einfluss hat der Lernort auf eine mögliche Vorstellungsänderung auf längerfristige Perspektive betrachtet?

Teilziel 4: Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung werden entsprechend der vier Fragestellungen dieser Arbeit zusammengefasst und diskutiert

Im sich anschließenden Kapitel II dieser Arbeit werden die theoretischen Grundlagen dargestellt. Der allgemeine Bildungsauftrag von Schule wird ebenso dargestellt wie der spezifische Bildungsauftrag des Biologieunterrichts. Verschiedene Definitionen von naturwissenschaftlicher Grundbildung werden präsentiert. Das Wesen der Naturwissenschaften wird charakterisiert und Möglichkeiten der Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften benannt. Eine entscheidende Rolle kommt dabei dem naturwissenschaftlichen Arbeiten zu. Das naturwissenschaftliche Arbeiten ist in den Bildungsstan-

dards und Rahmenplänen als bildungspolitische Leitdokumente für die Planung und Gestaltung von Biologieunterricht in Mecklenburg-Vorpommern fest verankert. Es folgen daher Ausführungen zum naturwissenschaftlichen Arbeiten mit Blick auf die Bildungsstandards und den Rahmenplan als bildungspolitische Leitdokumente aber auch zum Schulgarten als möglicher Lernort für den Biologieunterricht, der für das naturwissenschaftliche Arbeiten prädestiniert ist. Das Potenzial, das der Schulgarten durch seinen Eigencharakter als Lernort für das naturwissenschaftliche Arbeiten und damit zur Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften hat, wird dabei aufgezeigt. Kapitel III widmet sich den Ausführungen zur empirischen Untersuchung. Die Ergebnisse der Untersuchung werden in Kapitel IV präsentiert, in Kapitel V zusammengefasst und diskutiert.

## **II        Theoretische Grundlagen**

---

### **1        Allgemeinbildung, naturwissenschaftliche Grundbildung und das Wesen der Naturwissenschaften**

#### **1.1      Allgemeinbildung**

Johann Amos Comenius forderte bereits im 17. Jahrhundert „Omnes, Omnia, Omnino“ – „alle“ sollen „alles allseitig“ lernen. Zu Beginn des 18. Jahrhunderts lässt Wilhelm von Humboldt die allgemeine Menschbildung als Aufgabe von Schule in den Schulplänen niederschreiben. Ähnliche Bestrebungen zur Allgemeinbildung der Bürgerinnen und Bürger lassen sich bereits im 16., aber auch im 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts finden. Die Forderung nach Allgemeinbildung ist daher keine neue, sondern durchaus schon seit langem in Bildungskonzepten der Vergangenheit präsent (Eckebrecht & Schneeweiß, 2003; Spies & Westphalen, 1987; Tenorth, 1994, 2004).

Nach Ende des 2. Weltkrieges war das Ziel der alliierten Mächte, den „Militarismus und Nationalsozialismus [zu überwinden] und die [...] Jugend zur Demokratie [zu erziehen]“ (Furck, 1998, S. 248). Bei der organisatorischen und inhaltlichen Ausgestaltung von Bildung und Unterricht orientierte man sich dabei anfangs am Schulsystem der Weimarer Republik. Erst später wurden Empfehlungen und Beschlüsse in der damaligen Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik erlassen. Trotz unterschiedlicher Entwicklung der Schulsysteme in der Bundesrepublik Deutschland und der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik lässt sich in beiden Staaten ein Bestreben um die Allgemeinbildung der Schülerinnen und Schüler erkennen, auch wenn sie auf unterschiedlichen ideologischen Ansichten basierten (Baske, 1998; Neuner, 1973).

Ähnliche Vorstellungen von der Aufgabe der Schule für die Entwicklung einer Allgemeinbildung bei Schülerinnen und Schülern lassen sich bei Heymann (1990, 1997) und Klafki (2007) finden. Letzterer sieht Bildung als Fähigkeit des Individuums, über die persönlichen Lebensbeziehungen und -situationen selbst zu bestimmen, fähig zu sein, gesellschaftlich, politisch und kulturell mitzubestimmen sowie die Fähigkeit zur Solidarität zu besitzen. Brockmeyer und Zedler definieren allgemeine Bildung als „eine schulisch realisierbare Form allgemeiner Menschenbildung. Aufgabe einer so verstandenen Grundbildung ist es, den Heranwachsenden durch Entfaltung und Förderung grundlegender Kompetenzen zu einer Teilhabe an zentralen Bereichen der gesellschaftlichen Lebenspraxis zu befähigen. Sie dient dem Erwerb von Wissensbeständen, Fähigkeiten und Einstellungen, die im Kontext anderer Sozialisationsinstanzen wie u. a. der Familie nicht oder nicht zureichend erworben werden können, der beruflichen und berufsorientierten Differenzierung und Spezialisierung von Bildungsgängen vorausliegen und ein Plateau für Selbstständigkeit [sic] und verantwortetes Handeln bieten“ (Brockmeyer & Zedler, 1992, S. 208 f.).



Nach Tenorth (1994) verharret Allgemeinbildung nicht auf dem Stand, die Persönlichkeitsentwicklung der Lernenden zu fördern („sich bilden“), sondern zielt auch auf ein Tradierungs- und Überlebensinteresse der Gesellschaft ab, indem sie selbst „jemanden bildet“. Vergleichbare Ansätze lassen sich beispielsweise auch bei Deweys, von Hentig (Eikel & Diemer, 2005) und Millar (1996) finden. Es ist daher unausweichlich, kritisch zu prüfen, welche Kenntnisse, Fähigkeiten, Einstellungen und Haltungen es sind, die eine Gesellschaft gegenwärtig aber auch in der Zukunft benötigt und die daher in der Schule zur aktuellen aber auch zukünftigen Bewältigung der Anforderungen an die Individuen der Gesellschaft vermittelt werden sollen und wie jedes einzelne Fach seinen Beitrag zur Erfüllung der gesellschaftlichen Aufgaben des „jemanden bilden“ leisten kann.

Der Beitrag, den der Biologieunterricht zur Allgemeinbildung leistet, wird in den zahlreichen Einzelbeiträgen bei Bayrhuber et al. (1999), Harms und Kattmann (2023), Kattmann (2013a, 2013b) oder Schaefer (2002a) dargelegt. Hierzu finden sich ebenso Hinweise in den Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (KMK, 2004a, 2024). Aufgrund der zukunftsgerichteten Ausgestaltung dieser Aufgabe bleiben Schule und Unterricht diesbezüglich ein Ort der Unsicherheit (Hericks, 2004). Brockmeyer und Zedler vertreten die Auffassung, dass „die Lernbereiche und das Set an Fächern, [welches] ‚Grundbildung‘ curricular näher bestimmt [...], [weitestgehend konstant bleibt]. Dazu gehören Deutsch und (mindestens) eine Fremdsprache, Mathematik und Naturwissenschaften, der gemeinschaftskundliche bzw. gesellschaftswissenschaftliche Bereich (Geschichte, Geographie, Sozialkunde, Politik) sowie der musisch-künstlerische Bereich“ (Brockmeyer und Zedler, 1992, S. 209). Ähnlich äußert sich Tenorth zum Kanon der allgemeinbildenden Unterrichtsfächer in der Schule. Die inhaltliche Ausrichtung der Sekundarstufe I und II wird dabei durch „drei Aufgabenfelder repräsentiert: dem sprachlich-literarisch-künstlerischen, dem historisch-gesellschaftswissenschaftlichen und dem mathematisch-naturwissenschaftlichen“ (Schecker et al., 1996, S. 489). Tenorth warnt jedoch auch davor, fahrlässig Allgemeinbildung als die Summe aller Lehrplaninhalte zu definieren. Die vertiefte Allgemeinbildung ist neben der Vermittlung einer allgemeinen Studierfähigkeit und einer wissenschaftspropädeutischen Bildung ein weiteres Ziel der gymnasialen Oberstufe (KMK, 1995, 2018, 2020; Strobl, 2008b).

„Das Ziel der schulischen Erziehung ist die Entwicklung zur freien Persönlichkeit, die aus Ehrfurcht vor dem Leben und im Geiste der Toleranz bereit ist, Verantwortung für die Gemeinschaft mit anderen Menschen und Völkern sowie gegenüber künftigen Generationen zu tragen“ (Art. 15 Abs. 4 Verfassung M-V). So steht es in der Verfassung des Landes Mecklenburg-Vorpommern und in einem fast gleichen Wortlaut

auch im Schulgesetz Mecklenburg-Vorpommerns<sup>1</sup>. Weiterhin heißt es, dass „[die] Schule den Schülerinnen und Schülern Wissen und Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, Einstellungen und Haltungen mit dem Ziel vermitteln [soll], die Entfaltung der Persönlichkeit und die Selbstständigkeit ihrer Entscheidungen und Handlungen so zu fördern, dass die Schülerinnen und Schüler befähigt werden, aktiv und verantwortungsvoll am sozialen, wirtschaftlichen, kulturellen und politischen Leben teilzuhaben“ (§ 2 Abs. 2 SchulG M-V).

Betrachtet man die beiden Absätze aus dem Schulgesetz Mecklenburg-Vorpommern, so fällt auf, dass kein fest umrissener Wissenskanon im Gesetz dargestellt wird, sondern vielmehr der Auftrag zum „sich bilden“ erfolgt. Dieser Auftrag kennzeichnet Lernen als ständigen Prozess des sich entwickelnden Individuums. Mit weiterem Blick ins Schulgesetz Mecklenburg-Vorpommern fällt ebenfalls auf, dass auch hier eine ähnliche Übersicht und Einteilung zu den Gestaltungsbereichen des Unterrichts für die Sekundarstufe I und den studienqualifizierenden Bildungsgängen der Sekundarstufe II vorhanden ist (§ 5 Abs. 2 Satz 2 und 4 SchulG M-V).

Eine vergleichbare Legitimationskette dafür, dass die Naturwissenschaften zur Allgemeinbildung einen Beitrag leisten, lässt sich über die vier Dimensionen von Bildung knüpfen, denn „idealerweise versetzt [den Lernenden] diese Art von Bildung in die Lage, einen bewussten Perspektivwechsel zwischen den beiden Sichtweisen der Welt [d. h. die Lebenswelt und die wissenschaftliche Vorstellung von der Welt] zu vollziehen. Die mathematisch-naturwissenschaftliche Sicht der Welt gehört zu den vier allgemein anerkannten Dimensionen von Bildung<sup>[2]</sup>. In ihr wird die Welt hauptsächlich kognitiv-instrumentell erschlossen und auf diesem Wege versteh- und handhabbar. Die Entwicklung der dazu notwendigen Basisfähigkeiten [...] ist die allgemeine Aufgabe von Schule, in allen Fächern – also auch in den Naturwissenschaften“ (a Campo, Langlet, Kremer & Philipp, 2003, S. IV).

Die Naturwissenschaften sind durch gemeinsame Elemente eng miteinander verbunden. So kennzeichnet Nerdel das „Experiment [...] als verbindende naturwissenschaftliche Arbeitsweise für die Unterrichtsfächer Physik, Chemie und Biologie [...]. Darüber hinaus besitzt [jedoch] jede dieser drei Disziplinen noch eine eigene ‚Brille‘, [...] sodass [die] fachspezifischen Unterschiede [...] nicht allein in den unterschiedlichen Gegenständen, sondern auch in den fachtypischen Konzepten, Methoden und Erklärungsansprüchen [liegen]“ (Nerdel, 2017, S. 115). Physik, Chemie und Biologie betrachten die Welterschließung unter

---

<sup>1</sup> „Ziel der schulischen Bildung und Erziehung [...] die Entwicklung zur mündigen, vielseitig entwickelten Persönlichkeit, die im Geiste der Geschlechtergerechtigkeit und Toleranz bereit ist, Verantwortung für die Gemeinschaft mit anderen Menschen und Völkern sowie gegenüber künftigen Generation zu tragen“ (§ 2 Abs. 1 SchulG M-V).

<sup>2</sup> Nach Jürgen Baumert (2002) erfolgt die Erschließung der Welt mittels der vier Modi „kognitiv-instrumentelle Modellierung der Welt“ (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften), „ästhetisch-expressive Begegnung und Gestaltung“ (Sprache, Literatur, Musik, bildende und theatrale Kunst, physische Expression), „normativ-evaluative Auseinandersetzung mit Wirtschaft und Gesellschaft“ (Geschichte, Politik, Ökonomie, Recht), „deskriptiv-exploratorische Begegnung und Auseinandersetzung mit existentiellen Fragen der Weltdeutung und Sinnfindung“ (Religion, Ethik, Philosophie).

fachspezifischen Teilaspekten, was alle drei Disziplinen als eigenständige Unterrichtsfächer rechtfertigt und legitimiert (a Campo et al., 2003; Gebhard et al., 2017; Kattmann, 2003; Nerdel, 2017).

## **1.2 Naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy)**

In der nationalen und internationalen Literatur zur naturwissenschaftlichen Didaktik besteht weitgehend Konsens darüber, dass naturwissenschaftliche Bildung ein elementares Bildungsziel sowohl für das Individuum als auch für die Gesellschaft ist (international u. a.: Lederman, 2018; McComas, 2015; national u. a.: Gebhard et al., 2017; Harms & Kattmann, 2023; U. Kattmann, 2013a; Nerdel, 2017; Strobl, 2008c). Die Idee, allen Mitgliedern der Gesellschaft ein Mindestmaß an naturwissenschaftlicher Bildung zuteil werden zu lassen, existiert nicht erst seit „Schockmomenten“ wie Sputnik oder der Veröffentlichung der Ergebnisse der PISA-Untersuchungen aus den verschiedenen Jahren seit 2000, sondern schon mindestens seit 1847. In diesem Jahr hielt James John Garth Wilkinson einen Vortrag mit dem Titel „Science for All“, ohne dabei jedoch Scientific Literacy als Begriff zu nutzen (Gräber & Nentwig, 2002). Dieser Begriff geht auf James Bryant Cohen und das Jahr 1952 zurück, der ihn im Vorwort zu „General Education in Science“ verwendet. Seitdem wurden immer wieder wechselnde Definitionen mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung dargelegt. Eine umfangreichere und vertiefendere Darstellung von Scientific Literacy unter historischer und konzeptioneller/inhaltlicher Perspektive findet sich u. a. bei DeBoer (1997) und Laugksch (2000).

Einigkeit besteht darin, dass das übergeordnete Ziel der naturwissenschaftlichen Grundbildung für alle Schülerinnen und Schüler darin besteht, ihnen durch Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten eine autonome Teilhabe an der durch Naturwissenschaft und Technik geprägten Gesellschaft zu ermöglichen. Dies impliziert eine zunehmende Urteils- und Reflexionsfähigkeit bei den Schülerinnen und Schülern (Fischler, Gebhard & Rehm, 2018; Pongratz & Bünger, 2008). Die Forderung nach Förderung einer naturwissenschaftlichen Bildung als wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung und der Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung als Beitrag des Faches Biologie zur Bildung ist spätestens seit Veröffentlichung der Bildungsstandards Biologie der KMK auch für den Biologiefachunterricht im deutschen Bildungswesen leitend (KMK, 2004a, 2024). Im Gegensatz zum deutschen Schulsystem, in dem domänenspezifischer Unterricht (MINT-Unterricht oder Naturwissenschaftsunterricht) in einzelnen Unterrichtsfächern als jeweilige Teildisziplin zu unterrichten ist, wird „Scientific Literacy [...] nicht nach einzelnen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern [differenziert]“ (Nerdel, 2017, S. 15). Ein zeitgemäßer naturwissenschaftlicher Unterricht soll „zu einer ‚scientific literacy‘, zu ‚naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung‘ [...] führen“ (Messner, Rumpf & Buck, 1997, S. 6; Cofré et al., 2019). Um dem Konzept von Scientific Literacy im deutschen Bildungssystem gerecht zu werden, müssen die Diskussionen um fachorientierten,

fächerverbindenden und fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht weiterhin geführt werden (Gebhard et al., 2017; Strobl, 2008a).

Die Bedeutung der naturwissenschaftlichen Bildung auch für andere Unterrichtsfächer und Disziplinen hat Kerschensteiner am Geographieunterricht verdeutlicht. Dies greift Lethmate (2006) auf. Nach Schaefer (2002a, 2002b) leistet neben Biologie, Chemie, Physik und Mathematik auch der Geographieunterricht einen Beitrag zur Ausbildung einer naturwissenschaftlichen Sachkompetenz.

### **1.2.1 Ausgewählte Definitionen und Anmerkung zur Übersetzung von Scientific Literacy**

„[D]er Begriff Scientific Literacy [ist] tatsächlich umfassend und erschöpfend definiert worden [...]. Die besten aktuellen Beispiele einer vollständigen und detaillierten Definition des Begriffs bieten ‚Science for All Americans‘ und die ‚National Science Education Standards‘“ (Bybee, 2002, S. 23). Bybees Ansicht teilen Laugksch (2000) und Strobl (2008b). Der Terminus „Scientific Literacy“ zeigt vielfältige Bedeutungen, was durchaus Schwierigkeiten bei der Übersetzung des Begriffs und Diskussionen um die verschiedenen Übersetzungsmöglichkeiten (u. a. Gebhard, 2003; Kattmann, 2003) nach sich gezogen hat und ziehen kann.

Zur Vereinheitlichung und für ein erleichtertes Leseverständnis findet im Folgenden die Bezeichnung „naturwissenschaftliche Grundbildung“ als sinngemäße Übersetzung von „Scientific Literacy“ Verwendung anerkennend, dass mit naturwissenschaftlicher Bildung und naturwissenschaftlicher Lese- und Schreibfähigkeit alternative Übersetzungen existieren. Unabhängig der präferierten Übersetzung bleibt die Prüfung der inhaltlichen Übereinstimmung des jeweils angesprochenen Konzeptes gewahrt. Ebenso wird sich auf den Begriff der Allgemeinbildung/Bildung anstelle von Kompetenz berufen, wissend, dass die Kompetenzorientierung im deutschen Bildungssystem seit Jahren eine wichtige Rolle spielt.

Vor mittlerweile mehr als dreißig Jahren begann die American Association for the Advancement of Science (AAAS) mit dem Projekt 2061. Das Projekt stellt eine langfristige, mehrstufige Initiative dar, deren Wirken die naturwissenschaftliche, mathematische und technische Bildung bis ins 21. Jahrhundert prägen soll. Nach Definition der AAAS sind Personen naturwissenschaftlich grundgebildet, wenn sie sich bewusst sind, „dass Naturwissenschaften, Mathematik und Technik interdependente menschliche Konstrukte sind, die Stärken und Grenzen aufweisen, wenn sie Schlüsselbegriffe und Prinzipien der Wissenschaft verstehen, mit der natürlichen Welt vertraut sind, deren Vielfalt und Einheit erkennen und sich wissenschaftlichen Erkenntnissen und Denkweisen für individuelle und soziale Zwecke bedienen“ (Rutherford & Ahlgren, 1990, S. ix; eigene Übersetzung). Auch in dieser Definition wird die bereits mehrfach angesprochene und zugrunde gelegte doppelte Nützlichkeit der Naturwissenschaften für das Wohl des Individuums und der Gesellschaft deutlich.

Ziel der AAAS war es, Lernziele zu formulieren, die verdeutlichen, was weitgehend alle<sup>3</sup> Schülerinnen und Schüler nach dem Ende ihrer Schullaufbahn können sollen. Die Empfehlungen des Berichtes beziehen sich daher auf alle Schülerinnen und Schüler unabhängig von individuellen Interessen oder späterer beruflicher Orientierung (Rutherford & Ahlgren, 1990).

Mit „Benchmarks for Science Literacy“ der AAAS und „National Science Education Standards“ des National Research Council (NRC) liegen Dokumente vor, die Bezug auf „Science for All Americans“ der AAAS nehmen und einen nach Jahrgängen abgestuften Grad der Zielerreichung präsentieren.

Es ist daher nicht verwunderlich, dass beide Dokumente eine Nähe zueinander aufweisen und es zu Überschneidungen in den inhaltlichen Ausführungen kommt (AAAS, 1996). Es erfolgt in Tabelle 21 eine grobe vergleichende Betrachtung der „Benchmarks for Science Literacy“ und „National Science Education Standards“. Bei den Gemeinsamkeiten werden vor allem die Absicht und die Zielstellung der Dokumente, bei den Unterschieden die formale Struktur und die inhaltliche Ausgestaltung der Dokumente die Ausführungen bestimmen.

### **1.2.2 Scientific Literacy in den unterschiedlichen PISA-Studien seit 2000**

Nach Forderungen der KMK sollen länderbezogene und länderübergreifende Vergleichsuntersuchungen zum Lern- und Leistungsstand von Schülerinnen und Schülern erfolgen. Hierbei sollen grundlegende Kompetenzen geprüft werden, die „die Schülerinnen und Schüler zu einer gleichberechtigten Teilhabe am gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, kulturellen und politischen Leben befähigen. [Es] sollen vor allem muttersprachliche, mathematische, naturwissenschaftlich-technische und fremdsprachliche Kompetenzen Beachtung finden. Im Hinblick auf die Anforderungen in der Arbeits- und Berufswelt ist darüber hinaus die Herausbildung übergreifender personaler und sozialer Kompetenzen (sogenannter Schlüsselqualifikationen) [...] sowie die Fähigkeit zu problemlösendem Denken und zu selbstständigem Handeln besonders zu berücksichtigen“ (KMK, 1997, S. 1). Die KMK stellte fest, dass der Fokus der Untersuchung auf der Sekundarstufe I liegen soll, und verwies für die Sekundarstufe II etwa auf die „Hinweise zu den einheitlichen Prüfungsanforderungen“ und die Richtungsentscheidungen zur Weiterentwicklung der Prinzipien der gymnasialen Oberstufe und des Abiturs aus dem Jahre 1995. Diese Dokumente enthalten bereits Maßnahmen zur Qualitätssicherung (KMK, 1997).

Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), Programme for International Student Assessment (PISA) sowie die Ländervergleichsstudien bzw. die IQB-Bildungstrends des Instituts für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) sind Beispiele für internationale und nationale Vergleichsstudien für die Grundschule (TIMSS) und die Sekundarstufe I (PISA, Ländervergleichsstudien und IQB-Bildungstrends).

---

<sup>3</sup> In den Empfehlungen definiert als mehr als neunzig Prozent der Schülerinnen und Schüler.

Für die vorliegende Arbeit wird die Definition von „Scientific Literacy“ aus den PISA-Studien übernommen, da es zum einen um die Kompetenzausprägung von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I geht. Zum anderen aber auch festzustellen ist, dass die „Untersuchungen [einander] befördern [...]“. PISA hat aus der TIMSS-Debatte gelernt. Im Vergleich zu TIMSS ist PISA das umfassendere und auch theoretisch besser fundierte Programm“ (Lange, 2001, S. 132), denn „PISA verlangt [...] Verstehen und stellt, noch deutlicher als zuvor TIMSS, die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen in den Vordergrund“ (Stäudel, 2005, S. 96). Auch die Ländervergleichsstudien bzw. Bildungstrends des IQB beziehen sich in ihrer Stichprobe auf Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I (9. Jahrgangsstufe), erheben aber lediglich die beiden Kompetenzbereiche Fachwissen und Erkenntnisgewinnung. Im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung werden dann wiederum lediglich Aspekte der Teilbereiche Naturwissenschaftliche Untersuchung, Naturwissenschaftliche Modellbildung und Wissenschaftstheoretische Reflexion erhoben (Sumfleth et al., 2013, 2019).

Im Frühsommer 2000 erfolgte die erste der zyklisch angelegten PISA-Erfassungen zur Erhebung der basalen Kompetenzen von 15-jährigen Schülerinnen und Schülern. Neben der Lesekompetenz (Reading Literacy), mathematischen Grundbildung (Mathematical Literacy) und der naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) als fachgebundene Kompetenzen werden zusätzlich fächerübergreifende Kompetenzen erhoben, die je nach Erhebungszyklus variieren. „Nach der Vorstellung der OECD [Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung] werden mit PISA Basiskompetenzen erfasst, die in modernen Gesellschaften für eine befriedigende Lebensführung in persönlicher und wirtschaftlicher Hinsicht sowie für eine aktive Teilnahme am gesellschaftlichen Leben notwendig sind“ (Baumert, Stanat & Demmrich, 2001, S. 16).

Die OECD definiert naturwissenschaftliche Grundbildung als „die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen“ (Prenzel, Rost, Senkbeil, Häußler & Klopp, 2001, S. 198). Mittels einer derartigen Definition werden durch die OECD im Untersuchungsansatz die drei Aspekte „naturwissenschaftliche Konzepte verstehen“, „naturwissenschaftliche Prozesse durchführen“ und deren „Anwendung auf realistische Fragestellungen und Probleme“ unterschieden. Naturwissenschaftliche Konzepte seien essentiell, damit Schülerinnen und Schüler die verschiedenen Phänomene der Welt unabhängig davon verstehen können, ob diese Welt natürlich oder durch den Menschen geschaffen ist. Die grundlegenden Konzepte speisen sich aus den naturwissenschaftlichen Disziplinen Physik, Geowissenschaften, Chemie und Biologie. Ziel der Testaufgaben ist es nicht, das verfügbare Faktenwissen zu prüfen, sondern die Anwendung eines konzeptuellen Verständnisses zu erfassen.

Naturwissenschaftliche Prozesse sind Denk-, Herangehens- und Arbeitsweisen. Sie werden benötigt, um naturwissenschaftliche Untersuchungen zu konzipieren, zu erheben, die daraus gewonnenen Daten zu interpretieren und Schlussfolgerungen zu ziehen. Mittels des dritten Aspektes sollen die bei den Schülerinnen und Schülern verfügbaren naturwissenschaftlichen Prozesse und Konzepte angewendet werden. Die Anwendungskontexte enthalten dabei Probleme, die das Individuum (individuell), Mitglieder einer lokalen Gemeinschaft (lokal) oder die Weltbevölkerung (global) betreffen. Sie entstammen den Bereichen Leben und Gesundheit, Erde und Umwelt sowie Naturwissenschaften und Technologien (Baumert et al., 2001; OECD, 2000; Prenzel et al., 2001).

Die Definition von Scientific Literacy entstammt den Publikationen zur ersten PISA-Erhebung aus dem Jahr 2000. Zu jeder Erhebung gibt es bei den drei fachgebundenen Kompetenzen eine Hauptkompetenz und zwei Nebenkompetenzen. In der ersten Erhebung war die Lesekompetenz die Hauptkompetenz, die mathematische und die naturwissenschaftliche Grundbildung die Nebenkompetenzen. Die angebrachte Definition wurde in der Untersuchung im Jahr 2003 beibehalten (Rost, Walter, Carstensen, Senkbeil & Prenzel, 2004). Im Jahr 2006 war erstmalig die naturwissenschaftliche Grundbildung Hauptkompetenz der Untersuchung. In der Veröffentlichung zur dritten Untersuchung spezifizierte die OECD die Definition zur naturwissenschaftlichen Grundbildung geringfügig. Naturwissenschaftliche Grundbildung wurde in der PISA-Untersuchung von 2006 als „die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, um Fragestellungen zu erkennen, sich neues Wissen anzueignen, naturwissenschaftliche Phänomene zu beschreiben und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, die charakteristischen Eigenschaften der Naturwissenschaften als eine Form menschlichen Wissens und Forschens zu verstehen, zu erkennen und sich darüber bewusst zu sein, wie Naturwissenschaften und Techniken unsere materielle, intellektuelle und kulturelle Umwelt formen, sowie die Bereitschaft, sich mit naturwissenschaftlichen Ideen und Themen zu beschäftigen und sich reflektierend mit ihnen auseinanderzusetzen“ (Prenzel et al., 2007, S. 65) definiert.

Die Aufgaben der Erhebung von 2006 entstammen dabei fünf lebensweltlichen Kontexten der Schülerinnen und Schülern, die durch Naturwissenschaften und Technik gekennzeichnet sind. Um die Aufgaben bewältigen zu können, sind Kompetenzen aus den drei Bereichen „naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen“, „naturwissenschaftliche Phänomene beschreiben, erklären und vorhersagen“ sowie „naturwissenschaftliche Evidenzen nutzen, um Entscheidungen zu treffen“ erforderlich. Nach Auffassung der OECD beruhen diese Kompetenzen auf einem naturwissenschaftlichen Wissen (physikalische Systeme, lebende Systeme, Erd- und Weltraumsysteme und technologische Systeme) und einem Wissen über die Naturwissenschaften (naturwissenschaftliches Forschen und naturwissenschaftliches Erklären). Adaptiert aus den vorangegangenen zwei Untersuchungen erfolgt der Problembezug auf individueller, sozialer und globaler Ebene (Prenzel et al., 2007). Das Verständnis (Definition) sowie die Rahmenkonzeption

naturwissenschaftlicher Grundbildung und die Kontexte wurden aus der dritten Untersuchung aus dem Jahr 2006 in die vierte (2009), fünfte (2012), sechste (2015), siebente (2018) und achte (2023) Erhebung weitgehend übernommen (Kastorff et al., 2023; Rönnebeck, Schöps, Prenzel, Mildner & Hochweber, 2010; Schiepe-Tiska, Rönnebeck & Neumann, 2019; Schiepe-Tiska et al., 2016; Schiepe-Tiska, Schöps, Rönnebeck, Köller & Prenzel, 2013). Lediglich das Element des Wissensbereichs der Rahmenkonzeption naturwissenschaftlicher Grundbildung ist in der sechsten Erhebung inhaltlich weiterentwickelt worden: Zum Lösen der naturwissenschaftlichen Probleme benötigten die Schülerinnen und Schüler neben dem konzeptuellen Wissen nun auch prozedurales und epistemisches Wissen. „Konzeptuelles Wissen“ meint dabei deklaratives Wissen, also „Wissen, dass“ in den drei Wissenssystemen physikalische Systeme, lebende Systeme sowie Erd- und Weltraumsysteme. „Prozedurales Wissen“ umfasst Prozess- und Methodenwissen, also „Wissen, wie“. „Epistemisches Wissen bezieht sich schließlich auf das Verständnis der Bedeutung spezifischer Konstrukte und wichtiger charakteristischer Eigenschaften der Naturwissenschaften sowie ihrer Funktion beim Generieren naturwissenschaftlichen Wissens“ (Schiepe-Tiska et al., 2016, S. 54).

Um den unterschiedlichen Rahmenbedingungen der teilnehmenden Staaten gerecht zu werden, wurden Aufgaben ergänzt, die für die Unterrichtsfächer Biologie, Chemie und Physik eine getrennte Darstellung der Leistungen erlauben. Dies sei für Staaten, die einen integrierten Naturwissenschaftsunterricht anbieten nachrangig (Baumert et al., 2001). Nach Aussage der OECD „entspricht die Konzeption für die Erhebung der naturwissenschaftlichen Grundbildung in PISA dem aktuellen internationalen Diskussionsstand zur Scientific Literacy“ (Prenzel et al., 2001, S. 197).

### **1.3 Wesen der Naturwissenschaften (Nature of Science)**

Im Rahmen der internationalen und nationalen Bestrebungen um Scientific Literacy als Bildungsziel erfährt ein Verständnis über das Wesen der Naturwissenschaften<sup>4</sup> als wissenschaftspropädeutisches Element eine wichtige Bedeutung (Dittmer & Zabel, 2019; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004). Sowohl Pädagoginnen und Pädagogen als auch Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker fordern ein, dem Nachdenken über das Wesen der Naturwissenschaften einen Platz im Unterricht einzuräumen (Dittmer & Langlet, 2023; Dittmer & Zabel, 2019; Kircher & Dittmer, 2004; McComas, Clough & Almazroa, 1998). Lederman (2004) stellt jedoch fest, dass der Terminus hinsichtlich seiner Definition durch „geringe Präzision aber hohe Variabilität“ (S. 303; eigene Übersetzung) gekennzeichnet ist. „Ein

---

<sup>4</sup> Die Formulierung „Nature of Science“ kann als „Wissen über das Wesen der Naturwissenschaften“ oder als „Wissen von der Natur der Naturwissenschaften“ übersetzt werden. Beide Übersetzungen sind parallel in der Fachliteratur zu finden. Für diese Arbeit wird die Formulierung „Wesen der Naturwissenschaften“ verwendet. Dies stellt jedoch keine Wertung gegenüber anderen Übersetzungen oder Formulierungen dar, sondern beruht ausschließlich auf der Prämisse der Einheitlichkeit.



einheitliches Verständnis über das Wesen der Naturwissenschaften zwischen Naturwissenschaftsphilosophen, Naturwissenschaftshistorikern, Naturwissenschaftlern und Naturwissenschaftslehrern existiert nicht“ (Lederman, 2004, S. 303; eigene Übersetzung).

Die AAAS widmet dem Wesen der Naturwissenschaften in „Science for All Americans“ ein eigenes Kapitel, in dem Empfehlungen formuliert werden. Der AAAS zufolge umfasst das Wesen der Naturwissenschaften ein Wissen über die grundlegenden Werte und den Glauben, der die wissenschaftliche Weltanschauung ausmacht, Wissen über wissenschaftliche Untersuchungsmethoden und Wissen über die Kultur von Wissenschaften (Rutherford & Ahlgren, 1990). Dieser Auffassung folgen die AAAS ebenso in „Benchmarks for Scientific Literacy“ (1993) und das NRC in „National Science Education Standards“ (1996). Eine allgemeine Akzeptanz dieser drei Teilbereiche als kennzeichnendes Element vom Wesen der Naturwissenschaften liegt jedoch nicht vor (Schwartz et al., 2004). Welches definitorische Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften Expertinnen und Experten haben und was davon ihrer Meinung nach im Unterricht thematisch aufgegriffen werden soll, war Schwerpunkt einer Studie von Osborne und Kollegen (Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar & Duschl, 2003). Es zeigt sich eine hohe thematische Übereinkunft mit vorangegangenen Studien von Ledermann (Lederman, 2004) sowie McComas und Olson (McComas & Olson, 1998). Diese Ergebnisse sind in Tabelle 22 dargestellt. Vergleicht man die Ergebnisse der drei Untersuchungen, so wird erkennbar, dass es eine Vielzahl von übereinstimmenden Teilaspekten vom Wesen der Naturwissenschaft gibt, die nach Auffassung der Befragten Gegenstand unterrichtlicher Themen sein sollten. Ziel war es, Aspekte vom Wesen der Naturwissenschaften zu benennen, die für den schulischen Wissenserwerb relevant sind. Als solches mussten sie den Kriterien „Verstehbarkeit und Erlernbarkeit in der Schule[,] generelle Einigkeit und Bedeutsamkeit für künftige Bürger“ (Heering & Kremer, 2018, S. 108) standhalten. Insgesamt wurden so „sieben alltags- und schülerrelevante Eigenschaften“ (Heering & Kremer, 2018, S. 108) identifiziert. Diese Eigenschaften werden als Kerndimensionen vom Wesen der Naturwissenschaften angesehen und daher auch als „Konsensansicht“ oder „Minimalkonsens“ bezeichnet (Cofré et al., 2019; Dittmer & Zabel, 2019; Heering & Kremer, 2018). Eine inhaltliche Beschreibung der sieben Kerndimensionen erfolgt in Tabelle 1.

Tabelle 1: Kerndimensionen vom Wesen der Naturwissenschaften (nach Lederman et al., 2002)

(eigene Darstellung nach Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002, S. 500 ff., eigene Übersetzung)

Kern-dimension	Beschreibung der Kerndimension
<b>Beobachtung und Deutung</b>	„Beobachtungen sind beschreibende Aussagen über Naturphänomene, die der sinnlichen Wahrnehmung direkt oder indirekt durch Hilfsmittel zugänglich sind. Schlussfolgerungen sind Aussagen über Naturphänomene, die den Sinnen nicht direkt zugänglich sind.“
<b>Empirik</b>	„Wissenschaftliche Erkenntnisse basieren zumindest teilweise auf Beobachtungen der natürlichen Welt und/oder sind daraus abgeleitet.“
<b>Kreativität</b>	„Wissenschaftliches Wissen erfordert menschliche Vorstellungskraft und Kreativität. Wissenschaft beinhaltet das Finden von Erklärungen und dies erfordert viel Kreativität von Wissenschaftlern.“
<b>Subjektivität</b>	„Wissenschaftliches Wissen ist subjektiv. Die theoretischen Verpflichtungen, Überzeugungen, Vorkenntnisse, Ausbildungen, Erfahrungen und Erwartungen von Wissenschaftlern beeinflussen jedoch ihre Arbeit. Die Beobachtungen (und Untersuchungen) von Wissenschaftlern sind immer motiviert und geleitet von Fragen oder Problemen und erhalten Bedeutung in Bezug auf diese. Diese Fragen oder Probleme wiederum werden aus bestimmten theoretischen Perspektiven (theoriegeleitet) abgeleitet.“
<b>Sozial und Kulturell</b>	„Wissenschaft als menschliches Unternehmen wird im Kontext einer größeren Kultur praktiziert, und ihre Praktiker (Wissenschaftler) sind das Produkt dieser Kultur. Daraus folgt, dass die Wissenschaft die verschiedenen Elemente und intellektuellen Sphären der Kultur, in die sie eingebettet ist, beeinflusst und von diesen beeinflusst wird. Diese Elemente umfassen, sind aber nicht beschränkt auf soziales Gefüge, Machtstrukturen, Politik, sozioökonomische Faktoren, Philosophie und Religion.“
<b>Vorläufigkeit</b>	„Wissenschaftliche Erkenntnis ist niemals absolut oder sicher. Dieses Wissen, einschließlich ‚Fakten‘, Theorien und Gesetzen, ist vorläufig und kann sich ändern. Wissenschaftliche Behauptungen ändern sich, wenn neue Beweise, die durch Fortschritte in Theorie und Technologie ermöglicht werden, auf bestehende Theorien oder Gesetze angewendet werden oder wenn alte Beweise im Lichte neuer theoretischer Fortschritte oder Richtungsänderungen etablierter Forschungsprogramme neu interpretiert werden.“
<b>Gesetz und Theorie</b>	„Einzelpersonen haben oft eine vereinfachte, hierarchische Sicht auf die Beziehung zwischen Theorien und Gesetzen, wobei Theorien zu Gesetzen werden, abhängig von der Verfügbarkeit unterstützender Beweise. Theorien und Gesetze sind jedoch verschiedene Arten von Wissen und das eine kann sich nicht entwickeln oder in das andere transformieren. Gesetze sind Aussagen oder Beschreibungen der Beziehungen zwischen beobachtbaren Phänomenen. Theorien hingegen sind abgeleitete Erklärungen für beobachtbare Phänomene.“

Die in Tabelle 1 genannten sieben Kerndimensionen bilden die Grundlage zur Entwicklung des Fragebogens „Views of Nature of Science Questionnaire – Version D+“ (Lederman & Lederman, 2010; Schwartz et al., 2004). Der Fragebogen ist zu einem „Standardinstrument in der empirischen Forschung [zum Wesen der Naturwissenschaften] geworden“ (Heering & Kremer, 2018, S. 109) und findet auch im Rahmen dieser Forschungsarbeit als einer von zwei Fragebögen Anwendung.

Eine andere Gruppierung der Kerndimensionen vom Wesen der Naturwissenschaften nehmen Urhahne et al. (2008) vor. Sie orientieren sich dabei am Ordnungsschema von Osborne et al. (2003, siehe Tabelle 22). Eine inhaltliche Beschreibung der sieben Kerndimensionen des Fragebogens von Urhahne et al. (2008) erfolgt in Tabelle 2. Es handelt sich hierbei um den zweiten zum Einsatz kommenden Fragebogen.

Tabelle 2: Kerndimensionen vom Wesen der Naturwissenschaften (nach Urhahne et al., 2008)

(eigene Darstellung nach Urhahne et al., 2008, S. 78 f.)

Kern-dimension	Beschreibung der Kerndimension
<b>Sicherheit des Wissens</b>	„Das naturwissenschaftliche Wissen ist zwar relativ verlässlich und dauerhaft, aber nie absolut und vollkommen sicher. Bestehende Theorien und Konzepte sind immer nur als vorläufig zu betrachten. Es kann stets neues Wissen selbst zu bereits sehr intensiv beforschten Themen hinzukommen. Auch können verschiedene Theorien, die das gleiche Phänomen erklären, zutreffend sein, solange keine dagegen sprechenden Beweise vorliegen. Ebenso ist es ein Irrtum, dass alle naturwissenschaftlichen Probleme nur eine einzige richtige Lösung aufweisen.“
<b>Entwicklung des Wissens</b>	„Das naturwissenschaftliche Wissen unterliegt einem fortwährenden Entwicklungs- und Veränderungsprozess. Naturwissenschaftliche Theorien und Konzepte können sich auf der Grundlage neuer Beweise ständig ändern und erweitern. Der Wissenswandel wird z.B. durch neue Technologien und verbesserte Forschungsmöglichkeiten unterstützt. Die Veränderungen des naturwissenschaftlichen Wissens gehen jedoch nicht mit einer Annäherung an eine absolute Wahrheit einher. Die Geschichte der Naturwissenschaften verdeutlicht den evolutionären und revolutionären Charakter des Faches.“
<b>Einfachheit des Wissens</b>	„Naturwissenschaftliches Wissen wird mit einer Tendenz zur Einfachheit gebildet, ohne die Komplexität natürlicher Phänomene zu verneinen. In den Naturwissenschaften herrscht ein kontinuierliches Bestreben mit einer möglichst kleinen Anzahl von Konzepten eine möglichst große Anzahl von Beobachtungen zu erklären. Es handelt sich deshalb um eine Fehleinschätzung, wenn Schüler glauben, dass von zwei Theorien, die ein Naturphänomen gleich gut erklären, die komplexere Theorie auch die bessere sei. Naturwissenschaftliche Theorien werden eher allgemein und umfassend als spezifisch und detailliert formuliert.“
<b>Rechtfertigung des Wissens</b>	„Das naturwissenschaftliche Wissen beruht auf Beobachtungen, Experimenten, rationalen Begründungen und Skepsis. Schülerinnen und Schüler sollen lernen, Beobachtungen und Schlussfolgerungen voneinander zu unterscheiden. Experimente stellen einen geeigneten Weg dar, das naturwissenschaftliche Wissen zu rechtfertigen. Experimentelle Daten können die eigenen Vorstellungen unterstützen und zeigen, ob eine Behauptung sich als glaubhaft erweist. Ein einzelnes Experiment kann jedoch noch keine naturwissenschaftliche Theorie beweisen.“
<b>Herkunft des Wissens</b>	„Das naturwissenschaftliche Wissen wird nicht allein von allwissenden Autoritäten an Lernende weitergegeben, sondern kann auch von den Lernenden selbst entdeckt und erarbeitet werden. Lernende sollten vieles, aber nicht unskeptisch alles glauben, was in den Naturwissenschaftsbüchern steht oder was Naturwissenschaftler behaupten. Dieses Wissen hat einen vorläufigen Charakter und kann sich auch noch einmal ändern. Menschen aller Kulturen können mit ihren Ideen etwas zum naturwissenschaftlichen Wissensfundus beitragen.“
<b>Zweck der Naturwissenschaften</b>	„Die Naturwissenschaften sind auch der Versuch, natürliche Phänomene zu beschreiben, zu erklären und vorherzusagen. Durch die Naturwissenschaften sollen die Erfahrungen der Menschen mit der belebten und unbelebten Natur in eine Ordnung gebracht werden. Im Vordergrund der Erkenntnisgewinnung stehen die Suche nach Erklärungen, die Vorhersage von Naturphänomenen und die Lösung naturwissenschaftlicher Probleme.“
<b>Kreativität und Vorstellungskraft</b>	„Entgegen allgemeiner Vorstellungen ist die Gewinnung naturwissenschaftlichen Wissens kein vollkommen rationaler und absolut logischer Prozess. Die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Wissens erfordert die Kreativität und den Einfallsreichtum des Naturwissenschaftlers. Dies gilt für sämtliche Forschungsprozesse, von der Ideenfindung bis zur Datenanalyse. Einige naturwissenschaftliche Konzepte beruhen auf enormen intellektuellen Leistungen, die ohne die Inspiration und Vorstellungskraft der Wissenschaftler nicht möglich gewesen wären.“

Neben der „Konsensansicht“ (siehe Tabelle 1) bestimmen mit dem „Nature of Whole Science“, „Family Resemblance Approach“ und „Narrativen Ansatz“ drei weitere Ansätze die Diskussionen zum Wesen der Naturwissenschaften in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken (Arndt, Billion-Kramer, Wilhelm & Rehm, 2020; Dittmer & Langlet, 2023; Hering & Kremer, 2018). Es zeigt sich jedoch, dass diese Ansätze noch nicht ausgereift sind und (bisher) lediglich die Konsensansicht „eine konkrete Orientierung für Schule [...] und fachdidaktische Forschungszwecke“ (Arndt et al., 2020; Billion-Kramer, 2021, S. 27) bietet.

Ein Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften kann u. a. durch historische Bezüge, gesellschaftlich relevante epochaltypische Schlüsselprobleme oder durch naturwissenschaftliches Arbeiten im Fachunterricht gefördert werden kann (Bell & Lederman, 2003; Dittmer & Langlet, 2023; Gebhard et al., 2017; Hofheinz, 2008; Hößle, Höttecke & Kircher, 2004; Kremer, Specht, Urhahne & Mayer, 2014; Lederman, 2004; Lederman & Lederman, 2014; Müller, Gimbel, Ziepprecht & Wodzinski, 2020; Rudge & Howe, 2009).

#### **1.4 Naturwissenschaftliches Arbeiten (Scientific Inquiry)**

Lederman definiert naturwissenschaftliches Arbeiten als Prozess, dessen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bedienen, um naturwissenschaftliches Wissen zu generieren (Lederman, 2004). Als solches wird die Reduktion des naturwissenschaftlichen Arbeitens auf eine Hand voll ausgewählter Methoden der Definition nicht gerecht. In seinem Beitrag „The principal elements of the Nature of Science: Dispelling the myths“ warnt McComas (1998) regelrecht davor, den Irrglauben einer generellen und universellen naturwissenschaftlichen Methode zu lehren. Denn „naturwissenschaftliches Arbeiten umfasst traditionelle naturwissenschaftliche Prozesse, umfasst aber auch die Kombination dieser Prozesse mit naturwissenschaftlichem Wissen, naturwissenschaftlichen Argumentationen und die kritische Auseinandersetzung, um naturwissenschaftliches Wissen zu entwickeln“ (Lederman, 2004, S. 309; eigene Übersetzung). Eine Definition, die der Ansicht von Lederman gerecht wird, präsentieren Schwartz und Kollegen (Schwartz et al., 2004). Ihrer Meinung nach umfasst naturwissenschaftliches Arbeiten die Methoden und Aktivitäten, die zu naturwissenschaftlichem Wissen führen.

##### **1.4.1 Naturwissenschaftliches Arbeiten in der amerikanischen Bildungsdiskussion**

In „Science for All Americans“ kennzeichnet die AAAS als einendes Element aller Naturwissenschaften die Nutzung von Hypothesen und Theorien, eine gewisse Logik im Denken und die Abhängigkeit von Beweisen, ohne dabei zu übersehen, dass sich die verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen durchaus in dem zu untersuchenden Phänomen, ihrer Abhängigkeit (historische Daten oder eigene experimentelle Ergebnisse) oder den verwendeten Methoden (qualitativ oder quantitativ) unterscheiden,

sodass es keine feste Schrittfolge geben kann, die sich Wissenschaft zu eigen macht, um zu Erkenntnissen zu gelangen. Dennoch gibt es über die Grenzen der Wissensdisziplinen hinweg ein gemeinsames Verständnis davon, was eine in ihrer Aussage gültige wissenschaftliche Untersuchung kennzeichnet. Dieses und weitere Merkmale unterscheiden die Naturwissenschaft von anderen Disziplinen (Rutherford & Ahlgren, 1990).

In „Benchmarks for Scientific Literacy“ konkretisiert die AAAS ihre Ausführungen aus „Science for All Americans“. Naturwissenschaftliches Arbeiten wird als einer von drei Teilaspekten vom Wesen der Naturwissenschaften gesehen. Naturwissenschaftliches Arbeiten wird als ein komplexer Prozess gekennzeichnet, dem eine naive, als naturwissenschaftliche Methode dargestellte Schritt-für-Schritt-Anleitung nicht gerecht wird. Eine weitergehende Definition ist nicht zu finden. Auffällig ist aber über die graduelle Abstufung hinweg, dass in „Benchmarks for Science Literacy“ Wert darauf gelegt wird, ein Wissen über Scientific Inquiry bei den Lernenden auszubilden („know about inquiry“). Als solches verharren die AAAS eher auf dem Niveau eines deklarativen Wissens (AAAS, 1993; Lederman, 2004).

Aufbauend auf „Benchmarks for Scientific Literacy“ werden in „National Science Education Standards“ vertiefende Ausführungen gemacht. Hier wird naturwissenschaftliches Arbeiten als Teilbereich des Standardbereiches Science Content Standards gesehen und als facettenreiche Aktivität gekennzeichnet, die „Beobachten, Stellen von Fragen, Literaturrecherche, Untersuchungsplanung, aktuellen Forschungsstand erheben, Nutzung von Werkzeugen zur Datenerhebung, Datenanalyse und Dateninterpretation, Antworten, Erklärungen und Prognosen finden und die Kommunikation von Ergebnissen einschließt“ (NRC, 1996, S. 23; eigene Übersetzung). Im Vergleich zu den Benchmarks for Scientific Literacy fällt bei den „National Science Education Standards“ auf, dass durchweg das übergeordnete Ziel darin besteht, naturwissenschaftliches Arbeiten durchzuführen („do inquiry“), also der Aufbau und Förderung eines prozeduralen Wissens Ziel der „National Science Education Standards“ ist (Lederman, 2004; NRC, 1996).

#### **1.4.2 Naturwissenschaftliches Arbeiten in der deutschen Bildungsdiskussion**

Scientific Inquiry wird häufig mit naturwissenschaftlichem Arbeiten oder naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen übersetzt. „Die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen [...] zeigen exemplarisch auf, wie Erkenntnisse in den Naturwissenschaften gewonnen werden“ (Nerdel, 2017, S. 115). Als solches leisten sie einen wichtigen Beitrag zum Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Schülerinnen und Schüler sollen neben naturwissenschaftlichem Fachwissen auch Wissen darüber besitzen, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden (BLK, 1997; Duit, 2003; Lind, Kroß & Mayer, 1998; Mayer, 2013a, 2023; Stäudel, 2014). Nach Trendel und Fischer ist eine „bloße Beschreibung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen nicht unproblematisch“ (Trendel & Fischer, 2007, S. 388). Wie in der USA ist es auch in Deutsch-

land nahezu unmöglich, eine einheitliche Definition zu finden, die über alle naturwissenschaftlichen Disziplinen hinweg Akzeptanz erfährt. So wird naturwissenschaftliches Arbeiten in der Bund-Länder-Kommission Programmförderung Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts als „eigenständige Bearbeitung naturwissenschaftlich-technischer Probleme“ (Lind et al., 1998, S. 2) verstanden. Duit hingegen definiert naturwissenschaftliche Arbeitsweisen als „ein Instrumentarium geistiger Werkzeuge und Herangehensweisen“ (Duit, Gropengießer & Stäudel, 2007, Editorial), wohingegen Pfeifer (2003) sie als Denk- und Arbeitsweisen definiert. Neben der Schwierigkeit der Suche einer allgemeingültigen Definition treten auch Schwierigkeiten bei Anzahl und Umfang der Arbeitsweisen auf. So präsentiert Duit et al. (2007) sieben übergreifende Arbeitsweisen. Der Deutsche Verein zur Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts e. V. nennt sechs Denk- und Arbeitsweisen (a Campo et al., 2003). Bei Gropengießer, Harms und Kattmann bzw. Gropengießer und Harms lassen sich neun Kapitel zu den Arbeitsweisen im Biologieunterricht finden (Gropengießer & Harms, 2023; Gropengießer, Harms & Kattmann, 2013).

Es lässt sich festhalten, dass es einerseits naturwissenschaftliche Arbeitsweisen gibt, die Anwendung in allen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern erfahren, andererseits aber auch durch die Aufteilung des naturwissenschaftlichen Unterrichts fachspezifische naturwissenschaftliche Arbeitsweisen existieren (u. a. Nerdel, 2017).

## **2 Bildungsstandards und Rahmenpläne**

Im vorangegangenen Abschnitt dieses Kapitels wurde die Bedeutung der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen für den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung dargelegt. Eine derartige Grundbildung umfasst auch die kritische Reflexion naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen sowie die theorie- und hypothesengeleitete Anwendung dieser zur Erkenntnisgewinnung. Im Folgenden erfolgt die Verortung der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen in US-amerikanischen und deutschen Bildungsstandards sowie die Ausgestaltung dieser Standards in den Rahmenplänen der Sekundarstufe I und II. Bei den bundeslandspezifischen Bildungsdokumenten bezieht sich die Arbeit stets auf das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern.

### **2.1 Bildungsstandards**

Seine etymologische Ursprungsbedeutung hat der Begriff „Standard“ im Rahmen der Bildungsdebatte heutzutage verloren und kann vereinfacht als Norm bezeichnet werden. Das Deutsche Institut für Normung betont aus einer technischen Perspektive heraus, dass durch Standards verschiedene Systeme zueinander kompatibel werden und somit Vertrauen und Sicherheit erzeugt werden (Criblez et al., 2009). Auch im Bildungsbereich wird beabsichtigt, durch Standards Vertrauen und Sicherheit zu generieren.

Bildungsstandards sind ein wichtiges Instrument zur Qualitätssicherung im Bildungsbereich (Huber, Späni, Schmellentin & Criblez, 2006; KMK, 2005).

### **2.1.1 US-amerikanische Bildungsstandards für den Fachunterricht Naturwissenschaften (Science)**

Das Bestreben der USA, im gesamten Staat einen einheitlichen Unterricht durchzuführen, blickt auf eine längere Tradition zurück. So wurden bereits im 19. Jahrhundert erste Lehrpläne diesbezüglich veröffentlicht. Standards für den naturwissenschaftlichen Unterricht im Sinne der gegenwärtigen Debatte um Standards in der Bildung wurden erst in den 1990er Jahren in den US-amerikanischen Bildungsbereich eingebracht (Walpuski et al., 2010). Einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung von Standards im naturwissenschaftlichen Unterricht leisteten dabei die AAAS und das NRC (Berner & Stolz, 2006).

In „National Science Education Standards“ (1996) werden sowohl das Verständnis („understanding about scientific inquiry“, S. 105) als auch die Fähigkeit zur Anwendung („to do scientific inquiry“, S. 105) von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen betont. Ziel des NRC ist, dass die Lernenden ein Verständnis davon entwickeln, dass es nicht nur die eine Methode zur Erkenntnisgewinnung gibt, sondern dass naturwissenschaftliche Fragestellungen mit einer Vielzahl von unterschiedlich ausgestalteten Untersuchungsmethoden bearbeitet werden können (NRC, 1996).

### **2.1.2 Deutsche Bildungsstandards für den Fachunterricht Biologie**

Die Bundesrepublik Deutschland ist föderalistisch organisiert (Art. 20 I GG und Präambel des GG). Darin könnte ein Grund liegen, weshalb sich kaum Bestimmungen zur Bildung im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland finden lassen (vgl. Art. 7 GG). Bildung liegt im Aufgabenbereich der Länder (folgt aus Art. 30, 70 und 83 GG). Die Verantwortlichkeit für Gesetzgebung, Verwaltung und die inhaltliche Ausrichtung des primären, sekundären und tertiären Bildungsbereiches liegt bei den jeweiligen Bundesländern. Sie erlassen für den primären und sekundären Bildungssektor die Landesschulgesetze und Schulordnungen, für den tertiären Bereich die Hochschulgesetze und für die außerschulische Berufsausbildung die Berufsbildungsgesetze und Handwerksordnungen (Döbert, 2010). „Der föderalistisch geregelten Organisationsstruktur des Bildungswesens beigeordnet ist die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK). Sie ermöglicht die Koordination und Zusammenarbeit der Länder“ (Huber et al., 2006, S. 8). Beschlüsse, die der Einheitlichkeit im Bildungswesen dienen, müssen einstimmig getroffen werden (KMK, 2014). Die entsprechenden Beschlüsse sind dann in Gesetze und Rechtsverordnungen umzusetzen. Nicht in Gesetzen oder Rechtsverordnungen verankerte Beschlüsse tragen den Charakter einer Empfehlung.

In Anlehnung an die Veröffentlichung der Ergebnisse verschiedener internationaler Vergleichsstudien, deren Grundlage im Konstanzer Beschluss der KMK von 1997 gelegt wurde, beschloss die KMK im Mai

2002, Bildungsstandards „für ausgewählte Schnittstellen der allgemein bildenden Schularten“ (KMK, 2004a, S. 3) zu erarbeiten. Im Dezember 2003 vereinbarte die KMK Bildungsstandards für die Fächer Deutsch, Mathematik und die erste Fremdsprache für den Mittleren Schulabschluss. Knapp ein Jahr später wurden Bildungsstandards für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer Biologie, Chemie und Physik für den Mittleren Schulabschluss ergänzt (Klieme & Steinert, 2004; KMK, 2004a, 2004b, 2004c, 2005).

### **2.1.2.1 Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss**

Die als Regelstandard formulierten Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss sind in die vier Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung gegliedert. Bei der Definition von Kompetenzen folgt die KMK in ihren Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss der Weinert'schen Kompetenzdefinition (KMK, 2004a, S. 7, 2024).

Der Kompetenzbereich Fachwissen stellt überwiegend die Inhaltsdimension, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung überwiegend die Handlungsdimension der zu erwerbenden Kompetenzen dar. Die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen sind dem Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung zuzuordnen. Hierzu zählen das Beobachten, Vergleichen, Experimentieren, Nutzen von Modellen und Anwenden von Arbeitstechniken (Harms, 2013b, 2023; KMK, 2004a, 2024; Mayer, 2013a, 2023).

### **2.1.2.2 Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife**

Die Bildungsstandards für Biologie für den Mittleren Schulabschluss sind wichtig für den Übergang der Schülerinnen und Schüler von der Sekundarstufe I in die Sekundarstufe II eines allgemeinbildenden schulischen Werdegangs, verlieren aber ihre Legitimation als Instrument für die Qualitätssicherung in der Oberstufe.

Im März 2004 beschloss die KMK Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie (KMK, 2004d). Sie zielen auf ein mittleres Niveau und beschreiben die von den Schülerinnen und Schülern erwarteten Kompetenzen (Gilbert & Richter, 2004). Die Einheitlichen Prüfungsanforderung in der Abiturprüfung (EPA) wurde im Juni 2020 durch die Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife weiterentwickelt und vollständig abgelöst (KMK, 2020). Die Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife sind ebenso wie die für den Mittleren Schulabschluss als Regelstandard formuliert. Sie geben somit fachbezogene Kompetenzen vor, die Schülerinnen und Schüler mit Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife im Durchschnitt im Fach Biologie erreichen sollen. Hinsichtlich der Kompetenzdefinition folgt man auch in den Bildungsstandards für die Sekundarstufe II (wenn auch nicht ausdrücklich genannt) der Weinert'schen Kompetenzdefinition (KMK, 2020).



Die Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife sind in die vier Kompetenzbereiche Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz gegliedert. Sie durchdringen einander und bilden die Fachkompetenz im Fach Biologie. Die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen sind dem Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnungskompetenz zuzuordnen. Hierzu zählt das Beobachten, Vergleichen/Ordnen, Experimentieren sowie Modellieren. Eine Übersicht zu den Kompetenzbereichen, den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen und den Standards des Kompetenzbereichs der Erkenntnisgewinnung für die Sekundarstufe I und II enthält Tabelle 23.

## **2.2 Rahmenpläne in Mecklenburg-Vorpommern für den Fachunterricht Biologie**

Biologie als eigenständiges Unterrichtsfach wird in Mecklenburg-Vorpommern mit der Jahrgangsstufe 5 eingeführt und ist bis zur Jahrgangsstufe 10 obligatorisch. In der gymnasialen Oberstufe kann Biologie weitergeführt werden, sodass „eine gemeinsame Grundbildung und individuelle Vertiefung in Schwerpunktbereichen ermöglicht“ (§ 21 Abs. 1 SchulG MV) werden kann.

### **2.2.1 Rahmenpläne für den Fachunterricht Biologie in der Sekundarstufe I**

Betrachtet man die Rahmenpläne für den Fachunterricht Biologie (MBWK, 2010, 2011b, 2011a) und den Rahmenplan Naturwissenschaften (MBWK, 2010b) für Mecklenburg-Vorpommern, so fällt auf, dass gemeinsames Ziel der Bildung und Erziehung in der Orientierungsstufe und dem Sekundarbereich I ist, „den Lernenden Wissen und Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, Einstellungen und Haltungen mit dem Ziel zu vermitteln, die Entfaltung der Persönlichkeit und die Selbstständigkeit ihrer Entscheidungen und Handlungen so zu fördern, dass sie befähigt werden, aktiv und verantwortungsvoll am sozialen, wirtschaftlichen, kulturellen und politischen Leben teilzuhaben“ (MBWK, o. J., S. 1). Darin sieht das Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern die „Aufgabe von Schule“ (MBWK, o. J., S. 1). Um diesem Ziel gerecht zu werden, soll das bei den Schülerinnen und Schülern vorhandene Interesse an natürlichen und technischen Phänomenen aufgegriffen und durch Alltagsphänomene und -situationen aus Natur und Technik verstärkt Gegenstand des Unterrichts werden (u. a. MBWK, 2010a). In diesem kurzen Passus der Rahmenpläne für den Fachunterricht Biologie lässt sich bereits ein Scientific-Literacy- Ansatz erkennen. Im Rahmenplan Naturwissenschaften wird explizit die Vertiefung und Erweiterung der „– vor allem im Sachunterricht der Grundschule – erworbene[n] naturwissenschaftliche[n] Grundbildung“ (MBWK, 2010b, S. 8) gefordert.

Hinsichtlich der inhaltlichen Ausgestaltung orientieren sich die Rahmenpläne Biologie und Naturwissenschaften für die Orientierungsstufe an den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Neben fachwissenschaftlicher Vertiefung und Weiterführung der bereits in der Grundschule erworbenen Kompetenzen innerhalb verschiedener Themenfelder wird auch die Vertiefung

naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen im Rahmen der Erkenntnisgewinnung gefordert (MBWK, 2010a, 2010b). Die Ausführungen aus den Rahmenplänen Biologie und Naturwissenschaften für die Orientierungsstufe können auch auf die Rahmenpläne Biologie für die Jahrgangsstufen 7 bis 10 der gymnasialen und nichtgymnasialen Bildungsgänge übertragen werden. Auch in diesen Dokumenten wird neben der Vertiefung und Weiterführung der im bisherigen schulischen Werdegang bei den Schülerinnen und Schülern erworbenen Kompetenzen innerhalb weiterführender Themenfelder ebenfalls explizit die Förderung des naturwissenschaftlichen Arbeitens durch fachgemäße Arbeitsweisen gefordert. „Im Biologieunterricht der Jahrgangsstufen 7 bis 10 werden die in der Orientierungsstufe eingeführten fachgemäßen Arbeitsweisen der Biologie, die dem Gewinnen von Erkenntnissen dienen, routiniert“ (MBWK, 2011b, S. 13; sinngemäß auch MBWK, 2011a, S. 12). Die Ausführungen haben auch nach Einführung aktualisierter Rahmenpläne für die Sekundarstufe I in Mecklenburg-Vorpommern weiterhin Gültigkeit (MBK, 2021, 2022a, 2022b).

### **2.2.2 Rahmenpläne für den Fachunterricht Biologie der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II**

Ziel der Qualifikationsphase ist es, die erworbenen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler zu erweitern und zu vertiefen, um sie auf die Anforderungen vorzubereiten, die mit einem Hochschulstudium oder einer Berufsausbildung verbunden sind (MBK, 2022c; MBWK, 2006, 2019). In den Jahrgangsstufen 11 und 12 werden die Themenfelder aus der Sekundarstufe I aufgegriffen und in komplexere Zusammenhänge gestellt, indem sich die Schülerinnen und Schüler beispielsweise mit „wissenschaftlichen, technischen, rechtlichen, politischen, sozialen und ökonomischen Entwicklungen auseinander[setzen], [...] deren Möglichkeiten [nutzen] und [...] Handlungsspielräume, Perspektiven und Folgen zunehmend sachgerecht ein[schätzen]“ (MBWK, 2006, S. 3; sinngemäß auch MBK, 2022c). Neben der Profilierung der Fachwissenschaft Biologie spielt auch die Wissenschaftspropädeutik eine zunehmende Rolle in der gymnasialen Oberstufe. Denn die „Qualifikationsphase vermittelt eine vertiefte Allgemeinbildung sowie eine wissenschaftspropädeutische Grundbildung“ (MBWK, 2019, S. 3; MBK, 2022c, S. 3). Aufbauend auf den im Sekundarbereich I erworbenen Kompetenzen vertiefen „[d]ie Schülerinnen und Schüler [...] ihr Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften, ihrer Wechselbeziehungen zur Gesellschaft, zur Umwelt und zur Technik“ (MBWK, 2006, S. 8; MBWK, 2019, S. 7; MBK, 2022c, S. 7). „Wissenschaftspropädeutik vermittelt Einsichten in Ziele, Verfahren und Ergebnisse wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung einschließlich deren Grenzen. Wissenschaftspropädeutik baut auf den in der Sekundarstufe I vermittelten Erkenntnismethoden wie Beobachten und Experimentieren sowie der spezifischen Denkweise der empirischen Naturwissenschaften auf, entwickelt diese weiter und vertieft sie an exemplarischen Inhalten. Sie charakterisiert die gymnasiale Oberstufe“ (Harms, Mayer, Hammann, Byrhuber & Kattmann, 2004, S. 30).

Für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe Biologie lassen sich somit auch deutliche Merkmale einer naturwissenschaftlichen Grundbildung erkennen. Eine Übersicht über die fachgemäßen Arbeitsweisen in den jeweiligen Jahrgangsstufen enthält Tabelle 24. Die fachgemäßen Arbeitsweisen aus den Bildungsstandards Biologie für den Mittleren Schulabschluss und die Allgemeine Hochschulreife sind bereits in Tabelle 23 aufgeführt worden. Hierbei fällt auf, dass der Kompetenzerwerb mittels ausgewählter Methoden erfolgt. Dies steht nicht im Widerspruch zur US-amerikanischen Debatte um naturwissenschaftliche Grundbildung verbunden mit der Prophezeien der Förderung einer fachlich falschen Annahme des Mythos einer allgemeingültigen Vorgehensweise beim naturwissenschaftlichen Arbeiten (McComas, 1998), sondern wird durch die Forderung nach exemplarischem Lernen und durch die didaktische Reduktion legitimiert. Eine Übersicht zu den Themenfeldern im Biologieunterricht der Jahrgangsstufen 5 bis 12 bietet Tabelle 25. Die zu erreichenden Standards für den Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung am Ende der jeweils angegebenen Jahrgangsstufe sind in den jeweiligen Rahmenplänen angegeben.

### **3 Der Schulgarten – ein Ort zum Leben und Lernen**

Im vorangegangenen Abschnitt dieses Kapitels erfolgt die Verortung der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen in US-amerikanischen und deutschen Bildungsstandards sowie die Ausgestaltung dieser Standards in den Rahmenplänen der Sekundarstufen I und II. Im Folgenden wird gezeigt, wie sich der Schulgarten als Lernort für das authentische naturwissenschaftliche Arbeiten im Biologieunterricht auf Basis der bildungspolitischen Leitdokumente legitimiert.

#### **3.1 Der Schulgarten in einer knappen historischen Rückschau**

Eine ganz frühe Beschreibung eines Gartens als einen Ort, den der Mensch zum Leben und Lernen nutzt, kann bereits in der Genesis der Bibel im ersten Buch Moses gesehen werden. „In der Mitte des Gartens [Eden] wuchsen zwei besondere Bäume: der Baum des Lebens [...] und der Baum der Erkenntnis [...]“ (1. Mose 2, 9). Auch wenn die Erkenntnis im biblischen Sinne sicherlich nicht mit der Erkenntnisgewinnung eines zeitgemäßen naturwissenschaftlichen Fachunterrichts gleichzusetzen ist, so kann man unter Betrachtung des Weiteren Verlaufs der biblischen Erzählung den Garten Eden als einen Ort betrachten, an dem Adam und Eva etwas gelernt haben, denn „[p]rinzipiell kann jeder Ort ein Lernort sein, wenn er Möglichkeiten des Entdeckens, des Fragens, des Forschens und Erfahrens enthält“ (Brade & Dühlmeier, 2015, S. 434 (aus Sicht der Sachunterrichtsdidaktik)) bzw. wenn es ein Ort ist, an dem „Kenntnisse erworben, Fertigkeiten erlernt sowie Fähigkeiten und Einstellungen entwickelt werden“ (Killermann, Hiering & Starosta, 2013, S. 93 (aus Sicht der Biologiefachdidaktik)). Der Schulgarten ist daher nur ein Beispiel für eine Vielzahl an potenziell möglichen Lernorten für den Biologieunterricht.

Bereits in der Antike und im Mittelalter wurden Gärten zur Unterweisung genutzt (Giest, 2015; Mozer, 1989; Winkel, 1997). Comenius, der als Begründer der Didaktik gilt, betonte bereits den Wert eines Gartens für die Schule. So forderte er in seiner „Didactica magna“, dass draußen an der Schule „nicht nur ein Platz vorhanden sein [soll] zum Springen und Spielen, denn dazu muss man den Kindern Gelegenheit geben, [...] sondern auch ein Garten, in den man sie ab und zu schicken soll, da[ss] sie sich am Anblick der Bäume, Blumen und Gräser freuen können“ (Comenius, 2018, S. 99). Bei Comenius wird der Erholungswert des Gartens betont. „Der Garten als Lern- und Unterrichtsort für Schüler zum Erwerb von Pflanzenkenntnissen findet sich dagegen erstmals bei dem Pädagogen und Schulreformer Andreas Reyher [...]. Interessanterweise ist hier noch nicht von der Anlage eines eigenen Schulgartens die Rede, sondern die Möglichkeit der Nutzung eines nahegelegenen Gartens wird selbstverständlich vorausgesetzt“ (Jäger, 2013, S. 18). Der erste real überlieferte Schulgarten geht auf August Hermann Francke zurück. Begünstigt durch die Frömmigkeitsbewegung in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts, ließ Francke über die Franckesche Stiftung (früher: Glauschasche Anstalt) einen botanischen Garten mit Schulgarten anlegen, in dem „für die Schüler des Pädagogiums und der Lateinschule Naturkundestunden abgehalten, Pflanzen untersucht und Herbarien angelegt“ (Wittkowske, 2012, S. 44) wurden (Jäger, 2013).

Im Zuge der Reformbewegungen im 18. und 19. Jahrhundert erfährt der Schulgarten als ein Ort der realistischen und ganzheitlichen Bildung immer wieder die An- und Zuerkennung seiner Bedeutung für die Bildung und Erziehung der Kinder und Jugend. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts erfolgt, bedingt durch die Einführung eines Unterrichts in den Naturwissenschaften, die erste Schulgartenbewegung in Deutschland. Liefer-, Lehr- und Arbeitsgärten prägen die Schulgartenlandschaft. In der durch die Arbeitsschule geprägten zweiten Etappe der Schulgartenbewegung erfährt neben der körperlichen Arbeit nun auch praktisches naturwissenschaftliches Arbeiten wie Beobachten, Messen und Untersuchen zunehmend an Bedeutung. Neben einem Ort des Beobachtens wird der Schulgarten ein Ort der Naturerfahrung – der im Sinne Pestalozzis – ein ganzheitliches Lernen mit „Kopf, Herz und Hand“ ermöglicht.

In den Jahren des nationalsozialistischen Regimes wird der einst durch Vielgestaltigkeit geprägte Schulgarten zum Mustergarten mit dem Ziel, den Ertrag des Obst- und Gemüseanbaus zu steigern. Nach dem 2. Weltkrieg bleibt der Schulgarten im Rahmen des polytechnischen Unterrichts in der Deutschen Demokratischen Republik Bestandteil von Schule und Ausbildung der Lehrerinnen und Lehrer. Unterricht im eigens eingeführten Fach Schulgartenunterricht wird erteilt. Ziel des Unterrichts war, zusammen mit dem Unterrichtsfach Werken, die Schülerinnen und Schüler auf die Arbeit in der sozialistischen Produktion vorzubereiten. In der Bundesrepublik blieben nur wenige Schulgärten erhalten.

Durch die allgemeine Ökologiebewegung und eine neue Werteordnung begünstigt, beginnt in den Anfangsjahren der 1980er Jahre eine dritte Schulgartenbewegung. Neben „den altbekannten Ideen aus der Reformbewegung [spielt nun] die Notwendigkeit einer umfassenden Umwelterziehung eine große Rolle“

(Mozer, 1989, S. 10). Der Schulgarten wird zum Ort der ökologischen Bildung und Erziehung (Gebauer, 2012; Giest, 2015; Winkel, 1997; Wittkowske, 2012). Ausführliche Beiträge zur Geschichte der außerschulischen Lernorte und des Schulgartens finden sich u. a. bei Brade & Dühlmeier (2015), Gebauer (2012), Jäger (2013), Jäkel & Wittkowske (2015), Mozer (1989), Salzmann (2007), Schwier (2001), Walder (2002) Winkel (1997) und Wittkowske (2012).

### **3.2 Der Schulgarten als Lernort eines zeitgemäßen Biologieunterrichts**

Bereits kurze Zeit nach der Wiedervereinigung der Bundesrepublik Deutschland fordert die Gründungsversammlung der Gesellschaft für die Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) in ihrer Resolution „Schulgärten“ die Kultusministerien der Bundesländer dazu auf, „sich für den Erhalt von Schulgärten [...] einzusetzen“ (GDSU, 1992, S. 1). Nach Ansicht der GDSU genießt „[d]ieses Statement [...] nach wie vor Aktualität“ (Benkowitz & Wenzel, 2023). Erhaltung, Sicherung und Reaktivierung von bereits vorhandenen Schulgärten fordert auch die Bundesarbeitsgemeinschaft Schulgarten e. V. (BAGS) in ihrem Cottbuser Appell. Bei Schulneubauten fordert sie, einen Schulgarten vorzusehen und anzulegen. Empfehlungen zu Rahmenbedingungen eines Schulgartens im engeren Sinne werden mit präsentiert (BAGS, 2015, 2019). Als Schulgarten im engeren Sinne bezeichnet die BAGS eine Fläche (z. B. Beet), die durch Schülerinnen und Schüler gestaltet wird. Der Schulgarten im weiteren Sinne umfasst das gesamte unbefestigte Außen- gelände (BAGS, 2019). Ähnliche Definitionen von Schulgarten finden sich auch bei Lehnert (2018), Retzlaff-Fürst (2013, 2023) und Wittkowske (2012a). Ausführliche Beiträge zur Systematisierung des Lernorts Schulgarten sowie zu Arten, Formen und Typen von Schulgärten finden sich u. a. bei Brade & Dühlmeier (2015), Hellberg-Rode (2015), Lehnert (2018), Mozer, (1989), Retzlaff-Fürst (2013, 2023), Salzmann (2007) und Winkel (1997).

Der Schulgarten ist ein Beispiel für einen Lernort, der Naturbegegnungen, Naturerfahrungen und Naturgestaltung ermöglicht (Giest, 2015), um ein ganzheitliches Lernen mit „Kopf, Herz und Hand“ auf kognitiver, affektiver und psychomotorisch-instrumenteller Persönlichkeitsdimension zu fördern. In diesem Bildungsverständnis werden Rahmenbedingungen wie Lage und Fläche (z. B. Quadratmeter pro Schülerin oder Schüler), geografische Ausrichtung (vgl. Empfehlungen für die Vorhaltung einer potenziellen Schulgarten-Fläche bei Schulneubauten (BAGS, 2019)) oder Systematiken der Lernorte (u. a. Brade & Dühlmeier, 2015; Hellberg-Rode, 2015) und Typen von Schulgärten (u. a. Lehnert, 2018; Winkel, 1997) zur Kenntnis genommen. Für die Verwirklichung des Bildungsauftrages scheinen sie – wenn überhaupt – lediglich sekundäre Bedeutung zu haben. In dieser Arbeit wird daher der Auffassung gefolgt, dass der Schulgarten als Lernort „keine Fläche, sondern ein [Bildungs-]Raum“ (Jäkel & Wittkowske, 2015, S. 512) ist, der unabhängig von Lage, Quadratmetern oder geografischer Ausrichtung wirkt.

Schulgärten können für die Ausgestaltung eines vielseitigen Biologieunterrichts genutzt werden. Als solche sind sie als integrativer Bestandteil des regulären Fachunterrichts anzusehen und als Lernort im Rahmen des schulischen Lernens wahrzunehmen. An dieser Stelle soll daher bewusst auf die Diskussion verzichtet werden, ob es sich um einen schulischen oder außerschulischen Lernort handelt. Es handelt sich hierbei nämlich überwiegend nicht um ein inhaltliches, sondern lediglich um ein geografisches (Lage des Lernorts in Beziehung zum Schulgebäude) Kriterium. Sofern notwendig kann das Lernen im Schulgarten als „Lernen außerhalb de[s] Schul[gebäudes]“ (Karpa, Lübbecke & Adam, 2015a, S. 7) bezeichnet werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wird der Schulgarten als Lernort während des regulären Fachunterrichts genutzt, sodass er den gleichen Stellenwert erfährt, wie der (Biologie-)Fachunterrichtsraum im Schulgebäude. Denn unabhängig davon, ob der Unterricht im Fachraum, auf dem Schulgelände oder außerhalb des Schulgeländes stattfindet, „bleibt es Schule, denn es ist schulisch intendiertes Lernen und der Ort wird nicht aufgesucht, weil er außerschulisch ist, sondern weil er als schulisch relevant bestimmt wird“ (Karpa, Lübbecke & Adam, 2015a, S. 12). Somit ist der Schulgarten ein Ort des schulischen Lernens, unabhängig davon, ob sich dieser Lernort auf oder in der Nähe des Schulgeländes befindet.

Schulgärten werden gegenwärtig eher den didaktisch aufbereiteten Lernorten zugeordnet, die Authentizität und Primärerfahrungen ermöglichen und in diesem Sinne für Lernen aus konstruktivistischer Perspektive unverzichtbar sind (Mozer, 1989; Retzlaff-Fürst, 2013, 2023; Scharfenberg & Guder, 2013; Wilde, Retzlaff-Fürst, Scheerso, Basten & Groß, 2019; Winkel, 1997). Neben der Vermittlung klassischen Fachwissens gehört auch die Förderung der Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung zum Bildungsverständnis eines Biologieunterrichts, der den Anforderungen an eine zeitgemäße Bildung gerecht zu werden versucht.

Bereits vor mehr als hundert Jahren gelangte Carl Graeber zu der Überzeugung, dass der „Schulgarten [...] zu einem für jede Schule unentbehrlichen Hilfsmittel des naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (Graeber, 1907, S. 1; Berck, 2018, S. 294) geworden ist. Bezüglich der aktuellen kompetenzorientierten Ausrichtung des Bildungssystems hat der Beitrag des Schulgartens zur Verwirklichung des Bildungsauftrages nichts eingebüßt. Der Schulgarten als Lernort ist regelrecht prädestiniert dazu, naturwissenschaftlich zu arbeiten und somit den Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung zu fördern. In authentischen naturnahen Situationen wenden „Schülerinnen und Schüler [...] spezifisch naturwissenschaftliche Arbeitsweisen“ (Scharfenberg & Guder, 2013, S. 2; Harms, 2013a; Möller, Mayer & Harms, 2023) wie bspw. „Beobachten, Untersuchen, Vergleichen, Experimentieren, Protokollieren und Zeichnen“ (Retzlaff-Fürst, 2013, S. 426; siehe auch Retzlaff-Fürst, 2023, S. 224) an, um biologische Erkenntnisse zu gewinnen (u. a. auch Giest & Möller, 2009). Neben der Verwirklichung kognitiver, affektiver und psychomotorisch-instrumenteller Feinziele können durch Schulgartenunterricht auch weitere Ziele, wie konative und soziale

Ziele (Mozer, 1989), Interesse und Motivation (Wilde et al., 2019) sowie fachübergreifendes Lernen und die Entwicklung vielfältiger Kompetenzen (Giest, 2009, 2012; Retzlaff-Fürst, 2013, 2023) gefördert werden.

### **3.3 Der Schulgarten und sein Beitrag zur Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften**

Der Schulgarten ist bereits als Lernort gekennzeichnet worden. Er stellt eine „Miniatur der Wirklichkeit (z. B. für ein ökologisches System, einen Lebensraum [...]) [dar]“ (Giest, 2015, S. 159), die durch den Menschen selbst geschaffen wurde. „Als eine solche Miniatur enthält er hoch komprimiert eine Vielzahl an Zusammenhängen der Wirklichkeit in abstrakter Form, die jedoch ganz konkret erschlossen werden können“ (Giest, 2015, S. 159). Die abstrakten Zusammenhänge sind dabei nicht nur auf fachlicher Ebene (z. B. Lebensformen nach Raunkiaer) sondern auch auf Metaebene zu finden.

Durch die unmittelbare Begegnung der Schülerinnen und Schüler mit der Natur bietet der Schulgarten zu allen Jahreszeiten authentische Beobachtungsanlässe (z. B. Insektenflugbewegungen, geschlossener bzw. offener Blütenstand, Laubfall, jahreszeitliche Veränderungen). Durch diese Beobachtungen und das Arbeiten im Schulgarten „entstehen automatisch viele Fragen“ (Lehnert & Köhler, 2016, S. 148). Diese können lernmotivierend Grundlage für das eigene forschende Arbeiten der Schülerinnen und Schüler am Lernort Schulgarten sein und somit zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung beitragen. Durch die zahlreichen Beobachtungsanlässe, die der Schulgarten ermöglicht, wird die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ angesprochen. Im Rahmen der sich daraus ergebenden Fragen der Schülerinnen und Schüler und deren Bearbeitung werden zudem Aspekte der Kerndimensionen „Empirik“, „Kreativität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“ berührt. Denn neben seiner Eignung als Ort des fachpraktischen naturwissenschaftlichen Arbeitens ist der Schulgarten auch ein Ort des kreativen und sozialen Miteinanders. So bedarf es bei der Planung des fachpraktischen Arbeitens durchaus Kreativität. Durch den unmittelbaren Naturbezug muss im Schulgarten damit gerechnet werden, „dass mehr Störgrößen existieren als im Labor: Schnecken oder Vögel, ungünstige Witterung (z. B. ein Unwetter mit Sturm und Hagel) oder uninformierte Mitbenutzer im Garten können unerwarteten Einfluss auf die Versuchsansätze nehmen. Dies muss (so gut es geht) verhindert werden [...]“ (Lehnert & Köhler, 2016, S. 149 f.). Die Herausforderung der Gewährleistung der Standardisierung beim fachpraktischen naturwissenschaftlichen Arbeiten stellt eine anspruchsvolle kognitive Anforderung an die Schülerinnen und Schüler dar. Um hierfür gute Lösungen zu finden, bedarf es Kreativität und einem sozialen Miteinander. Beim partnerschaftlichen Arbeiten der Schülerinnen und Schüler miteinander werden Ideen entwickelt, die einer einzelnen Person gar nicht eingefallen oder durch sie alleine gar nicht zu leisten wären (Miethaner, 1994).

Der Schulgarten ist jedoch auch ein durch den Menschen angelegter, gestalteter sowie gepflegter und bewirtschafteter Raum. „In Schulgärten kann in besonderer Art und Weise und direkt im Bezug zum Unterricht der Zusammenhang zwischen Mensch, Natur und Kultur gelebt und das Aufeinanderbezogensein [...] dargestellt werden“ (Jäkel & Wittkowske, 2015, S. 513). Dieser Umstand ist bei der Aus- und Bewertung der erzielten Ergebnisse des fachpraktischen Arbeitens zu berücksichtigen und kann als Diskussionsanlass aktiv in den Unterricht einbezogen werden. Dadurch werden die Kerndimensionen „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Vorläufigkeit“ angesprochen.

### **3.4 Empirische Belege zur Wirkung von Schulgartenunterricht auf fachliche und überfachliche Bildungsziele des Unterrichts**

Außerschulische Lernorte können im Rahmen der privaten Freizeitgestaltung und des schulischen Unterrichts aufgesucht werden. Häufig können die vielfältig ausgerichtete Wirkung und Vermittlungsabsicht dieser Lernorte jedoch nicht so verwirklicht werden, wie von den Initiatorinnen und Initiatoren angedacht. Für den freizeitlich geprägten Besuch außerschulischer Lernorte liegen Modelle auf theoretischer Ebene vor. Für den Besuch im Rahmen des schulischen Unterrichts sind verschiedene Ansätze vorhanden. Theoretische Modelle können nur unter Vorbehalt auf Lernsituationen im schulischen Kontext übertragen werden, sodass gegenwärtig kein passender Theorierahmen für die Forschung zu nonformalen Lernsituationen an außerschulischen Lernorten im Rahmen des Fachunterrichts vorliegt. Aus empirischer Sicht ist festzustellen, dass außerschulisches Lernen durchaus in der Lage ist, auf Bildungsziele (überwiegend im sozialen und affektiven Bereich) zu wirken, wenn bestimmten Herausforderungen entgegengewirkt (z. B. Novelty-Effekt) oder diese berücksichtigt und umgesetzt (z. B. Vorstellungen der Besucherinnen und Besucher) werden (Wilde et al., 2019). Die Wirkung außerschulischer Lernangebote ist in internationaler (u. a. Rennie, 2007, 2014) und nationaler (u. a. Groß, 2007; Harms, 2013a; Mayer, 2013b; Möller et al., 2023; Wilde et al., 2019) Perspektive Gegenstand verschiedener theoretischer und empirischer Arbeiten, aus denen teilweise Handlungsempfehlungen abgeleitet wurden (u. a. Pütz, Wittkowske & Weusmann, 2012; Wilde et al., 2019).

Im Rahmen der internationalen Forschung zum Lernort Schulgarten sei auf die Arbeiten von Blair (2009) sowie Williams und Dixon (2013) verwiesen. Sie kommen in ihren Metastudien zu dem Ergebnis, dass sich praktisches Tätigsein im Schulgarten positiv u. a. auf die Leistung (Studie von Klemmer, Waliczek & Zajicek, 2005) oder das Ernährungsverhalten (Studie von Graham, Beall, Lussier, McLaughlin & Zidenberg-Cherr, 2005) auswirkt. Weitere internationale Studien verschiedener Nationen zur Wirkung von Schulgartenunterricht und -arbeit auf z. B. Sozialkompetenz, Motivation und ökologisches Lernen liegen ebenso vor (Gonsalves, Hunter & Lauridsen, 2020; Pütz et al., 2012; Wilde et al., 2019).



Für den deutschsprachigen Raum liegen – bezogen auf die Wirkung des Schulgartenunterrichts – „nur wenige regional begrenzte Studien mit wissenschaftlichem Anspruch vor“ (Gebauer, 2012, S. 79). Hier sind „Forschungsdesiderate feststellbar“ (Jäkel & Wittkowske, 2015, S. 515). Vorhandene Studien beziehen sich überwiegend auf Schülerinnen und Schüler der Grundschulklassen und Orientierungsstufen (Klassenstufen 1 bis 6) (Benkowitz, 2013; Pollin, 2022; Queren, 2014), selten auf Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I (z. B. Pütz, 2012; Pütz, Schweer, Geissler, Thies & Gerwinat, 2010) oder der beruflichen Bildung (Nuxoll, Goller & Markert, 2022). Häufig sind grundlegende Aspekte des Lehrens und Lernens (z. B. Motivation und Interesse) oder überfachliche Aufgaben (z. B. Wohlbefinden und soziale Kompetenz, Naturerfahrungen, affektives Lernen) Gegenstand der Untersuchungen. Sofern Wirkungen auf fachwissenschaftliche Aspekte des Sach- oder Biologieunterrichts erhoben werden, handelt es sich zumeist um Themen der Biodiversität und Nachhaltigkeit (Benkowitz & Retzlaff-Fürst, 2023) oder um kognitive Aspekte. Unabhängig vom inhaltlichen Schwerpunkt der jeweiligen Studien ist die nachhaltige Wirkung der Schulgartenarbeit auf traditionelle biologische Themen (Pütz, 2012) ebenso wie die Wirkung auf das psychische Wohlbefinden (Gebauer, 2012; Pollin & Retzlaff-Fürst, 2018; Pütz, 2012; Wilde et al., 2019) und die Gesundheit (Kreher & Retzlaff-Fürst, 2022; Retzlaff-Fürst, 2016) belegt.

Die beiden Metastudien von Blair (2009) sowie Williams und Dixon (2013) zur positiven Wirkung des Schulgartens als Lernort können als erste Anregung und Hinweisgeber für das deutsche Bildungssystem betrachtet werden. Eine Eins-zu-eins-Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse auf das deutsche Bildungssystem ist jedoch nicht möglich. Zum einen verweisen die Autorinnen und Autoren der Metastudien auf methodische Mängel der betrachteten Einzelstudien sowie auf einen unterschiedlichen Umfang an Studien und teilweise Schwierigkeiten hinsichtlich der Gütekriterien der verschiedenen Messinstrumente, die in den einzelnen Studien Verwendung fanden (Blair, 2009; Williams & Dixon, 2013). Zum anderen sind die Bildungssysteme derart unterschiedlich, dass bereits dadurch Vorsicht bei der unkritischen Übertragung der internationalen Ergebnisse auf das deutsche Schulsystem zu walten hat. Um hier für das deutsche Bildungssystem verlässliche Daten zu bekommen und Empfehlungen für die Einbindung des Schulgartens als Lernort in den regulären Fachunterricht geben zu können, bedarf es weiterer empirischer Forschungsarbeit. Studien, die die Schulgartenarbeit im Rahmen des regulären Biologieunterrichts in den Fokus der Förderung der Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung stellen, liegen gegenwärtig nicht vor. Auch hier bestehen Potenzial und Chancen für kommende Forschungsanstrebungen.

## Kapitelzusammenfassung

Ziel des vorangegangenen Kapitels war, die Bedeutung einer allgemeinen und naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific Literacy) theoriebasiert darzustellen sowie den Schulgarten als Lernort zu legitimieren.

Schule hat einen allgemeinen Bildungsauftrag. Schülerinnen und Schüler sollen dazu befähigt werden, als mündige und selbstbestimmte Bürgerinnen und Bürger am gesellschaftlichen Leben teilzuhaben. Dies impliziert die Kenntnis grundlegender Kulturtechniken wie Lesen, Schreiben und Rechnen aber auch die „Fähigkeit der Menschen, selbstständig zu denken und zu urteilen“ (Pongratz & Bünger, 2008, S. 123). Im Rahmen des schulischen Werdegangs der Schülerinnen und Schüler leisten alle schulischen Unterrichtsfächer ihren spezifischen Beitrag zur Verwirklichung des allgemeinen Bildungsauftrags (a Campo et al., 2003; Eisner et al., 2017).

Biologieunterricht hat im Zuge dessen die Aufgabe, bei Schülerinnen und Schülern eine naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy) auszubilden. Sie sollen in der Lage sein, „fundamentale Begriffe und Zusammenhänge, [...] Verständnis naturwissenschaftlich-technischer Anwendungen im Alltagsleben und ihre Berücksichtigung bei individuellen persönlichen Entscheidungen, bei denen naturwissenschaftliche Aspekte eine Rolle spielen“ (Fischler, Gebhard & Rehm, 2018, S. 19) zu beherrschen und zu verstehen. Als ein wesentliches Teilelement einer naturwissenschaftlichen Grundbildung wird ein Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften (Nature of Science) gesehen. „[E]in einheitliches Verständnis über den Charakter vom Wesen der Naturwissenschaften zwischen Naturwissenschaftsphilosophen, Naturwissenschaftshistorikern, Naturwissenschaftlern und Naturwissenschaftslehrern existiert nicht“ (Lederman, 2004, S. 303; eigene Übersetzung). Als Konsensansicht für die schulische Bildung konnten mit „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ „sieben alltags- und schülerrelevante Eigenschaften von naturwissenschaftlichem Wissen“ (Heering & Kremer, 2018, S. 108) identifiziert werden. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei diesen wenigen Kerndimensionen um eine Verringerung des Umfangs im Sinne einer didaktischen Reduktion handelt. Die Common-Sense-Auffassung soll nicht dazu verleiten, einen Unterricht vom Wesen der Naturwissenschaften zu gestalten, der zu einem verkürzten Wissenschaftsverständnis führt (Dittmer & Zabel, 2019).

Ein Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften kann u. a. durch historische Bezüge, gesellschaftlich relevante epochaltypische Schlüsselprobleme oder durch naturwissenschaftliches Arbeiten (Scientific Inquiry) im Fachunterricht gefördert werden (Bell & Lederman, 2003; Gebhard et al., 2017; Hofheinz, 2008; Höble et al., 2004; Lederman, 2004; Lederman & Lederman, 2014). Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf der Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften durch naturwissenschaftliches Arbeiten, also durch die Stärkung des Kompetenzbereichs der Erkenntnisgewinnung.

„Biologie unterscheidet sich von anderen Naturwissenschaften [u. a.] hinsichtlich ihrer Objekte“ (Dittmer & Zabel, 2019, S. 98). Als Lehre von der Wissenschaft des Lebendigen, „gehören Lebewesen selbstverständlich zum Unterricht“ (Randler, 2013, S. 299; Randler, 2023) dazu (Berck & Graf, 2018; Krüger, 2018; Randler, 2013, 2023; Wilhelm, 2018). Sie ermöglichen u. a. Primärerfahrungen und Naturbegegnungen. „Aus konstruktivistischer Perspektive ist effektives Lernen kontextgebunden, d. h. Verbindungen mit authentischen Umständen beeinflussen die Qualität des Lernens [...]. Für den Biologieunterricht bieten Naturobjekte und Naturbegegnungen Authentizität und Primärerfahrungen mit biologischen Phänomenen“ (Wilde et al., 2019, S. 257). Dem Schulgarten als Lernort sind Naturbegegnungen, Naturerfahrungen und Naturgestaltung (Giest, 2015), lernförderliche Faktoren wie Interesse, positive Auswirkung auf Wohlbefinden sowie das Lernen mit „Kopf, Herz und Hand“ bereits immanent. Zudem weist er „zweifellos einen besonders hohen Grad an Authentizität auf. [...] Hands-on-Aktivitäten können die Authentizität des Eindrucks beim [...] Biologielernen noch vertiefen“ (Wilde et al., 2019, S. 257).

Der Schulgarten als Lernort ist somit prädestiniert dazu, als Lernort für den Biologieunterricht genutzt zu werden. In authentischen naturnahen Situation wenden „Schülerinnen und Schüler [...] spezifisch naturwissenschaftliche Arbeitsweisen“ (Scharfenberg & Guder, 2013, S. 2) wie bspw. „Beobachten, Untersuchen, Vergleichen, Experimentieren, Protokollieren und Zeichnen“ (Retzlaff-Fürst, 2013, S. 426; siehe auch Retzlaff-Fürst, 2023, S. 224) an, um biologische Erkenntnisse zu gewinnen.

Durch praktisches naturwissenschaftliches Arbeiten am Lernort Schulgarten soll das Verständnis der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften gefördert und somit der biologielehrer-spezifische Beitrag zur Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung im Kontext des allgemeinen Bildungsauftrages der Schule untersucht werden.

### III Empirische Untersuchung

---

#### 1 Forschungsstand, wissenschaftliche Fragestellung und Hypothesen

Die Legitimation des Schulgartens als möglicher Lernort für den regulären Biologieunterricht erfolgte bereits in Kapitel II - 3. Unter Berücksichtigung verschiedener internationaler und nationaler Studien wurde auf Potenziale und Wirkung des Unterricht am Lernort Schulgarten eingegangen.

Schulgartenarbeit wirkt sich positiv auf die Gesundheit aus (siehe Kapitel III - 3). Für Blutdruck und Puls als biophysiological Indikatoren für Stress wies dies Retzlaff-Fürst für junge Erwachsene nach. Im Rahmen dreier Einzelstudien wurden Daten zum systolischen Blutdruck (Studie 1 (Retzlaff-Fürst, 2016) und Studie 2 (unveröffentlicht)) sowie zum Puls (Studie 3 (unveröffentlichte Staatsexamsarbeit)) erhoben. Es zeigt sich ein Zusammenhang zwischen systolischem Blutdruck bzw. Puls und Messzeitpunkt, teilweise auf signifikantem Niveau. Die negativen Trendlinien und statistischen Berechnungen zeigen, dass der systolische Blutdruck bzw. Puls mit zeitlichem Verlauf und damit verbundener steigender körperlicher Belastung durch leichte Gartentätigkeit sinkt (Kreher & Retzlaff-Fürst, 2022). Pollin (2022) konnte für Schülerinnen und Schüler eines 6. Jahrganges signifikante Unterschiede im Wohlbefinden aufzeigen. So wurden sowohl „im Klassenraum wie auch im Garten [...] Werte gemessen, die auf ein hohes Wohlbefinden schließen lassen. Jedoch waren die Werte im Garten im Vergleich zum Klassenraum signifikant höher. Gleiches gilt für die wahrgenommenen Gefühle und die sozialen Interaktionen. Naturwissenschaftlicher Unterricht im Schulgarten fördert somit das Wohlbefinden und gibt mehr Raum für soziale Kontakte und Gefühle“ (Pollin & Retzlaff-Fürst, 2018, S. 203; Pollin, 2022).

Die positive Wirkung des Unterrichts im Schulgarten auf fachwissenschaftliche Themen des Sachunterrichts der Grundschule sowie des Biologieunterrichts der Orientierungsstufe bzw. Sekundarstufe I ist ebenso durch empirische Arbeiten belegt (siehe Kapitel III - 3).

Bereits 2012 evaluierte Pütz die Lerneffektivität eines Gartenlabors für das Lernen der „wichtigen Themenbereiche des botanischen Anfängerunterrichts [...] (Ausbreitung, Keimung, Pflanzenkenntnis, Wachstum, Fotosynthese, Blüten und Bestäubung, Lebenszyklus)“ (Pütz, 2012, S. 56) und kommt zum Ergebnis, dass die „Schülerinnen und Schüler der Gartenlaborklassen [...] einen signifikanten, deutlich höheren Lernzuwachs als die Schülerinnen und Schüler der Vergleichsklassen [haben]“ (Pütz, 2012, S. 56). In einer Längsschnittstudie mit Schülerinnen und Schülern der Grundschuljahrgänge konnte Benkowitz (2013) zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler, die im Schulgarten unterrichtet wurden, in einem hohen Maße von diesem Unterricht profitierten. Die Schülerinnen und Schüler die im Schulgarten unterrichtet wurden, erzielten selbst noch ein Jahr später bezogen auf Formkenntnis signifikant bessere Ergebnisse als die Schülerinnen und Schüler die im Klassenraum unterrichtet wurden. Vergleichbare Ergebnisse konnten auch für die Vorstellung vom „Lebendigen“ und das Interesse an Pflanzen nachgewiesen

werden. Die Schülerinnen und Schüler, die im Schulgarten Pflanzen aussäen durften, sahen Samen signifikant häufiger als „lebendig“ an, als die Schülerinnen und Schüler im Klassenraum. Zudem konnte gezeigt werden, dass die Schülerinnen und Schüler mit Schulgartenunterricht sich häufiger Bücher über Pflanzen anschauten, mehr Fragen hatten und stärker mit ihren Eltern über Pflanzen redeten als die Schülerinnen und Schüler ohne Schulgartenunterricht (Benkowitz, 2013). Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch Queren (2014) in ihrer Untersuchung. In einem Pre-Post-Follow-up-Testdesign wurden Wissensstand, ästhetisches Urteil und Einstellungen der Schülerinnen und Schüler zum Pflanzenschutz im Themenkomplex Agro-Biodiversität sowie der Einfluss des Lernorts Schulgarten erhoben. Ein Unterschied zwischen den Schülerinnen und Schülern, die im Schulgarten unterrichtet wurden und jenen, die im Klassenraum unterrichtet wurden, lag unmittelbar im Post-Test nicht vor. „Zwischen dem Nachtest II beider Gruppen zeigt sich allerdings, ein signifikanter Unterschied. Die Gartenversuchsgruppe verfügt im Nachtest II im arithmetischen Mittel über mehr Fachwissen zum Thema Agro-Biodiversität als die Vergleichsgruppe“ (Queren, 2014, S. 181). Zudem begründeten die Schülerinnen und Schüler der Gartenversuchsgruppe ihr ästhetisches Urteil im Post-Test häufiger (94,9 Prozent) als die Schülerinnen und Schüler der Vergleichsgruppe (73,2 Prozent).

Der Schulgarten ist ein Lernraum, der das Lernen mittels spezifischer naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen für den Biologieunterricht begünstigt (Retzlaff-Fürst, 2013, 2023; Scharfenberg & Guder, 2013). Als Arbeitsweisen „werden in einem weiten Sinn alle Denk- und Arbeitsmethoden verstanden, mit deren Hilfe man zu Erkenntnissen in einem Wissensgebiet gelangt“ (Killermann et al., 2013, S. 136). Klemmer et al. (2005) zeigten in einer empirischen Studie mit Schülerinnen und Schüler aus Grundschulklassen, dass die Schülerinnen und Schüler der Gartengruppe „signifikant bessere Leistungen im naturwissenschaftlichen Arbeiten“ (Wilde et al., 2019, S. 258) zeigten als die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe. Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen „zeigen exemplarisch auf, wie Erkenntnisse in den Naturwissenschaften gewonnen werden [und] tragen [somit] wesentlich zum Verständnis der Naturwissenschaften bei“ (Nerdel, 2017 S. 115). Es gibt verschiedene internationale und nationale Veröffentlichungen zu Möglichkeiten der Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften. In einer Zusammenschau dieser Studien kann konstatiert werden, dass durch theoretisches Durchdenken und fachpraktisches naturwissenschaftliches Arbeiten sowie die Reflexion der selbigen ein Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften gefördert werden kann (international u. a.: Bell & Lederman, 2003; Rudge & Howe, 2009; Schwartz et al., 2004, national u. a.: Höttecke, 2001b; Höttecke & Hopf, 2018; Kremer et al., 2014).

Im internationalen Kontext wird der Bildungsforschung zum Wesen der Naturwissenschaften eine entsprechende Bedeutung für die naturwissenschaftliche Bildung beigemessen. Einige dieser Studien sind im II. Kapitel zu den theoretischen Grundlagen berücksichtigt, eingeflossen und dort bereits betrachtet

worden. Auch wenn für das deutsche Bildungssystem die „Entwicklung eines angemessenen Verständnis[ses] [vom Wesen] der Naturwissenschaften [als] weithin akzeptiertes Bildungsziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (Kremer, Urhahne & Mayer, 2007, S. 29) gilt, lassen sich kaum Forschungsbeiträge zu Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zum Wesen der Naturwissenschaften für das deutsche Bildungssystem finden. Aus biomedizinischer Sicht sei auf die theoretischen Beiträge von Dittmer & Zabel (2019), Fischler, Gebhard & Rehm (2018), Heering & Kremer (2018) und Kircher & Dittmer (2004) vom Wesen der Naturwissenschaften verwiesen. Arbeiten zu Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler unter Berücksichtigung empirischer Daten konnten aus der Physik- (Höttecke, 2001a, 2001b, 2004; Höttecke & Hopf, 2018), Chemie- (Hofheinz, 2008) und Biomedizin (Hamann & Asshoff, 2015; Kattmann, 2014, 2016; Kremer, 2010; Kremer et al., 2007) recherchiert werden.

Höttecke (2001a, 2001b) zeigt in einer Zusammenstellung von verschiedenen internationalen Studien zu Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften von Schülerinnen und Schüler verschiedener Altersgruppen, dass „eine Spannweite von Vorstellungen [...] existieren. Die Vorstellungen zeigen dennoch eine einheitliche Tendenz“ (Höttecke, 2001b, S. 9) hin zu stereotypen und nicht adäquaten Vorstellungen (Höttecke, 2001b, 2004). Diese sind jedoch durch naturwissenschaftlichen Unterricht veränderbar. So zeigte Solomon et al. (1996), dass durch regulären naturwissenschaftlichen Unterricht das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern während ihrer Schulzeit positiv beeinflusst werden kann. Dies steht in Spannung zu späteren Beiträgen von Höttecke & Hopf (2018). Auch in diesem Beitrag beziehen sich beide Autoren auf zahlreicher (jüngerer) internationaler Studien zu Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Wesen der Naturwissenschaften. Sie bestätigen weiterhin bekannte Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schüler, wie bspw., dass Naturwissenschaft eine männerdominierende Wissenschaft sei, die im Isolierten und Verborgenen stattfindet, dass Erkenntnisse aus naturwissenschaftlicher Forschung die Wirklichkeit darstellen oder dass Naturwissenschaft objektiv sei. Weiterhin wird die Vorstellung von Schülerinnen und Schülern aufgezeigt, dass Gesetze gereifte Theorien sein und naturwissenschaftliche Forschung einer festen Schrittfolge und einem festen Abschlussschema folgt (Höttecke & Hopf, 2018).

Hofheinz (2008) erhob die Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern einer 11. Jahrgangsstufe in Deutschland. Auch wenn die erhobenen Vorstellungen kein einheitliches Bild zeigten, konnte auch er ein „überwiegend naives naturalistisch-empiristisches Naturwissenschaftsverständnis bei den meisten Schülern [feststellen]: Naturwissenschaftler hätten einen unverweherten Naturzugang, erforschten die Natur, suchten experimentell Beweise für Theorien und kämen dabei letztlich zu universell gültigen Aussagen. Theorien werden nicht als Systeme von Aussagen, sondern alltagssprachlich als ‚Mutmaßungen‘ oder ‚Behauptungen‘ aufgefasst. [...] Im Gegensatz zu Geisteswissenschaften, so die Aussage vieler Schüler, zeichneten sich Naturwissenschaften durch ihre eindeutige

Erweisbarkeit aus. Deshalb seien Experimente unbedingt erforderlich, weil sie nicht nur als Mittel der Erkenntnis dienen, sondern vor allem als Prüfsteine bei der eindeutigen Wahrheitsfindung“ (Hofheinz, 2008, S. 241 f.).

Hammann & Asshoff (2015) präsentieren in ihrem Buch die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Wesen der Naturwissenschaften. Anzumerken ist, dass es sich bei den zugrundegelegten nationalen Studien zu Vorstellung von Schülerinnen und Schülern um die bereits o. g. Publikationen aus der Physikdidaktik (Höttecke, 2001a, 2001b, 2004) handelt. Weiterhin werden die Vorstellungen nicht auf Basis der im II. Kapitel präsentierten sieben Kerndimensionen bezogen, sondern lediglich nach einzelnen Fragen (z. B. „Was ist eine Theorie?“) strukturiert und präsentiert. Die Ausführungen in Hammann & Asshoff (2015) und in Kattmann (2014, 2016) zu Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern werden in diesem Kapitel berücksichtigt. Als empirische Forschungsarbeit bezogen auf die sieben Kerndimensionen in Anlehnung an die Ausführungen aus dem II. Kapitel können sie jedoch nicht gewertet werden. Sie werden daher hier nicht weiter ausgeführt.

Nach aktuellem Stand konnten lediglich die Arbeiten von Kremer als empirische Arbeiten zum Wesen der Naturwissenschaft im Biologieunterricht recherchiert werden (u. a. Kremer, 2010; Kremer et al., 2007). Ziel war es, „zentrale Dimensionen der Natur der Naturwissenschaften mit Relevanz für den naturwissenschaftlichen Unterricht aus der internationalen Forschungsliteratur herauszuarbeiten und in einem Messinstrument abzubilden. Auf diese Weise sollte in einer Teilstudie die Struktur und Entwicklung von Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften in Klassenstufen der Sekundarstufe I untersucht werden“ (Kremer, 2010, S. 14 f.). Kremer erhebt in ihren Arbeiten jedoch nicht die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zum Wesen der Naturwissenschaften, sondern lediglich den Grad der Zustimmung der Schülerinnen und Schüler zu den Vorstellungen anderer Personen zum Wesen der Naturwissenschaften, sodass auch auf diese Arbeit hier nicht weiter eingegangen wird.

Nach aktuellem Stand liegen somit gegenwärtig keine Studien vor, die empirische Daten zu Vorstellungen von Schülerinnen und Schüler für die höheren Jahrgangsstufen der Sekundarstufe I für das deutsche Bildungssystem erheben. Ebenso fehlt es an Studien, die einen Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlichem Arbeiten am Lernort Schulgarten und der Förderung des Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften für die höheren Jahrgangsstufen der Sekundarstufe I untersuchen<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Im Rahmen der Recherche konnte lediglich das am Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie (AECC Biologie) angesiedelte und bereits abgeschlossene Projekt „Kids Participation in Educational Research“ (KiP) ermittelt werden. „Ziel der Untersuchung [war] die Formulierung empirisch nachvollziehbarer Hypothesen über [den] Zusammenhang von Lernprozessen an authentischen Lernorten und von Schüler[innen und Schülern] generierte[m] [...] Wissenschaftsverständnis“ (Bardy-Durchhalter & Radits, 2011, S. 9). Die Schülerinnen und Schüler der Zielgruppe waren dabei zwischen 16 und 17 Jahre alt. Das Projekt und die Zielgruppe zeigen eine starke inhaltliche Nähe zu dieser Untersuchung, weshalb die Ergebnisse ursprünglich berücksichtigt werden sollten. Trotz mehrfacher An- und Nachfragen war es leider nicht möglich, detaillierte Informationen (z. B. zur Intervention, Stichprobe, ...) zu erhalten. Es konnte daher für diese Arbeit

Die vorliegende Arbeit soll hier einen Beitrag leisten. Sie zielt darauf ab, empirische Erkenntnisse zur Vorstellung vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I zu liefern. Hierbei wird ebenfalls der Einfluss des Lernorts auf eine mögliche Vorstellungsänderung sowohl in kurz- als auch längerfristiger Perspektive betrachtet.

Es soll Auskunft über folgende zentrale wissenschaftliche **Leitfrage** gegeben werden:

Ist durch naturwissenschaftliches Arbeiten am Lernort Schulgarten im Rahmen des regulären Biologieunterrichts eine Veränderung des Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I möglich?

Ziel dieser Forschungsarbeit ist es, Antworten auf die folgenden Fragestellungen zu geben:

#### **Fragestellung 1:**

Über welche Niveaustufen an Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften verfügen Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9?

Schülerinnen und Schüler haben in der Grundschule ab der ersten Klasse Mathematik- und Sachunterricht. Ab Klassenstufe 5 erhalten die Schülerinnen und Schüler Biologieunterricht. Mit steigender Jahrgangsstufe wird der naturwissenschaftliche Unterricht um die Unterrichtsfächer Physik und Chemie erweitert. Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9 haben daher bereits mehrere Jahre lang Pflichtunterricht in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern erhalten. Eine „Erhebung an 14 – 15-jährigen Schüler[innen und Schülern], die bereits drei Jahre naturwissenschaftlichen Unterricht besucht haben, [zeigt], dass der Naturwissenschaftsunterricht während der Schulzeit das Verständnis von Wissenschaft [...] beeinflusst und einen Wechsel einleiten“ (Höttecke, 2001b, S. 8; Solomon et al., 1996) kann. Der Fachunterricht basiert auf den gültigen Lehrdokumenten der einzelnen Bundesländer. Diese sind an den Bildungsstandards der KMK bzgl. der Kompetenzausprägung der Schülerinnen und Schüler orientiert. Die Bildungsstandards der Sekundarstufe I fordern für das Unterrichtsfach Biologie (KMK, 2004a) (ebenso wie die für die Unterrichtsfächer Chemie (KMK, 2004b) und Physik (KMK, 2004c)) die Ausbildung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung. Dies impliziert ein Verständnis vom Wesen der Naturwis-

---

lediglich auf die im Internet auffindbaren allgemeinen Informationen zum Projekt von Bardy-Durchhalter & Radits (2010, 2011) sowie Heidinger & Radits (2010) zurückgegriffen werden.



senschaften. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass innerhalb des Konstruktes vom Wesen der Naturwissenschaften die verschiedenen Kerndimensionen mit unterschiedlichem Schweregrad zu lernen sind (Cofré et al., 2019). Vor diesem Hintergrund lassen sich die folgenden Hypothesen aufstellen:

Hypothese H<sub>1</sub>:

Die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9 werden in Biologie auf Basis der gültigen Lehrdokumente, die an den Bildungsstandards ausgerichtet sind, unterrichtet. Sie haben bereits längere Zeit naturwissenschaftlichen Unterricht erhalten. Die Schülerinnen und Schüler verfügen daher mehrheitlich über eine mittlere (transformierte) Niveaustufe hinsichtlich der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften. Es treten zwischen den Kerndimensionen (in Abhängigkeit ihres Schweregrades) unterschiedlich ausgeprägte Niveaustufen auf.

Hypothese H<sub>01</sub>:

Die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9 werden in Biologie auf Basis der gültigen Lehrdokumente, die an den Bildungsstandards ausgerichtet sind, unterrichtet. Sie haben bereits längere Zeit naturwissenschaftlichen Unterricht erhalten. Die Schülerinnen und Schüler verfügen dennoch mehrheitlich über eine geringe (naive) Niveaustufe hinsichtlich der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften. Es treten zwischen den Kerndimensionen (in Abhängigkeit des Schweregrades) unterschiedlich ausgeprägte Niveaustufen auf.

### **Fragestellung 2:**

Ist durch den Biologieunterricht im Rahmen des regulären Fachunterrichts eine Änderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei den Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9 festzustellen?

Durch Fachunterricht, der das praktische naturwissenschaftliche Arbeiten und das Reflektieren über dieses Arbeiten beinhaltet, können die Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern gefördert werden. Dies belegen verschiedene internationale und nationale Studien (siehe oben). Der geplante und durchgeführte Unterricht für die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9 ist derartig ausgerichtet. Weitere lernförderliche Elemente wurden ebenfalls berücksichtigt (siehe Kapitel III - 3.2).

Hypothese H<sub>2</sub>:

Aufgrund einer für die Vorstellung vom Wesen der Naturwissenschaften lernförderlichen Gestaltung des Unterrichts ist eine Niveaustufenänderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei den Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9 festzustellen.

Hypothese H<sub>02</sub>:

Trotz einer für die Vorstellung vom Wesen der Naturwissenschaften lernförderlichen Gestaltung des Unterrichts ist keine Niveaustufenänderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei den Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9 festzustellen.

### **Fragestellung 3:**

Welchen Einfluss hat der Lernort Schulgarten auf eine mögliche Vorstellungsänderung vom Wesen der Naturwissenschaften auf kurzfristige Perspektive betrachtet?

Der Lernort Schulgarten kann einen positiven Einfluss auf das Lernen haben. Dies belegen verschiedene internationale und nationale Studien. Ebenso ist belegt, dass der Schulgarten ein authentischer Lernort ist, um naturwissenschaftlich zu arbeiten (siehe oben).

Hypothese H<sub>3</sub>:

Aufgrund des lernförderlichen Charakters des Lernorts Schulgarten verfügen die Schülerinnen und Schüler, die im Schulgarten unterrichtet wurden, über eine Niveaustufenveränderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften im Vergleich zum Beginn der Unterrichtseinheit (Intervention).

Hypothese H<sub>03</sub>:

Aufgrund des lernförderlichen Charakters des Lernorts Schulgartens verfügen die Schülerinnen und Schüler, die im Schulgarten unterrichtet wurden, über keine Niveaustufenveränderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften im Vergleich zum Beginn der Unterrichtseinheit (Intervention).

### **Fragestellung 4:**

Welchen Einfluss hat der Lernort Schulgarten auf eine mögliche Vorstellungsänderung vom Wesen der Naturwissenschaften auf längerfristige Perspektive betrachtet?

Die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler finden zunehmend stärkere Berücksichtigung bei der Gestaltung von Lehr-Lern-Angeboten. Die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler werden dabei als stabil, dauerhaft und „weitgehend resistent gegen Belehrungen“ (Kattmann, 2017, S. 7) charakterisiert (Kattmann, 2017; Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017; Hammann & Asshoff, 2015). Im Rahmen einer Pre-

Post-Follow-up-Interventionsstudie konnte gezeigt werden, dass die Ergebnisse im Follow-up-Test teilweise sogar höher ausgefallen sind als im Pre- oder Posttest (Queren, 2014)<sup>6</sup>. Da der Faktor Zeit wohl auch Einfluss auf das Lernen hat, soll dieser hier auch geprüft werden.

Hypothese H<sub>4</sub>:

Aufgrund der „Stabilität“ der Vorstellung der Schülerinnen und Schüler verfügen die Schülerinnen und Schüler, die im Schulgarten unterrichtet wurden, erst nach längerer Zeit über eine Niveaustufenveränderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften als zu Beginn der Intervention.

Hypothese H<sub>04</sub>:

Aufgrund der „Stabilität“ der Vorstellung der Schülerinnen und Schüler verfügen die Schülerinnen und Schüler, die im Schulgarten unterrichtet wurden, auch nach längerer Zeit über keine Niveaustufenveränderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften.

Solomon et al. (1996) zeigten, dass durch regulären naturwissenschaftlichen Unterricht das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern während ihrer Schulzeit positiv beeinflusst werden kann. Weiterhin gibt es „Befunde, dass Vorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften sich über die Schullaufbahn stabilisieren und zum Teil auch zunehmend adäquat werden“ (Höttecke & Hopf, 2018, S. 274). Aufbauend auf diesen Ergebnissen sollten, unter Berücksichtigung der wissenschaftspropädeutischen Bildung als ein Bildungsziel der gymnasialen Oberstufe, die Leitfrage sowie die einzelnen Fragestellungen dieser Arbeit nach Sekundarstufentyp differenziert betrachtet werden. In der Hauptuntersuchung sollten sich die Stichproben daher aus Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I und der Sekundarstufe II zusammensetzen. Leider konnten für die Hauptuntersuchung lediglich Lehrerinnen und Lehrer zur Teilnahme motiviert werden, die bereit waren, die Intervention in den von ihnen unterrichteten Klassen der Sekundarstufe I durchzuführen. Somit kann die oben zitierte Äußerung von Höttecke und Hopf (2018) im Rahmen dieser Studie nicht überprüft werden.

## **2 Untersuchungsdesign**

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine Pre-Post-Interventionsstudie. Hypothesengeleitet soll der Einfluss der Variable des Lernorts auf die Förderung des Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I geprüft werden. „Zu strengen Prüfungen von Hypothesen eignet sich am besten das Experiment, da durch Experimente am ehesten Zusammenhänge zwischen Unterrichtsmerkmalen und Lernen überprüft werden können“ (Wellenreuther, 2015, S. 14). Da die Zuweisung der Schülerinnen und Schüler auf die Interventions- und Kontrollgruppe nicht

---

<sup>6</sup> Queren fokussierte sich in ihrer Forschung auf Fachwissen und ästhetisches Urteil der Schülerinnen und Schüler.

zufällig, sondern aufgrund der Interessen der Schülerinnen und Schüler erfolgte, ist die Stichprobe nicht randomisiert. Das Untersuchungsdesign muss daher als quasi-experimentell designte Feldstudie charakterisiert werden. Quasi-experimentelle Designs sind unter Berücksichtigung dieser Einschränkung dennoch geeignet, Vorstellungsänderungen zu erheben (Eifler, 2014).

Um angemessene Antworten auf die Leit- und Forschungsfragen dieser Arbeit geben zu können, bedarf es einer Methodenauswahl und solcher Forschungsinstrumente, die es ermöglichen, die Vorstellungen und ggf. Veränderungen der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu erheben und somit „sichtbar“ zu machen.

## **2.1 Methodenauswahl**

Auf Basis der sieben Kerndimensionen zum Wesen der Naturwissenschaften liegen gegenwärtig kaum empirische Belege zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I vor. Aus biologiepädagogischer Sicht fehlen solche empirischen Studien weitgehend. Der Fragebogen als klassisches Testinstrument ist durchaus geeignet, um Daten zu einem Thema zu erheben, das bisher nur sehr gering in der empirischen Forschung Berücksichtigung fand (Konrad, 2015).

Die angedachte Stichprobe bezieht sich auf Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I (Jahrgangsstufe 9, erwartetes Alter zwischen 14 und 15). Es konnte daher davon ausgegangen werden, dass die Lese- und Schreibfähigkeit der Schülerinnen und Schüler genügt, um sie mit einem Fragebogen zu befragen, der schriftlich zu beantworten ist. Die Herausforderung bei der Wahl eines geeigneten Fragebogens lag daher darin, es den Schülerinnen und Schülern zu ermöglichen, ihre Vorstellungen und Gedanken zum Wesen der Naturwissenschaften frei zu äußern (Tendenz zum offenen Fragebogen), dabei aber auch forschungsökonomische Aspekte mit zu berücksichtigen (Tendenz zum geschlossenen Fragebogen). Bei der Abwägung zwischen einem geschlossenen und offenen Fragebogen musste einbezogen werden, dass sich das Antwortverhalten von Probandinnen und Probanden auf den gleichen Sachverhalt zwischen offenen und geschlossenen Befragungsformen durchaus unterscheiden kann (Aikenhead & Ryan, 1992).

Der Einsatz von geschlossenen Fragebögen wird kritisch diskutiert. Er wird meist von Expertinnen und Experten erstellt, deren Vorstellungen nicht zwangsläufig mit den Vorstellungen der (Laien-)Schülerinnen und (Laien-)Schülern übereinstimmen müssen (Lederman et al., 2002). Die fehlende Identifikation der teilnehmenden Probandinnen und Probanden kann sich nachteilig auf deren Antwortverhalten auswirken. Ebenso muss die Abstufung der Antwortmöglichkeiten über die Likertskala bedacht werden. Das Antwortverhalten kann in Abhängigkeit von den zur Verfügung stehenden Antwortmöglichkeiten variieren. So antworten Schülerinnen und Schüler unterschiedlich, je nachdem ob bspw. eine fünf- oder siebenstufige Likertskala verwendet wurde oder man ihnen die Option der Nichtantwort ermöglicht (Chen, 2006). Für

eine ausführlichere Darstellung der Eignung von Fragebögen für die empirische Forschung zu Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern siehe u. a. Kreher & Retzlaff-Fürst (2021).

Um den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, ihre Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften frei zu äußern, wurde für den Pre-Posttest ein offener Fragebogen verwendet, denn offene Aufgaben „erlauben [...], dass die Schülerinnen und Schüler – aufgrund der Offenheit der Aufgabenstellung – auf ihre eigenen Vorstellungen zurückgreifen“ (Schrenk et al., 2019, S. 11). Aus forschungsökonomischen Gründen wurde für die Untersuchung des Faktors Zeit (Forschungsfrage 4) auf einen geschlossenen Fragebogen zurückgegriffen. Die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften wurden somit mittels zwei verschiedener Fragebögen erhoben.

Die Untersuchung entspricht daher einem Mixed-Methods-Ansatz, da die „Kombination qualitativer und quantitativer Forschungsmethoden in einem Untersuchungsdesign“ (Kelle, 2014, S. 153) erfolgt. Dadurch ist es möglich, die „Schwächen der beiden Methodentraditionen durch die Stärken der jeweils anderen Tradition auszugleichen“ (Kelle & Metje, 2010, S. 10).

## **2.2      Forschungsinstrumente**

### **2.2.1    Auswahl der Forschungsinstrumente**

Im internationalen Forschungskontext sind eine Vielzahl an Forschungsinstrumenten bekannt, die zur Erfassung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften genutzt werden können. Sie sind in verschiedenen Sprachen bei unterschiedlichen Ziel- und Altersgruppen eingesetzt worden. Ein Überblick über die vielfältigen internationalen Forschungsinstrumente findet sich u. a. bei Lederman (2010), Lederman, Bartos & Lederman (2014) und Lederman, Wade & Bell (1998). Ein Überblick über deutschsprachige Forschungsinstrumente zur Erhebung von Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern findet sich bei Priemer (2006). Bei der Auswahl der Forschungsinstrumente wurde darauf geachtet, dass sie die sieben Kerndimensionen des Wesens der Naturwissenschaften abbilden.

Unter Berücksichtigung der angestrebten Stichprobe, deren Alter sowie der Forderung nach einem offenen Fragebogen fiel die Wahl für den Pre-Posttest auf den Fragebogen „Views of Nature of Science Questionnaire“ von Lederman et al. (2004). Es handelt sich hierbei um einen international bereits häufig verwendeten Fragebogen, „der zu einem Standardinstrument in der empirischen Forschung [zum Wesen der Naturwissenschaften] geworden ist“ (Heering & Kremer, 2018, S. 109). Durch das offene Antwortformat des Fragebogens ist es möglich, „qualitativ unterschiedliche Verständnisstufen [...] zu charakterisieren“ (Hamman & Jördens, 2014, S. 170). Zusätzlich zum offenen Fragebogen wird der geschlossene Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ (Urhahne, Kremer & Mayer, 2008) verwendet.

### **2.2.1.1 Fragebogen „Views of Nature of Science Questionnaire – Version D+“<sup>7</sup>rst**

Der Fragebogen „Views of Nature of Science Questionnaire“ wurde zur Erhebung der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler in der Version „D+“<sup>7</sup> (Lederman & Lederman, 2010) verwendet. Der Fragebogen besteht aus dreizehn Einzelfragen, die sich auf die Kerndimensionen vom Wesen der Naturwissenschaften beziehen. Er schließt fakultative halbstrukturierte Follow-up-Interviews ein. Zur Auswertung des Fragebogens wurde ein Kodierleitfaden erstellt (Hammann & Jördens, 2014). Die Antworten der Schülerinnen und Schüler wurden entsprechend den Niveaustufen als naiv, transformiert oder informiert charakterisiert (Lederman & Lederman, 2010; Madsen & McKagan, 2018).

Der offene Fragebogen „Views of Nature of Science Questionnaire – Version D+“ lag noch nicht in deutscher Sprache vor. Die Qualität von internationalen Vergleichsstudien (z. B. PISA-Studie) bemisst sich u. a. an der Vergleichbarkeit der Daten. Da die Datenerhebung mit Forschungsinstrumenten erfolgt, ist deren „gute“ Übersetzung in die Ziel- oder Landessprache ein wesentliches Qualitätsmerkmal internationaler Studien (Behr, Braun & Dorer, 2015). Um wissenschaftlichen Standards gerecht zu werden, erfolgte die Übersetzung des Fragebogens „Views of Nature of Science Questionnaire – Version D+“ vom Englischen ins Deutsche nach dem TRAPD-Verfahren. Hinter dem Akronym verbirgt sich ein Regelwerk, das als Richtlinie des „European Social Survey“ (ESS) zur Anfertigung von „guten“ Übersetzungen zu verstehen ist. Da dieses Verfahren nicht frei von Schwächen ist, wird es mit dem Verfahren der Vor- und Rückübersetzung kombiniert (Behr, Braun & Dorer, 2015; ESS, 2014; Harkness, Edwards, Hansen, Miller & Villar, 2010; Harkness, Villar & Edwards, 2010).

#### **2.2.1.1.1 Übersetzung des Fragebogens mittels TRAPD-Verfahren sowie Vor- und Rückübersetzung**

TRAPD ist ein Akronym, das für die verschiedenen Schritte steht, die im Rahmen des Übersetzungsprozesses zu durchlaufen sind. Es bildet sich aus den Schritten Translation (Übersetzung), Review (Rezension), Adjudication (Entscheidung), Pretest (Vortest) und Documentation (Dokumentation) (Behr et al., 2015). In das TRAPD-Verfahren wurde das Verfahren der Vor- und Rückübersetzung integriert (siehe Abbildung 1).

---

<sup>7</sup> Mittlerweile liegen vom Fragebogen „Views of Nature of Science Questionnaire“ die sechs zielgruppenspezifischen Formen A, B, C, D, E und D+ vor. Im Vergleich zu den Vorgängerversionen (B und C) ist die Version D+ in kürzerer Zeit (innerhalb von 60 Minuten) zu bearbeiten und für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I vorgesehen. Version D und E sind für die Vorstellungserhebung von Lehrerinnen und Lehrern konzipiert (Lederman et al., 2002; Lederman & Lederman, 2010, 2014).

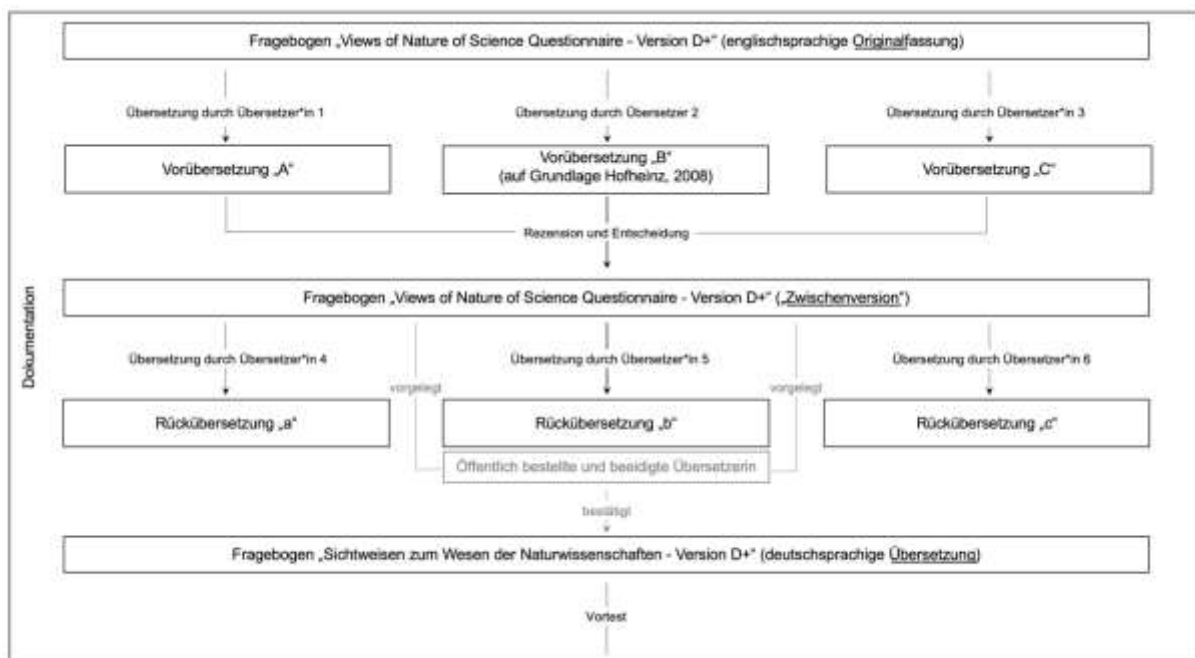


Abbildung 1: Schematische Darstellung der ersten Schritte des Übersetzungsprozesses (eigene Darstellung)

Die Vorübersetzung (Translation) erfolgte zum einen mit Hilfe einer bereits vorhandenen Teilübersetzung einer früheren Version des Fragebogens (Version – C) (Hofheinz, 2008). Da diese Übersetzung nicht nach dem TRAPD-Verfahren erfolgte, wurde sie lediglich als Grundlage genutzt. Die in der früheren Version übersetzten Fragen wurden durch den Autor dieser Arbeit in ihrer Übersetzung überprüft, die noch nicht vorhandenen Fragen wurden durch den Autor dieser Arbeit selbst übersetzt. Zusätzlich wurde der englischsprachige Originalfragebogen zwei weiteren Personen zur Übersetzung ins Deutsche vorgelegt. Beide Personen wurden bewusst nicht auf die Übersetzung der Vorgängerversion des Fragebogens aufmerksam gemacht. Alle am Übersetzungsprozess beteiligten Personen verfügten durch ihr Studium über einen naturwissenschaftlichen, englischsprachigen und schulbezogenen Hintergrund. Die Übersetzungen des Fragebogens wurden unabhängig voneinander angefertigt. Im gemeinsamen Reviewprozess wurden die unterschiedlichen Übersetzungen vorgestellt. Von einander abweichende Übersetzungen einzelner Wörter und Formulierungen wurden miteinander diskutiert und teilweise in Wörterbüchern nachgeschlagen. Unmittelbar nach dem gemeinsamen Reviewprozess einigte man sich auf Basis der angefertigten drei Übersetzungen auf eine Zwischenversion (Adjudication). Diese wurde drei weiteren Personen zur Rückübersetzung ins Englische vorgelegt. Alle drei Personen studierten Biologie und Anglistik oder haben bereits derartige Studienabschlüsse erworben, absolvierten bereits längere Aufenthalte im englischsprachigen Ausland und verfügten über einen schulbezogenen Hintergrund. Beim Vergleich der drei Rückübersetzungen zeigte sich eine starke Nähe zur Zwischenversion des Ursprungsfragebogens, sodass diese zur Beglaubigung einer öffentlich bestellten und beeidigten Übersetzerin (in Abbildung 1

grau gefärbt) vorgelegt wurde, die die korrekte, vollständige und sinnvolle Übersetzung des Fragebogens „Views of Nature of Science Questionnaire - Version D+“ bestätigte. Die Beglaubigung der Übersetzung durch eine bzw. einen öffentlich bestellte(n) und beeidigte(n) Übersetzerin oder Übersetzer ist keine Forderung, die sich aus dem TRAPD-Verfahren ergibt. Das Vorgehen wurde zur Qualitätssicherung gewählt.

Der Vortest (Pretest) der deutschsprachigen Übersetzung des Fragebogens wird weiter unten dargestellt. Der Dokumentation (Documentation) des Übersetzungsprozesses trägt dieser und die folgenden Abschnitte Rechnung.

#### **2.2.1.1.2 Kodierleitfaden des Fragebogens „Views of Nature of Science Questionnaire - Version D+“**

Der Fragebogen „Views of Nature of Science Questionnaire - Version D+“ ist ein Fragebogen mit offenen Antworten. Die Legitimation des offenen Fragebogens erfolgte bereits durch die vorherigen Abschnitte dieses Kapitels. Er „ermöglicht einerseits differenzierte Einblicke in das der Aufgabenlösung zugrundeliegende Verständnis, erschwert allerdings aufgrund der Individualität der Aufgabenbearbeitung die [K]odierung. Für die Auswertung offener Aufgaben benötigt man Kategorien[...] [...] Die Entwicklung eines [K]odierleitfadens ist wesentlich für die Umwandlung von offenen Antworten in Daten, die statistisch analysiert werden können“ (Hammann & Jördens, 2014, S. 169). Da es sich bei dem verwendeten Fragebogen um ein bereits vorhandenes Forschungsinstrument handelt, sind auch die Kategorien bereits vorhanden. Es handelt sich hierbei um die sieben Kerndimensionen vom Wesen der Naturwissenschaften. Somit musste der Kodierleitfaden nicht komplett neu entwickelt, sondern lediglich auf den aktuell verwendeten Fragebogen angeglichen werden. Aufbauend auf dem Durchführungsleitfaden (Madsen & McKagan, 2018) und den Bewertungskriterien (o. A., o. J.) zum Fragebogen wurde mittels der Arbeit von Hofheinz (2008) und aktueller empirischer Studien zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften aus den verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen (Hammann & Asshoff, 2015; Höttecke, 2001b, 2004; Höttecke & Hopf, 2018; Kattmann, 2016) der Kodierleitfaden zur Auswertung und Kodierung der Antworten der Schülerinnen und Schüler erstellt. Innerhalb der einzelnen Kategorien werden die Antworten der Schülerinnen und Schüler als naiv, transformiert oder informiert kodiert (Madsen & McKagan, 2018). Auch der Kodierleitfaden wurde im Rahmen des Vortests erprobt.

#### **2.2.1.2 Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“**

Zusätzlich zum offenen Fragebogen kam der standardisierte Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ (Urhahne et al., 2008) zur Anwendung. Es handelt sich um einen geschlossenen Fragebogen, der aus insgesamt 44 Items besteht. Die einzelnen Items sind den sieben Kerndimensionen



vom Wesen der Naturwissenschaften zugeordnet. Der Fragebogen liegt sowohl in einer deutschsprachigen als auch in einer englischsprachigen Fassung vor. Eine Übersetzung des Fragebogens ist daher nicht notwendig gewesen.

Der Fragebogen kann hinsichtlich seines formalen Aufbaus, bezogen auf die Itemformulierung und das Antwortformat durchaus kritisch betrachtet werden. Er beinhaltet sowohl positiv als auch negativ gepolte Items. Dies wird kontrovers diskutiert, da sowohl Argumente für (z. B. Vermeidung von Antworttendenzen) als auch gegen (z. B. Gefahr des Überlesens der Verneinung) die Verwendung negativ gepolter Items innerhalb eines Fragebogens sprechen. Bei der Befragung von jüngeren Schülerinnen und Schülern sollte auf negativ gepolte Items verzichtet werden (Bühner, 2011; Busker, 2014).

Die Likertskala als Antwortformat ist geeignet, da sie abgestufte Entscheidungen erlaubt. Ob bei der Erhebung von Vorstellungen, Einstellungen oder Meinungen eine gerade (Zwang zur Polarisierung) oder ungerade (Tendenz zur Mitte) Skalierung gewählt werden sollte, wird ebenfalls unterschiedlich gesehen und bewertet (Tiemann & Körbs, 2014). Unter Berücksichtigung des Alters der geplanten Stichprobe wurde der Fragebogen für die Hauptuntersuchung hinsichtlich der Polung der einzelnen Items und der Skalierung nicht verändern.

Der Fragebogen wurde bereits auf Reliabilität getestet. „Die Gesamtreliabilität [...] kann mit Cronbachs  $\alpha = .84$  als zufriedenstellend bezeichnet werden“ (Urhahne et al., 2008, S. 84). Für die eigene Untersuchung wurde der Fragebogen lediglich im Sinne der Geschlechtergleichheit umgeschrieben. Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um eine genderkonforme Bezeichnung (Behr et al., 2015; Haas, 2009). Im Fragebogen wurde die Bezeichnung Naturwissenschaftler durch Naturwissenschaftler\*innen bzw. Anfänger durch Anfänger\*innen ersetzt. Trotz der Kritik an geschlossenen Fragebögen (u. a. Kreher & Retzlaff-Fürst, 2021) wurde dieser Fragebogen wegen der hohen Übereinstimmungen der Kerndimensionen vom Wesen der Naturwissenschaften mit dem offenen Fragebogen von Lederman und Lederman (2010) und wegen seiner zeiteffizienten Bearbeitung eingesetzt.

Auch der geschlossene Fragebogen wurde im Rahmen eines Vortests erprobt. Neben der Berechnung der Reliabilität sollte auch die Polung der Items und die Skalierung des Antwortformats getestet werden.

### **2.2.2 Vortest des geplanten Forschungsprozesses**

Im Zuge des TRAPD-Verfahrens zur Übersetzung des offenen Fragebogens „Views of Nature of Science Questionnaire - Version D+“ vom Englischen ins Deutsche erfolgte der Vortest zum Fragebogen. Zur Qualitätssicherung beschränkte sich der Vortest nicht nur auf den Fragebogen, sondern wurde auf das gesamte geplante Erhebungsdesign ausgeweitet (Weichbold, 2014). Dies hatte zur Folge, dass neben allen Dokumenten, die im Rahmen der Hauptuntersuchung Verwendung finden sollten, auch der Prozess, die Handlungsabläufe sowie die technische Umsetzung betrachtet wurde.

Der Prozess des Vortests umfasste dabei folgende Dokumente, Verfahren und Handlungsweisen:

- Anschreiben an die Biologielehrerinnen und Biologielehrer der teilnehmenden Schulen
- Informationsschreiben an die Schülerinnen und Schüler sowie deren gesetzlichen Vertreterinnen und Vertreter
- Stammdatenblatt
- Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (deutschsprachige Übersetzung)
- Kodierleitfaden zum Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (deutschsprachige Übersetzung)
- Interviewleitfaden zum halbstrukturierten Follow-up-Interview zum Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (deutschsprachige Übersetzung)
- Transkription des Interviews nach Standardorthographie
- Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ (adaptierte Version)
- Maschinelles Einlesen des Stammdatenblattes und des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“
- Wahrung der Pseudonymität der Schülerinnen und Schüler als datenschutzrechtlicher und forschungsethischer Anspruch

Der Vortest fand im zweiten Schulhalbjahr des Schuljahres 2017/18 in einer 10. Klasse unter Feldbedingungen statt. Das Vorgehen im Forschungsprozess und die Fragebögen wurden „unter den geplanten Bedingungen [...] getestet. Zu den Feldbedingungen gehört auch, dass die Stichprobe aus der intendierten Grundgesamtheit stammt“ (Weichbold, 2014, S. 302). Am Vortest nahmen 11 Schülerinnen und Schüler teil, die zwischen 15 und 17 Jahre alt waren. Das Durchschnittsalter lag bei rund 16 Jahren ( $M=15,82$ ,  $SD=0,60$ ). Den Empfehlungen zur Stichprobengröße<sup>8</sup> für Vortests von Forschungsinstrumenten (Häder, 2019; Konrad, 2015; Weichbold, 2014) wurde somit entsprochen. Anzumerken ist, dass für die spätere Hauptuntersuchung eine Stichprobengröße zwischen 100 und 110 Schülerinnen und Schüler angedacht war. Somit entsprachen die 11 am Vortest teilnehmenden Schülerinnen und Schüler mengenmäßig etwas mehr als einem Zehntel der späteren Stichprobengröße. An der späteren Hauptuntersuchung nahmen dann 112 Schülerinnen und Schüler teil.

---

<sup>8</sup> Empfohlen wird eine Stichprobengröße zwischen 10 und 200 (Häder, 2019), 20 und 50 (Konrad, 2015) bzw. 25 und 75 Personen (Weichbold, 2014).

### 2.2.2.1 Ergebnisse Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“

Zur Bearbeitung des Fragebogens „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ benötigten die Schülerinnen und Schüler durchschnittlich 33 Minuten. Das Niveau und die Formulierung der Fragen erschienen für die Altersgruppe angemessen. Der Vortest fand unter Feldbedingungen statt. Hinsichtlich des Fragebogens gab es hier lediglich eine Einschränkung: Anders als bei der Hauptuntersuchung hatten die Schülerinnen und Schüler im Rahmen des Vortests beim Fragebogen zwei unterschiedliche Bereiche. Im oberen Bereich sollten sie ihre Antwort aufschreiben, im unteren Bereich ihre Anmerkungen und Hinweise zur Frage. Somit sollte bei der späteren Auswertung besser zwischen den Antworten der Schülerinnen und Schüler und den inhaltlichen und formalen Äußerungen zur Frage unterschieden werden können. Im Rahmen des Vortests zeigten sich bei drei der insgesamt 13 Fragen Schwierigkeiten, die auf den strukturellen Aufbau oder die Formulierung der Fragen zurückgeführt werden konnten. Im Originalfragebogen und somit auch in der angefertigten deutschsprachigen Übersetzung wird bei der fünften und siebten Frage jeweils einleitend ein Sachverhalt dargelegt. Anschließend wird über Teilfragen vertiefend nachgefragt bzw. um eine Begründung der Zustimmung oder Ablehnung der Schülerinnen und Schüler gebeten. Es stellte sich heraus, dass die überwiegende Mehrheit der Schülerinnen und Schüler sowohl ihre Zustimmung oder Ablehnung als auch die in der Aufgabenstellungen geforderte Begründung bereits bei der ersten Teilfrage formulierte. In der weiteren Teilfrage wurde dann auf die erste Teilfrage verwiesen oder nichts geschrieben (siehe Abbildung 2).

Frage 7:	Wissenschaftler versuchen, durch Untersuchungen/Experimente, Antworten auf ihre Fragen zu erhalten. Denkst du, dass Wissenschaftler für Ihre Untersuchungen/Experimente ihre Vorstellungskraft und Kreativität benutzen?
Frage 7 a:	Falls nicht, begründe warum.
Antwort:	Ja, ich denke das Wissenschaftler ihre Vorstellungskraft und Kreativität benutzen bei Untersuchungen und Experimente

Abbildung 2: Schüler\*innenantwort auf Frage 7 im Vortest

Weiterhin konnte festgestellt werden, dass bereits durch die wortwörtliche Übersetzung und Formulierung der sechsten Frage sich die Möglichkeit ergab, fehlerhaft zu lesen und die Frage zu beantworten. In der Frage hieß es u. a., „Stell das Schichtenmodell exakt dar, wie die Erde im Inneren aussieht?“. Die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler (sechs von elf) zeichneten oder skizzierten und beschrifteten das in

der Fragestellung genannte Modell (siehe Abbildung 3). Die Schülerinnen und Schüler lasen vermutlich anstatt „Stell~~t~~ das Schichtenmodell [...] dar“ „Stelle das Schichtenmodell [...] dar“, was sie veranlasste, ein solches Modell zu zeichnen und mit den bereits in der Fragestellung vorgegebenen Schichten zu beschriften.

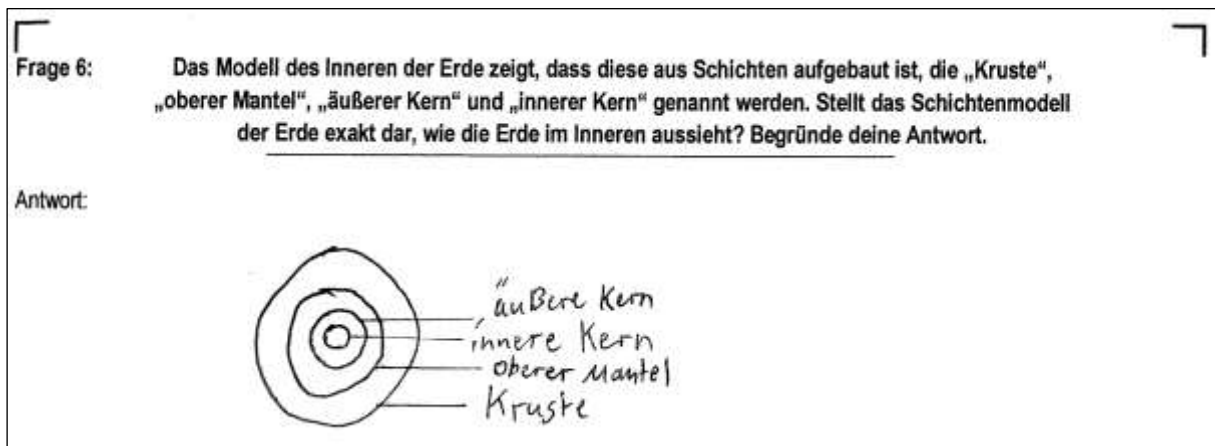


Abbildung 3: Schüler\*innenantwort auf Frage 6 im Vortest

Für die eigentliche Hauptuntersuchung wurde die deutschsprachige Übersetzung des Fragebogens daher nochmals angepasst. Begründet werden kann dies mit der Zielstellung der Arbeit, die das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften bei den Schülerinnen und Schüler und nicht deren Lesefähigkeit erfassen soll. Für die überarbeitete Version der deutschsprachigen Übersetzung, die für die Hauptstudie verwendet wurde, wurden daher die Teilfragen „a“ und „b“ bei den Fragen fünf und sieben jeweils zu einer Frage zusammengefasst. Bei Frage sechs wurde der Satzbau so umgestellt, dass anstatt „Stell ... dar“ (Vortest) in der Frage „darstellt“ (Pre- und Posttest) zu lesen ist. Des Weiteren wurden für die Hauptuntersuchung die Fragen drei und neun zusammengefasst, da sie sich auf die gleichen Kerndimensionen vom Wesen der Naturwissenschaften beziehen. Es wurde zudem die Reihenfolge der Fragen verändert und der Fragebogen genderkonform umgeschrieben. Die für die Hauptuntersuchung verwendeten Fragen sind nachfolgend angegeben (siehe Abbildung 4). Anzumerken ist, dass es sich bei Abbildung 4 nicht um den Fragebogen des Pre-Posttest handelt, den die Schülerinnen und Schüler für die Hauptuntersuchung bearbeiten mussten. Die Fragen, nicht aber das Layout stimmen überein. Da nicht abgeschätzt werden konnte, in welchem Umfang die Schülerinnen und Schüler die Fragen beantworten, wurde für die Hauptuntersuchung jede Frage auf eine eigene Seite gedruckt. Diese Anforderung ergibt sich auch aus den Rahmenbedingungen, die nach Lederman et al. (2002) beim Einsatz des Fragebogens zur Sicherung des Gütekriteriums der Objektivität eingehalten werden sollten.

## Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften (VNOS - D+)

(deutschsprachige Übersetzung)

- Frage 1: Was verstehst du unter „Naturwissenschaften“?
- Frage 2: Was unterscheidet Naturwissenschaften (oder naturwissenschaftliche Disziplinen wie Physik, Biologie, etc.) von anderen Disziplinen (Kunst, Geschichte, Philosophie, etc.)?
- Frage 3: Wissenschaftler\*innen erzeugen wissenschaftliche Erkenntnisse oder wissenschaftliche Theorien (z. B. Evolutionstheorie). Denkst du, dass sich das Wissen oder die Theorien in der Zukunft noch verändern werden? Begründe deine Antwort und nenne ein Beispiel.
- Frage 4: Um das Wetter vorherzusagen, sammeln Meteorolog\*innen verschiedene Informationen. Oft erstellen sie Modelle von verschiedenen Wetterlagen. Denkst du, dass Meteorolog\*innen sich mit ihren Modellen zu bestimmten Wetterlagen sicher sind? Begründe deine Antwort.
- Frage 5: Das Modell des Inneren der Erde zeigt, dass diese aus Schichten aufgebaut ist, die „Kruste“, „oberer Mantel“, „äußerer Kern“ und „innerer Kern“ genannt werden. Bist du der Meinung, dass das Schichtenmodell der Erde exakt darstellt, wie die Erde im Inneren aussieht? Begründe deine Antwort.
- Frage 6: Wissenschaftler\*innen versuchen, durch Untersuchungen/Experimente, Antworten auf ihre Fragen zu erhalten. Denkst du, dass Wissenschaftler\*innen für Ihre Untersuchungen/Experimente ihre Vorstellungskraft und Kreativität benutzen?
- Falls ja: In welcher/n Phase/n ihrer Untersuchungen (Planung, Experimentieren, Beobachten, Datenanalyse, Interpretation, Ergebnisdarstellung, etc.) denkst du, nutzen sie ihre Vorstellungskraft und Kreativität? Begründe deine Antwort und gib ein Beispiel, wenn du kannst.
- Falls nein: Begründe deine Antwort und gib ein Beispiel, wenn du kannst.
- Frage 7: Gibt es einen Unterschied zwischen einer wissenschaftlichen Theorie und einem wissenschaftlichen Gesetz? Verdeutliche deine Antwort an einem Beispiel.
- Frage 8: Gibt es eine Beziehung zwischen Wissenschaft und kulturellen Werten?
- Wenn ja: Wie sieht diese Beziehung aus? Begründe deine Antwort und gib ein Beispiel.
- Wenn nein: Warum gibt es keine Beziehung? Begründe deine Antwort und gib ein Beispiel.
- Frage 9 a: Woher wissen Wissenschaftler\*innen, dass Dinosaurier existiert haben? Begründe deine Antwort.
- Frage 9 b: Wie sicher sind sich Wissenschaftler\*innen darüber, wie Dinosaurier ausgesehen haben? Begründe deine Antwort.
- Frage 9 c: Wissenschaftler\*innen sind sich darüber einig, dass die Dinosaurier vor etwa 65 Millionen Jahren ausstarben. Uneinigkeit besteht bei Wissenschaftler\*innen jedoch darüber, was das Aussterben verursacht hat. Was denkst du, warum sie sich uneinig sind, obwohl sie doch alle die gleichen Informationen haben? Begründe deine Antwort.
- Frage 9 d: Was müssen Wissenschaftler\*innen tun, wenn sie andere Wissenschaftler\*innen von Ihrer Theorie zum Aussterben von Dinosaurier überzeugen wollen? Begründe deine Antwort.

Abbildung 4: Fragen des Fragebogens „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften (VNOS - D+)“ für die Hauptuntersuchung

Die Antworten der Schülerinnen und Schüler wurden zum einen durch den Autor dieser Arbeit kodiert<sup>9</sup>. Zusätzlich wurden die Fragebögen durch zwei weitere Personen kodiert. Die Kodierungen der drei Kodiererinnen und Kodierer erfolgte unabhängig voneinander. Nur mit diesem Vorgehen ist es möglich, anschließend die Übereinstimmung der Kodiererinnen und Kodierer zu berechnen (Wirtz & Caspar, 2002). „Der Interrater-Reliabilitätskoeffizient bezeichnet das Maß, mit dem mehrere Personen, die unabhängige [K]odierungen vornehmen, offene Antworten denselben Antwortkategorien zuordnen“ (Hammann & Jördens, 2014, S. 177). Ein geläufiges statistisches Maß für die Interrater-Reliabilität ist Cohens Kappa ( $\kappa$ ). Cohens Kappa kann jedoch nur verwendet werden, wenn zwei Personen kodieren (Bortz & Döring, 2016; Hammann & Jördens, 2014; Wirtz & Caspar, 2002). Kodieren mehr als zwei Personen, muss als statistisches Maß für die Interrater-Reliabilität Krippendorffs Alpha ( $\alpha$ ) genutzt werden (Hayes & Krippendorff, 2007; Schnell, Hill & Esser, 2018).

Nach der ersten Kodierung der Antworten der Schülerinnen und Schüler des Vortestes lag Krippendorffs Alpha bei 0,5158 (eigene Berechnung). Dieser Wert ist nicht zufriedenstellend, da zu häufige Abweichungen in der Beurteilung der Kodiererinnen und Kodierer vorlagen. Dies konnte auf einen nicht ausreichend differenzierten Kodierleitfaden zurückgeführt werden. Es fehlte an einer Kodiervorschrift für nicht auswertbare Antworten. Der Kodierleitfaden wurde daraufhin mit Hilfe der Hinweise der Kodiererinnen und Kodierer überarbeitet. Die bisherigen vier möglichen Niveaustufen *naiv*, *transformiert*, *informiert* und *keine Angabe* wurden um die Kodiermöglichkeit „keine Auswertung möglich“ ergänzt. Als nicht auswertbar wurden Antworten definiert, die keinen Bezug zur Frage hatten, oder solche, die „keine Ahnung“, „weiß ich nicht“ o. ä. lauteten. Als weitere Kodierregel wurde festgelegt, dass, wenn Aufgaben nur teilweise beantwortet werden, sich dies nicht nachteilig auf die Niveaubeurteilung auswirkt. Das ist bspw. dann der Fall, wenn die Schülerinnen und Schüler eine allgemeine Ausführung als Antwort schreiben, aber dies nicht an einem Beispiel verdeutlichen.

Anschließend wurden alle Antworten erneut kodiert. Anschließend lag Krippendorffs Alpha bei 0,7734 (eigene Berechnung). Dieser Wert wird als allgemein akzeptabel angesehen (Hammann & Jördens, 2014; Krippendorff, 2013).

Der Fragebogen schließt fakultative, halbstrukturierte Follow-up-Interviews ein (Lederman et al., 2002). Mit welchen Schülerinnen und Schülern ein Interview geführt wird, ergibt sich erst nach der Kodierung der Fragebögen. Die Interviews sind geeignet, um Schülerinnen und Schüler erneut dieselben Fragen zu

---

<sup>9</sup> Inwieweit Forscherinnen und Forscher in die Datenerhebung und Datenauswertung ihrer eigenen Forschung involviert sein sollten, wird kontrovers diskutiert. Bzgl. der Reliabilitätsprüfung des Kodierleitfadens gibt es die Empfehlung, dass sich die Forscherin oder der Forscher „selbst am Reliabilitätstest beteiligt: Aus dem Ausmaß der Übereinstimmung seiner [K]odierung (so genannte ‚Master-[K]odierung‘) mit denen jedes einzelnen [K]odierers können die Bereiche erkannt werden, für die ein zusätzlicher Schulungsaufwand erforderlich ist“ (Rössler, 2010, S. 186).

stellen, bspw. dann, wenn die Zuordnung der Antwort der Schülerin oder des Schülers bei den Kodierern und Kodierern nicht gleich ist, keine Antwort aufgeschrieben wurde, die Antwort nicht auswertbar ist oder wenn die Schülerin oder der Schüler im Vergleich zwischen Pre- und Posttest eine deutliche Niveaustufenveränderung durchlaufen hat (Lederman et al., 2002). Lederman et al. (2002) empfehlen, mit 15-20 Prozent der eigentlichen Stichprobe Interviews zu führen. Im Rahmen des Vortests waren Interviews mit sechs Schülerinnen und Schülern geplant. Der Interviewleitfaden wurde auf Basis von Empfehlungen zur Interviewführung mit Jugendlichen erstellt (Niebert & Gropengießer, 2014; Reinders, 2016). Die Anzahl ergab sich sowohl aus dem Umstand der teilweise unterschiedlichen Kodierung von Antworten der Schülerinnen und Schüler als auch der Nutzung der Interviews zur Validierung des Fragebogens aus forschungsmethodischer Sicht. Vier der sechs Interviews konnten durchgeführt und anschließend transkribiert werden. Die Transkripte wurden durch die drei Kodierinnen und Kodierer ebenfalls mit Hilfe des Kodierleitfadens kodiert. Anschließend betrug Krippendorffs Alpha 0,8342 (eigene Berechnung).

#### **2.2.2.2 Ergebnisse Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“**

Die deutschsprachige Fassung des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler des Vortests innerhalb der vorgesehenen 10 Minuten. Antworttendenzen waren dabei nicht feststellbar (Blanz, 2015; Busker, 2014). Die Reliabilität des Fragebogens wurde bereits berechnet und veröffentlicht (Urhahne et al., 2008). Vergleicht man die bereits publizierten Werte für den Reliabilitätskoeffizienten Cronbachs Alpha ( $\alpha$ ) mit den berechneten Werten des Vortests, ist festzustellen, dass diese bei sechs der sieben Skalen zu den Kerndimensionen in der Nähe der bereits veröffentlichten Werte liegen. Auffällig ist der berechnete Reliabilitätskoeffizient für die Skala „Rechtfertigung“, da dieser deutlich von den zu erwartenden Werten nach Urhahne et al. (2008) abweicht. Ebenfalls unbefriedigend ist der Wert für die Gesamtreliabilität über die sieben Skalen. Der Fragebogen wurde daher zu einem späteren Zeitpunkt erneut getestet.

Den Wert, den Cronbachs Alpha mindestens haben sollte, damit eine Skala als reliabel gilt, wird in der Literatur unterschiedlich angegeben. Brosius (2018) kennzeichnet Skalen als reliabel, deren Wert für Cronbachs Alpha zwischen 0,7 und 0,8 liegt, betont aber auch, dass „der Wert natürlich nur eine grobe Orientierung [vorgibt]“ (Brosius, 2018, S. 951). Andere Fachliteratur bewertet auch Skalen als reliabel, die einen Wert für Cronbachs Alpha von mindestens 0,6 aufweisen (Blanz, 2015; Schlittgen, 2009; Schnell et al., 2018). Schneller et al. (2018) verweisen darauf, dass bei Vorstellungsforschung bereits Skalen zwischen 0,5 und 0,6 als reliabel bezeichnet wurden.

Die Berechnung für den zweiten Vortest zeigt, bezogen auf die in der Fachliteratur genannten „Orientierungswerte“, zufriedenstellende Werte für Cronbachs Alpha, die mit den bereits veröffentlichten Werten von Urhahne et al. 2008 harmonisierten. Unter dieser Annahme konnten die Skalen der Kerndimensionen

als reliabel charakterisiert werden (Blanz, 2015; Cronbach, 1951). Eine Übersicht zur Reliabilität der einzelnen Skalen der Kerndimensionen zeigt die nachfolgende Tabelle 3.

Tabelle 3: Reliabilität der einzelnen Skalen des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“

Reliabilität der einzelnen Skalen des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“			
Skala	Cronbachs Alpha (Urhahne et al., 2008)	Cronbachs Alpha für den ersten Vortest (eigene Berechnung)	Cronbachs Alpha für den zweiten Vortest (eigene Berechnung)
Herkunft	0.70	0.764	0.638
Sicherheit	0.66	0.663	0.710
Entwicklung	0.71	0.697	0.764
Rechtfertigung	0.71	<u>0.017</u>	0.835
Einfachheit	0.52	0.583	0.617
Zweck	0.62	0.525	0.533
Kreativität	0.54	0.872	0.909
Gesamtreliabilität			
– über alle 44 Fragen	0.84	0.627	0.886
– über alle 7 Skalen	---	<u>0.350</u>	0.761

nicht reliable Werte sind unterstrichen

Der für die Hauptuntersuchung verwendete Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ ist nachfolgend abgebildet (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6).



Einsatz:  von 5

## Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften

Seite 1 von 2

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

erstelle deine persönliche ID nach dem folgenden Schema:

Erstellungsregel:	Zweiter Buchstabe des Vornamens deiner Mutter.	Dritter Buchstabe der Straße, in der du wohnst.	Letzter Buchstabe des Vornamens deines Vaters.	Tag deines Geburtstages (zweistellig) (tt.mm.jjjj).	Zweiter Buchstabe deines eigenen Vornamens.
Beispiel:	Stephanie	Kuphalstraße	Peter	07.08.2002	Johanna

Beispiel ID                                    T   P   R   0   7   0

Deine persönliche ID

Markiere bitte so:       
Korrigiere bitte so:

stimmt gar nicht  
stimmt kaum  
stimmt teils-teils  
stimmt ziemlich  
stimmt völlig

### 1. Herkunft

- |   |                          |                          |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1.1 Anfänger*innen können noch keine Naturphänomene beobachten.                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.2 Nur Naturwissenschaftler*innen können sich naturwissenschaftliche Forschungsfragen überlegen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.3 Nur Naturwissenschaftler*innen können naturwissenschaftliche Theorien entwickeln.             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.4 Anfänger*innen können sich noch keine naturwissenschaftlichen Forschungsfragen überlegen.     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1.5 Nur Naturwissenschaftler*innen können Naturphänomene beobachten.                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### 2. Sicherheit

- |  |                          |                          |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 2.1 Bewährte naturwissenschaftliche Theorien dürfen nicht in Frage gestellt werden.                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.2 Alle Fragen in den Naturwissenschaften haben genau eine Lösung.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.3 Naturwissenschaftler*innen 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"/> |
| 2.4 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"/> |
| 2.5 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"/> |
| 2.6 In den Naturwissenschaften ist beinahe alles bekannt; es gibt nicht mehr viel, was man herausfinden kann.    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2.7 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"/> |

### 3. Entwicklung

- |   |                          |                          |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3.1 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"/> |
| 3.2 Manchmal verändern sich die Vorstellungen in den Naturwissenschaften.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.3 Manchmal ändern Naturwissenschaftler*innen ihre Meinung darüber, was in ihrem Fach wahr ist.                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.4 Durch neue Entdeckungen kann sich verändern, was Naturwissenschaftler*innen für richtig halten.                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.5 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"/> |
| 3.6 Einige Vorstellungen in den Naturwissenschaften sind heute anders als das, was Naturwissenschaftler*innen früher dachten. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.7 Die Vorstellungen in Naturwissenschaftsbüchern verändern sich manchmal.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3.8 Naturwissenschaftliche Theorien verändern und entwickeln sich mit der Zeit.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Bitte Rückseite beachten !

6013313311

Abbildung 5: Seite 1 des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“

Markiere bitte so:

Korrigiere bitte so:

stimmt gar nicht  
stimmt kaum  
stimmt teils-teils  
stimmt ziemlich  
stimmt völlig

#### 4. Rechtfertigung

- |   |                          |                          |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 4.1 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"/> |
| 4.2 Wenn Naturwissenschaftler*innen 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"/> |
| 4.3 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"/> |
| 4.4 Für Naturwissenschaftler*innen sind Experimente mit unerwarteten Ergebnissen wertlos.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4.5 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"/> |
| 4.6 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"/> |
| 4.7 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"/> |
| 4.8 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"/> |
| 4.9 Ein Experiment ist ein guter Weg herauszufinden, ob etwas wahr ist.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

#### 5. Einfachheit

- |   |                          |                          |                          |                          |                          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 5.1 Naturwissenschaftliche Theorien sind oft komplizierter, als sie sein müssten.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5.2 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"/> |
| 5.3 Je komplizierter eine naturwissenschaftliche Theorie ist, desto höher ist ihr Ansehen unter Naturwissenschaftler*innen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5.4 Naturwissenschaftler*innen 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"/> |
| 5.5 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"/> |

#### 6. Zweck

- |  |                          |                          |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 6.1 Ziel naturwissenschaftlicher Theorien ist es, einen Teil menschlicher Erfahrungen eine Ordnung zu geben.       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.2 Naturwissenschaftler*innen führen Experimente durch, um neue Entdeckungen zu machen.                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.3 Ziel naturwissenschaftlicher Theorien ist es, Naturvorgänge zu erklären.                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.4 Naturwissenschaftler*innen untersuchen Naturphänomene und liefern Erklärungen, warum diese auftreten.          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6.5 Naturwissenschaftler*innen 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"/> |

#### 7. Kreativität

- |  |                          |                          |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 7.1 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"/> |
| 7.2 Naturwissenschaftliches Wissen ist auch ein Ergebnis menschlicher Kreativität.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.3 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"/> |
| 7.4 Das naturwissenschaftliche Wissen zeigt die Kreativität von Naturwissenschaftler*innen.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.5 Das kreative Denken von Naturwissenschaftler*innenn ist zu wenig vertrauenswürdig, um dadurch naturwissenschaftlichen Fortschritt zu erzielen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Vielen Dank für deine Teilnahme!

0489313312

Abbildung 6: Seite 2 des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“

### **2.2.2.3 Ergebnisse des Vortests aus hard- und softwaretechnischer, forschungspraktikabler, forschungsethischer und datenschutzrechtlicher Perspektive**

Neben den Tests der beiden Fragebögen unter Feldbedingungen sollte auch der gesamte Forschungsprozess im Vorfeld unter technischer, forschungspraktikabler, forschungsethischer und datenschutzrechtlicher Perspektive erprobt werden. Aufgrund des Feldcharakters des Vortests können die Verfahrensweisen als zur Hauptuntersuchung identisch gekennzeichnet werden.

Aus hard- und softwaretechnischer Perspektive sind beim Vortest keine Schwierigkeiten aufgetreten, die für die spätere Hauptuntersuchung hätten verändert werden müssen. Standardprogramme von Microsoft Office zur Textverarbeitung (Word) und Tabellenkalkulation (Excel) sind vorhanden. Der Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ konnte problemlos maschinell mit der Software TeleForm erstellt (TeleForm Designer), gescannt (TeleForm Scan Station), eingelesen (TeleForm Reader) und überprüft (TeleForm Verifier) werden. Die Berechnung verschiedener statistischer Kennzahlen und die Auswertung der Fragebögen erfolgte mit der Statistik- und Analyse-Software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) von IBM. Die Softwarelizenzen lagen für die Dauer des Forschungsvorhabens vor. Die Interviews wurden autographiert. Auch hier zeigten sich keine Schwierigkeiten in der Handhabung des Diktiergerätes oder gar eine Irritation bei den interviewten Schülerinnen und Schüler durch die Audioaufnahme<sup>10</sup>.

Aus forschungspraktikabler Sicht sind keine Schwierigkeiten festgestellt worden, die größere Hürden für die spätere Hauptuntersuchung darstellen könnten. Das Forschungsdesign ist mit dem Mixed-Methods-Ansatz komplex. Vor allem die Auswertung des offenen Fragebogens während der Interventionsmaßnahme ist anspruchsvoll. Durch die Größe der Stichprobe und zum Zweck der Sicherung von Gütekriterien wissenschaftlicher Forschung sind zusätzlich zum Autor dieser Arbeit drei bis vier weitere Kodierinnen und Kodierer erforderlich, die geschult, angeleitet und koordiniert werden müssen. Diese anspruchsvolle Aufgabe soll aber keine Barriere für die Durchführung der Hauptuntersuchung darstellen.

Um aktuellen forschungsethischen und datenschutzrechtlichen Bestimmungen gerecht zu werden, sind alle Daten pseudonymisiert erhoben worden. Die Pseudonymisierung ist notwendig, damit die einzelnen Daten (z. B. Stammdatenblatt, Ergebnisse des Pre- und Posttests) der teilnehmenden Schülerinnen und Schülern über eine persönliche ID zugeordnet werden können. Eine Herausforderung für die spätere Hauptuntersuchung war, die persönliche ID so zu gestalten und zu erstellen, dass sie über einen längeren

---

<sup>10</sup> Von einer Irritation der am Interview teilnehmenden Schülerinnen und Schüler ist nicht ausgegangen worden. Zum einen fand das Interview freiwillig statt und die Schülerinnen und Schüler sowie deren gesetzlichen Vertreterinnen und Vertreter wurden vorab darüber informiert, dass eine Audioaufnahme des Gesprächs erfolgt. Zum anderen zeigt die Fachliteratur, dass die Interviewten im Allgemeinen eine Audioaufnahme akzeptieren (Reinders, 2016; Witzel, 2000).

Zeitraum gleich bleibt. Welche Merkmalseigenschaften zur Erstellung von persönlichen Kodes zur Wahrung der Pseudonymisierung geeignet oder eher ungeeignet sind, ist durchaus gut erforscht (Pöge, 2005, 2008, 2011). Ein Ziel des Vortestes war es daher auch, zu eruieren, ob die fünf Merkmalseigenschaften, die zur Erstellung der sechsstelligen persönlichen ID benötigt werden, so stabil sind, dass gewährleistet werden kann, dass die Schülerinnen und Schüler sie über einen längeren Zeitraum beibehalten. Auch die persönliche ID hat sich als zuverlässig herausgestellt. So konnten die zu den unterschiedlichen Zeitpunkten zum Einsatz kommenden Dokumente (Informationsschreiben, Stammdatenblatt, offener Fragebogen, ggf. Audiodatei, Transkript und geschlossener Fragebogen) einer persönlichen ID fehlerfrei zugeordnet werden. Daraus lässt sich schließen, dass die persönliche ID so stabil ist, dass eine fehlerfreie Zuordnung der einzelnen Dokumente über den gesamten Zeitraum der Hauptuntersuchung möglich sein sollte. Mögliche Fehlerquellen wären, wenn Schülerinnen oder Schüler umziehen oder den Vornamen der Mutter oder des Vaters nicht kennen. Für letzteres wurde den Schülerinnen und Schülern im Informationsschreiben angeboten, die Namen Anna oder Moritz als Dummy-Variable für den Vornamen der Mutter bzw. des Vaters zu wählen. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine persönliche ID doppelt vorhanden ist, ist theoretisch möglich, praktisch aber am ehesten bei Mehrlingsgeburten wahrscheinlich. Dem kann durch Nachfragen vorgebeugt werden. Für die Hauptuntersuchung wurde daher folgende Vorschrift zur Erstellung der persönlichen ID genutzt (siehe Abbildung 7).

Erstelle deine persönliche ID nach dem folgenden Schema:							
Erstellungsregel:	Zweiter Buchstabe des Vornamens deiner Mutter.	Dritter Buchstabe der Straße, in der du wohnst.	Letzter Buchstabe des Vornamens deines Vaters.	Tag deines Geburtstages (zweistellig (tt.mm.jjj)).	Zweiter Buchstabe deines eigenen Vornamens.		
Beispiel:	Stephanie	Kuphalstraße	Peter	07.08.2002	Johanna		
Beispiel ID		T	P	R	0	7	O
<b>Deine persönliche ID</b>							
<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>							

Abbildung 7: Vorschrift zur Bildung der persönlichen ID der Schülerin oder des Schülers

Durch die persönliche ID wird zusätzlich ermöglicht, dass empirische Bildungsforschung unter Wahrung datenschutzrechtlicher Regelungen durchgeführt werden kann. Durch das Informationsschreiben an die Schülerinnen und Schüler und deren gesetzlichen Vertreterinnen und Vertreter, dem Grundsatz der Datenminimierung und der Datenverarbeitung auf sicheren Servern entspricht die Hauptuntersuchung weiteren Forderungen des Datenschutzes.

### 2.2.3 Gütekriterien der Forschungsinstrumente

Nachfolgend wird dargelegt, wie die klassischen Hauptgütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität sichergestellt werden. Gütekriterien können im Sinne von Qualitätsstandards verstanden werden. Bei empirischen Studien sollten die drei Hauptgütekriterien in der oben genannten Reihenfolge nachgewiesen werden (Blanz, 2015). Nachfolgend wird dargelegt, wie die Gütekriterien sichergestellt wurden, sowohl für den offenen als auch für den geschlossenen Fragebogen, wie sie für den Vortest erprobt wurden und in der Hauptuntersuchung Anwendung finden sollten. Die klassischen Gütekriterien sind eher aus der Leistungstestkonstruktion bekannt. Sie „gelten [...] in analoger Weise auch für Fragebögen“ (Schmiemann & Lücken, 2014, S. 108).

#### Objektivität

Das Gütekriterium der Objektivität (Anwenderunabhängigkeit) besagt, dass das Messinstrument sowohl in der Durchführung als auch in der Auswertung und Interpretation personenunabhängig ist. Es können dabei die folgenden drei Formen unterschieden werden:

- Durchführungsobjektivität liegt vor, wenn die Datenerhebung unabhängig von der Person der Untersuchungsleiterin oder des Untersuchungsleiters ist.
- Auswertungsobjektivität liegt vor, wenn bei der Datenauswertung das Ergebnis unabhängig von verschiedenen Personen erzielt wird, die die Auswertung vornehmen.
- Interpretationsobjektivität liegt vor, wenn individuelle Deutungen der datenauswertenden Personen keinen Einfluss auf die Datenauswertung haben (Bortz & Döring, 2016; Bühner, 2011; Hussy, Schreier & Echterhoff, 2013; Riese & Reinhold, 2014).

Um die Durchführungsobjektivität sicherzustellen, empfehlen Lederman et al. (2002) Rahmenbedingungen, die beim Einsatz des offenen Fragebogens zu beachten sind. So war der Autor dieser Arbeit als Versuchsleiter beim Bearbeiten der Fragebögen immer anwesend. Somit wurde sichergestellt, dass alle Schülerinnen und Schüler dieselben Instruktionen zur Bearbeitung der Fragebögen erhalten haben. Auch die Gestaltung des offenen Fragebogens (jede Frage auf eine eigene Seite) und die Hinweise auf dem Deckblatt des offenen Fragebogens sind Konsequenzen, die sich aus den Rahmenbedingungen zur Sicherung der Durchführungsobjektivität ergeben. Bei den Interviews wurde der Autor dieser Arbeit durch studentische Hilfskräfte unterstützt. Diese wurden vorab durch ihn geschult. Durch den Interviewleitfaden wird auch hier die Objektivität ermöglicht. Auswertungs- und Interpretationsobjektivität wurden für den offenen Fragebogen durch den Kodierleitfaden und das Kodierbuch, für den geschlossenen Fragebogen durch maschinelles Einlesen gewährleistet. Auch hierfür wurden Kodierhinweise und Kodierbuch erstellt. Kodierhinweise waren dann notwendig, wenn die Itemauswahl der Schülerinnen und Schüler nicht eindeutig war. Auch die Transkriptionsvorschrift (Standardorthografie) leistet einen Beitrag zur Objektivität.

## Reliabilität

Das Gütekriterium der Reliabilität (Zuverlässigkeit) besagt, dass das Messinstrument präzise misst. Eine absolut fehlerfreie Messung kann in der empirischen Bildungsforschung als Ideal gesehen werden, das nicht zu erreichen ist. Anforderung an die Reliabilität eines Messinstrumentes kann es daher nur sein, Messfehler so gering wie möglich zu halten, sodass die „Merkmalsausprägungen ohne zu große Schwankungen erfass[t]“ (Hussy et al., 2013, S. 83) werden. Die Reliabilität eines Messinstruments kann auf verschiedene Weise berechnet werden:

- Retestreliabilität (Stabilität) wird dadurch ermittelt, dass das Messinstrument derselben Personengruppe zu unterschiedlichen Zeitpunkten vorgelegt wird.
- Paralleltestreliabilität (Äquivalenz) wird dadurch ermittelt, dass zwei Messinstrumente erstellt werden, die dasselbe Konstrukt abbilden.
- Testhalbierungsreliabilität (Split-half-Reliabilität) wird dadurch ermittelt, dass pro Probandin bzw. Probanden durch Halbierung des Messinstruments zwei Messwerte erhoben werden.
- Interne Konsistenz wird dadurch ermittelt, dass die Übereinstimmung der einzelnen Items untereinander geprüft wird (Bortz & Döring, 2016; Bühner, 2011; Hussy et al., 2013; Riese & Reinhold, 2014).

Um Aussagen über die Reliabilität eines Messinstruments geben zu können, müssen nicht alle vier Formen der Reliabilität berechnet werden. Da die Berechnung der verschiedenen Reliabilitäten „mit einigem untersuchungstechnischen Aufwand verbunden“ (Bortz & Döring, 2016, S. 197) ist, erfolgt keine Berechnung der einzelnen Reliabilitäten. Zusätzlich argumentieren Schnell et al. (2018), dass die verschiedenartige Reliabilitätsberechnungen nicht mehr zeitgemäß sind, da sie Nachteile haben, die durch die „Berechnung und Verwendung eines anderen Koeffizienten [Cronbachs Alpha] vermieden“ (Schnell et al., 2018, S. 134) werden können. Beide Forschungsinstrumente bestehen bereits und wurden mehrfach angewendet. Es sei daher für die beiden Fragebögen auf die oberen Abschnitte dieses Kapitels, für den geschlossenen Fragebogen insbesondere auf die Dissertation von Kremer (2010) verwiesen. Da die Reliabilität bereits durch eine der vier Berechnungsformen belegt werden kann, wird sich hier auf Krippendorfs Alpha (für den offenen Fragebogen) und Cronbachs Alpha (für den geschlossenen Fragebogen) gestützt<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Das Gütekriterium der Reliabilität kann für qualitative Forschungsinstrumente (also den offenen Fragebogen) aufgrund ihres Charakters kaum bestimmt werden. Nach Mayring (2015) erscheinen „Reliabilitätsbestimmungen problematisch, da die Äquivalenz zweier Instrumente bei der Analyse sprachlichen Materials nur sehr selten erweisbar sein dürfte. [...] So wird bei inhaltsanalytischen Reliabilitätsbestimmungen üblicherweise so vorgegangen, dass die gesamte Analyse (oder relevante Ausschnitte) von mehreren Personen durchgeführt und die Ergebnisse verglichen werden (Intercoder-Reliabilität)“ (Mayring, 2015, S. 124; siehe hierzu auch Flick, 2014).

## Validität

Das Gütekriterium der Validität (Gültigkeit) bemisst sich daran, ob das Messinstrument auch „das misst, was [es] messen soll, bzw. was [es] zu messen vorgibt“ (Bortz & Döring, 2016, S. 200). Es können dabei die drei folgenden Formen unterschieden werden:

- Inhaltsvalidität ist gegeben, wenn das zu erhebende Konstrukt in den grundlegenden und wichtigsten Aspekten erfasst wird.
- Kriteriumsvalidität kann gesichert werden, indem die Ergebnisse mit externen Kriterien (Außenkriterien) korreliert werden.
- Konstruktvalidität kann dadurch erreicht werden, dass Korrelationen mit gleichen oder anderen Messinstrumenten erfolgen (Bortz & Döring, 2016; Bühner, 2011; Hussy et al., 2013; Riese & Reinhold, 2014).

Die Validität eines Messinstruments kann als das wichtigste Gütekriterium angesehen werden. Gleichzeitig ist dessen Erfassung und Überprüfung jedoch sehr viel aufwändiger als die der anderen beiden Gütekriterien (Bortz & Döring, 2016; Schmiemann & Lücken, 2014). Auch hier sei mit Blick auf die oberen Abschnitte dieses Kapitels zu den beiden Fragebögen und die dort bereits angeführte Literatur sowie fehlende empirische Forschungsarbeit zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften aus dem deutschen Bildungsbereich darauf verwiesen, dass die Validitätsprüfung der beiden Messinstrumente nur bedingt nötig und möglich war. Die Inhaltsvalidität ist dadurch gewährleistet, dass beide Fragebögen das Konstrukt vom Wesen der Naturwissenschaften basierend auf den sieben Kerndimensionen erheben. Beide Fragebögen erheben somit die grundlegenden Aspekte. Zusätzlich wurde im Vortest die Inhaltsvalidität beider Fragebögen dadurch sichergestellt, dass die Schülerinnen und Schüler neben inhaltlichen Ausführungen auch Anmerkungen, Hinweise und Fragen zu den jeweiligen Aufgabenstellungen (offener Fragebogen) und Items (geschlossener Fragebogen) notieren durften und sollten.

Durch die Interviews mit den Schülerinnen und Schülern wurde der offene Fragebogen durch die Form der kommunikativen Validierung hinsichtlich seiner Gültigkeit getestet (Flick, 2000; Reinders, 2016). Die kommunikative Validierung blieb bei der Hauptuntersuchung erhalten. Nach Bortz und Döring (2016) wird eine Korrelation mit Außenkriterium (Kriteriumsvalidität) dadurch erschwert, „dass vielfach kein adäquates Außenkriterium benannt werden kann“ (Bortz & Döring, 2016, S. 201). Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu einem Sachverhalt mit einem Außenkriterium wie bspw. ihren Interessen oder Schulnoten in naturwissenschaftlichen Schulfächern<sup>12</sup> (Schmiemann & Lücken, 2014) zu korrelieren, ist ungeeignet.

---

<sup>12</sup> An dieser Stelle sei die Schulnote (z. B. als Durchschnitt der Einzelnoten der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer Biologie, Chemie, Physik und Mathematik) nur zur beispielhaften Demonstration eines Außenkriteriums gewählt. Die Diskussion über die Objektivität und Durchschnittsbildung bei Schulnoten soll hier nicht geführt werden.

Hieraus kann deshalb keine Kriteriumsvalidität hergeleitet werden. Mangels deutschsprachiger Fragebögen zum Erfassen der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften, die den klassischen Gütekriterien entsprechen, kann die Konstruktvalidität nicht berechnet werden. Der Fragebogen „Views of Nature of Science Questionnaire - Version D+“ ist eine Adaption seiner Vorgängerversionen. Eine detaillierte Darstellung der Prüfung der Konstruktvalidität des Fragebogens in seiner Fassung Version B findet sich bei Lederman et al. (2002). Im Rahmen dieser Forschungsarbeit konnte eine Studie gefunden werden, die Ergebnisse zur Inhaltsvalidierung des Fragebogens „Views of Nature of Science Questionnaire“ in der Fassung Version „D+“ veröffentlichte (Kiani, Karimi, Mohammadi & Shamshiri, 2018). Kiani et al. (2018) haben verschiedenen Expertinnen und Experten eine Übersetzung des englischsprachigen Fragebogens in deren Landessprache (persisch) vorgelegt und einschätzen lassen, inwieweit sich nach deren Einschätzung die Einzelfragen der persischen Übersetzung auf die sieben Kerndimensionen zum Wesen der Naturwissenschaften beziehen. Die anschließenden statistischen Berechnungen zeigen, dass die beteiligten Expertinnen und Experten den Fragebogen für valide befinden (Kiani et al., 2018). Offen bleibt jedoch, ob die angefertigte Übersetzung des Fragebogens nach wissenschaftlichen Standards erfolgte. Zudem bezieht sich die Validitätsprüfung auf die persische Übersetzung. Somit können die Ergebnisse der Arbeit von Kiani et al. (2018) nur eingeschränkt für diese Arbeit verwendet werden. Da durch die Inhaltsvalidierung geprüft wurde, ob die sieben Kerndimensionen zum Wesen der Naturwissenschaften durch die einzelnen Fragen des Fragebogens repräsentiert sind, und da diese Einschätzung unabhängig von der Übersetzung in die jeweilige Landessprache sein sollte, werden die Erkenntnisse aus der Arbeit von Kiani et al. (2018) als ein weiteres (entsprechend der Einschränkung relativiertes) Argument für die Validität des Fragebogens gewertet.

### **3 Die Intervention – Biologieunterricht an zwei verschiedenen Lernorten**

Das Potenzial, das außerschulische Lernorte für die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler haben kann, ist Gegenstand zahlreicher Forschungen und wurde bereits dargestellt. Es sei daher an dieser Stelle auf die entsprechenden Kapitel dieser Arbeit und stellvertretend für die Vielzahl an Publikationen auf Groß (2007) und Wilde et al. (2019) verwiesen. Kritisch muss dabei gesehen werden, dass außerschulische Lernorte nicht regelmäßig, sondern häufig nur einmal oder selten aufgesucht werden. Dies kann sich sogar nachteilig auf die Zielverwirklichung auswirken, die mit dem Besuch intendiert ist („Novelty-Effekt“) (Wilde et al., 2019). Durch die sprachliche Kennzeichnung des Lernorts als „außerschulisch“ wird dies sogar noch verstärkt. Schulische Exkursionen werden dann eher von Schülerinnen und Schüler (und Lehrerinnen und Lehrer) nicht so sehr als bildungsrelevante Veranstaltungen, sondern vielmehr als erlebnispädagogische Ausflüge wahrgenommen.



Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde der Schulgarten daher als Lernort verstanden, der während des regulären Fachunterrichts Biologie im Themenfeld Ökologie als Lernort genutzt und durch einen Teil der Schülerinnen und Schüler (Interventionsgruppe) aufgesucht wurde. Die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe wurden während des Zeitraums im naturwissenschaftlichen Fachraum im Schulgebäude unterrichtet. Ein Wechsel der Schülerinnen und Schüler zwischen den beiden Gruppen erfolgte nicht. Der reguläre Unterricht in seiner didaktisch und methodischen Ausgestaltung war für beide Gruppen gleich. Die beiden Gruppen unterschieden sich somit lediglich im Lernort, an dem sie unterrichtet wurden. Nachfolgend erfolgt daher die didaktische Legitimation des Unterrichts sowie planerische und organisatorische Ausführung, die durch die Gestaltung des Forschungsdesigns bedingt war.

### **3.1 Rahmenplanimplementierung des geplanten Unterrichts**

Dem Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern zufolge ist „die Aufgabe von Schule, den Lernenden Wissen und Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, Einstellungen und Haltungen mit dem Ziel zu vermitteln, die Entfaltung der Persönlichkeit und die Selbstständigkeit ihrer Entscheidungen und Handlungen so zu fördern, dass sie befähigt werden, aktiv und verantwortungsvoll am sozialen, wirtschaftlichen, kulturellen und politischen Leben teilzuhaben“ (MBWK, o. J., S. 1). Dies hat zur Konsequenz, dass eine adäquate naturwissenschaftliche Grundbildung bei Schülerinnen und Schülern auszubilden und zu fördern ist. Dies kann durch fachpraktisches naturwissenschaftliches Arbeiten im Fachunterricht Biologie erreicht werden, da dadurch das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften gefördert werden kann. Ein Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften kann als unverzichtbar für eine naturwissenschaftlich grundgebildete Person angesehen werden.

In der Unterrichtseinheit im Themenfeld Ökologie wurde die Forderung nach praktischem und reflektiertem naturwissenschaftlichen Arbeiten während des regulären Fachunterrichts Biologie berücksichtigt (siehe Tabelle 4). Bezüglich der ausgewählten naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen wurde sich nach den Forderungen des Rahmenplans und der Bildungsstandards gerichtet (siehe Tabelle 23 und Tabelle 24).

Im Rahmenplan Biologie für die Jahrgangsstufe 7 bis 10 wird das Themenfeld „Organismen in ihrer Umwelt“ (für den nichtgymnasialen Bildungsgang, MBWK, 2011b) bzw. das Themenfeld „Ökologie“ (für den gymnasialen Bildungsgang, MBWK, 2011a) als verbindlich ausgewiesen. Die Forschungsarbeit fand mit Schülerinnen und Schülern beider Bildungsgänge statt. Da sich der geforderte Kompetenzerwerb und die verbindlichen Inhalte im Themenfeld zwischen den beiden Bildungsgängen nur marginal unterscheiden, wurde der Unterricht an den Forderungen des Rahmenplans für den gymnasialen Bildungsgang ausgerichtet; fortan wird daher das Themenfeld mit „Ökologie“ bezeichnet. Dies liegt vor allem in der Stichprobe für die Hauptuntersuchung begründet. Dem Themenfeld „Ökologie“ stehen, nach den Rahmenplänen für

den nichtgymnasialen und den gymnasialen Bildungsgang die Themenfelder „Der Mensch“ und „Pflanzen und ihre Bedeutung“ voran. Es folgen dem Themenfeld „Ökologie“ die Themenfelder „Vererbung“ (für den nichtgymnasialen Bildungsgang) bzw. „Genetik“ (für den gymnasialen Bildungsgang) sowie „Evolution“ (MBWK, 2011a, 2011b). Die Reihenfolge der Themenfelder stimmt mit den schulinternen Plänen und dem Vorgehen der beteiligten Biologiefachlehrerinnen und -lehrer nach deren eigenen Aussagen überein.

Der Fachunterricht zielt jedoch nicht auf Inhaltsvermittlung, sondern auf Kompetenzerwerb. Hierbei wird sich an den Kompetenzen der Bildungsstandards Biologie (KMK, 2004a) orientiert (MBWK, o. J., 2011a, 2011b). Die Schülerinnen und Schüler sollen durch „[s]chulische Bildung und Erziehung [...] die für die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben, die Gestaltung eines sinnerfüllten Lebens und das erforderliche Bestehen im Beruf notwendig[en]“ (MBWK, o. J., S. 3) Kompetenzen erwerben und entwickeln. Die Kompetenzförderung erfolgte in den vier Kompetenzbereichen Fachwissen (inkl. der drei Basiskonzepte „System“, „Struktur und Funktion“ und „Entwicklung“), Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung (siehe Tabelle 5).

Tabelle 4: Schwerpunktmäßige naturwissenschaftliche Arbeitsweise der jeweiligen Unterrichtsstunde

Block	Fkt. <sup>13</sup>	Inhalte	schwerpunktmäßige naturwissenschaftliche Arbeitsweise
1.	E	Ökologie, Biozönose, Biotop, abiotische und biotische Faktoren	Beobachten, Vergleichen
2.	V	Abhängigkeit der Lebewesen von Umweltfaktoren	Beobachten, Experimentieren, Vergleichen
3.	V	Beziehungen zwischen Lebensraum und Lebewesen, Toleranzkurve	Vergleichen, Modellieren
4.	V ; F	Nahrungsbeziehungen, Wiederholung	Modellieren
5.	K ; F	1. Lernerfolgskontrolle, Bestimmungsübungen	Bestimmen
6.	V	Inner- und zwischenartliche Beziehungen, Veränderungen von Ökosystemen	Vergleichen, Modellieren
7.	V	Stoffkreislauf und Energiefluss, Zustände von Ökosystemen	Modellieren
8.	V ; F	Mensch und Umwelt, Schutzmaßnahmen, Wiederholung	Modellieren
9.	K ; F	2. Lernerfolgskontrolle, Bestimmungsübungen	Bestimmen

<sup>13</sup> Funktion: E = Einführung, F = Festigung, K = Kontrolle, V = Vermittlung

Tabelle 5: Im Rahmen der Unterrichtseinheit zu fördernde Standards, Basiskonzepte und Kompetenzbereiche

(eigene Darstellung nach KMK, 2004a; MBWK, 2011a)

Standard		Basiskonzept	Kompetenzbereich
Die Schülerinnen und Schüler ...			
F 1.3	... erklären Ökosystem und Biosphäre als System.	System	Fachwissen
F 1.4	... beschreiben und erklären Wechselwirkungen im Organismus, zwischen Organismen sowie zwischen Organismen und unbelebter Materie.		
F 1.6	... stellen einen Stoffkreislauf sowie den Energiefluss in einem Ökosystem dar.		
F 2.4	... beschreiben und erklären Struktur und Funktion von Organen und Organsystemen, z. B. bei der Stoff- und Energieumwandlung, Steuerung und Regelung, Informationsverarbeitung, Vererbung und Reproduktion.	Struktur und Funktion	
F 2.5	... beschreiben die strukturelle und funktionelle Organisation im Ökosystem,		
F 3.4	... beschreiben ein Ökosystem in zeitlicher Veränderung.	Entwicklung	
E 4	... ermitteln mithilfe geeigneter Bestimmungsliteratur im Ökosystem häufig vorkommende Arten.	Erkenntnisgewinnung	
E 5	... führen Untersuchungen mit geeigneten qualifizierenden oder quantifizierenden Verfahren durch.		
E 6	... planen einfache Experimente, führen die Experimente durch und/oder werten sie aus.		
E 7	... wenden Schritte aus dem experimentellen Weg der Erkenntnisgewinnung zur Erklärung an.		
E 8	... erörtern Tragweite und Grenzen von Untersuchungsanlage, -schritten und -ergebnissen.		
E 9	... wenden Modelle zur Veranschaulichung von Struktur und Funktion an.		
E 10	... analysieren Wechselwirkungen mit Hilfe von Modellen.		
E 12	... erklären dynamische Prozesse in Ökosystemen mithilfe von Modellvorstellungen.		
E 13	... beurteilen die Aussagekraft eines Modells.		
K 1	... kommunizieren und argumentieren in verschiedenen Sozialformen.		Kommunikation
K 2	... beschreiben und erklären Originale oder naturgetreue Abbildungen mit Zeichnungen oder idealtypischen Bildern.		
K 3	... veranschaulichen Daten messbarer Größen zu Systemen, Struktur und Funktion sowie Entwicklung angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder bildlichen Gestaltungsmitteln.		
K 4	... werten Informationen zu biologischen Fragestellungen aus verschiedenen Quellen zielgerichtet aus und verarbeiten diese auch mit Hilfe verschiedener Techniken und Methoden adressaten- und situationsgerecht.		
K 10	... wenden idealtypische Darstellungen, Schemazeichnungen, Diagramme und Symbolsprache auf komplexe Sachverhalte an.		
B 5	... beschreiben und beurteilen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in einem Ökosystem.	Bewertung	

### **3.2 Rahmenbedingungen des geplanten Unterrichts**

Der Unterricht fand im zweiten Schulhalbjahr des Schuljahres 2018/19 im Rahmen des regulären Biologieunterrichts einmal in der Woche in einem 90-minütigen Block statt. Zwei der fünf Klassen (Klasse 3 und 5) wurden vormittags, drei der fünf Klassen (Klasse 1, 2 und 4) mittags unterrichtet. Die vorbereitenden Absprachen zum Forschungsvorhaben erfolgten mit den jeweiligen Biologiefachlehrerinnen und -lehrern, die die Klassen bereits im ersten Schulhalbjahr des Schuljahres 2018/19 (und teilweise auch in den vorigen Schuljahren) unterrichtet haben. Aufgrund persönlicher Umstände fiel eine Lehrperson für das zweite Schulhalbjahr 2018/19 aus. Sie wurde durch Biologiefachlehrerinnen und -lehrer ersetzt, die die Schülerinnen und Schüler bereits aus dem Unterricht in anderen Fächern kannten. Somit haben zwei Klassen jeweils eine neue, aber ihnen bekannte Lehrperson für den Biologieunterricht im zweiten Schulhalbjahr des Schuljahres 2018/19 erhalten. In den fünf Klassen wurden unterschiedliche Schulbücher verwendet. Nicht alle Schülerinnen und Schüler konnten dabei auf alle Schulbücher zugreifen.

Die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe wurden durch die jeweiligen Biologiefachlehrerinnen und -lehrer im naturwissenschaftlichen Fachunterrichtsraum unterrichtet. Die Ausstattung der Fachräume kann als „Standard“ bezeichnet werden. Sie verfügten jeweils über eine Kreidetafel, Lehrkraftarbeitstisch inkl. Medienanschlüsse (Gas, Wasser, Strom), fest montierte Arbeitsplätze für die Schülerinnen und Schüler (teilweise ohne direkte Medienanschlüsse), einen fest montierten Beamer inkl. zugehörigen Anschlüssen (HDMI, VGA) für den Laptop und eine Projektionswand sowie einen mobilen Overheadprojektor. Internetanschlüsse waren vorhanden, teilweise jedoch nicht aktiviert und einsetzbar oder nur eingeschränkt nutzbar. Die mediale Ausstattung (Stopfpräparate, Modelle, Arbeitsmittel wie Glaswaren oder Chemikalien) war zwischen den beiden Schulen sehr unterschiedlich. An die Fachräume angrenzende Vorbereitungsräume ermöglichten die Lagerung von Unterrichtsmaterialien und Medien.

Die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe wurden durch den Autor dieser Arbeit im Schulgarten der Fachdidaktik Biologie der Universität Rostock unterrichtet. Dieser befindet sich in einem abgegrenzten Bereich im Botanischen Garten der Universität Rostock. Der Schulgarten wurde durch die Schülerinnen und Schüler zu Fuß oder mit dem Fahrrad während der Pause zwischen der vorangegangenen und der nachfolgenden Unterrichtsstunde aufgesucht. Im Schulgarten steht ein festes, massives Gartenhaus, in dem sich u. a. Gartengeräte, Schränke mit Handgeräten, Sämereien und Werkzeug sowie bewegliches Mobiliar (Tische, Bänke und Stühle) befinden. Zusätzlich wurde ein Zelt pavillon aufgestellt. Unter diesem wurde das Mobiliar aufgebaut, sodass alle Schülerinnen und Schüler einen Sitz- und Schreibplatz vorfanden. Ein Flipchartboard ersetzte die Tafel. Nutzwasser und Stromanschluss waren vorhanden. Arbeitsmittel sowie Medien befinden sich standardmäßig nicht im Gartenhaus. Sie konnten jedoch für die Forschungsarbeit in den Schränken im Gartenhaus verwahrt werden.

### 3.2.1 Planung des Unterrichts

In Vorbereitung auf den Unterricht erfolgte ein Gespräch mit den unterrichtenden Biologiefachlehrerinnen und -lehrern. Ziel war es zum einen über die bisherigen Unterrichtsinhalte informiert zu werden, um zu wissen, von welchem Vorwissen bei den Schülerinnen und Schülern ausgegangen werden konnte. Zum anderen sollten die Biologiefachlehrerinnen und -lehrer die Möglichkeiten erhalten, ihre Erwartungen, Wünsche und Ziele zu äußern, die sie mit der Unterrichtseinheit verwirklichen wollten. Zusätzlich konnten währenddessen schulinterne Abstimmungen bspw. Absprachen bezüglich des Aufbaus eines Protokolls, der Anfertigung von Mitschriften oder der Anzahl der Lernerfolgskontrollen getroffen werden. Dies war insbesondere deshalb bedeutsam, weil es sich bei der Intervention um regulären Biologieunterricht handelte, der somit auch anschlussfähig an die kommenden Unterrichtseinheiten sein musste, und weil die Schülerinnen und Schüler aus zwei unterschiedlichen Schulen stammten. Somit war davon auszugehen, dass Kompromisse nötig waren. Ziel war es, eine Unterrichtseinheit zu erstellen, die den Anforderungen aller Biologiefachlehrerinnen und -lehrer gerecht wird. Eine Differenzierung des Unterrichtsangebots zwischen den einzelnen Gruppen war auf Grundlage der Ceteris-paribus-Annahme bei einem Experiment nicht zulässig. Die beteiligten Biologiefachlehrerinnen und -lehrer zeigten sich diesbezüglich einsichtig und kompromissbereit. Aufgrund von verpflichtenden Betriebspraktika der Schülerinnen und Schüler einer Schule war das zweite Schulhalbjahr des Schuljahres 2018/19 für den Fachunterricht um die entsprechenden Wochen gekürzt. Dies musste bei der Planung ebenfalls berücksichtigt werden.

Die Planung der einzelnen Unterrichtsstunden erfolgte durch den Autor dieser Arbeit auf Basis der gültigen Rahmendokumente für den Unterricht im Fach Biologie in Mecklenburg-Vorpommern (KMK, 2004a; MBWK, 2011a, 2011b). Dabei wurden die Anforderungen der beteiligten Biologiefachlehrerinnen und -lehrer entsprechend berücksichtigt. Die Planung stützte sich auf aktuelle Literatur zur Fachwissenschaft (u. a. Begon, Howarth & Townsend, 2017; Reece et al., 2016; Sadava, Hillis, Heller & Hacker, 2011), zur Fachdidaktik (u. a. Berck & Graf, 2018; Gropengießer, Harms & Kattmann, 2013) und zu Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern (u. a. Hammann & Asshoff, 2015; Kattmann, 2014, 2016). Unterrichtshilfen wie bspw. Handreichungen und Kopiervorlagen von Lehrmittelherstellern, Texte aus Schullehrbüchern und Abbildungen aus Online-Bilderdatenbanken wurden ebenfalls unter Beachtung und Wahrung geltender rechtlicher Bestimmungen verwendet. Die lernförderliche Vermittlung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften durch praktisches und reflektierendes naturwissenschaftliches Arbeiten orientierte sich an einschlägigen Studien (Cofré et al., 2019; Heering & Kremer, 2018; Hodson, 2014; Höttecke, 2001a; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002).

Die Stundenverlaufsplanungen der einzelnen Unterrichtsstunden inkl. Materialien wurden den beteiligten Biologiefachlehrerinnen und -lehrern vorab zur Sichtung und Kommentierung zur Verfügung gestellt. So-

weit erforderlich (z. B. Asseln als Naturobjekte für die zweite Unterrichtsstunde, Auszüge aus Bestimmungsschlüsseln für die fünfte und neunte Unterrichtsstunde) wurden die Materialien im Vorfeld an die Schulen gebracht und dort verwahrt.

Die inhaltliche Übersicht der einzelnen Stunden kann Tabelle 4 entnommen werden.

### **3.2.2 Durchführung, Reflexion und Adaption des Unterrichts**

Alle Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe wurden durch die jeweiligen Biologiefachlehrerinnen und -lehrer im naturwissenschaftlichen Fachunterrichtsraum im Schulgebäude unterrichtet (vier Biologiefachlehrerinnen und -lehrer unterrichteten die fünf Gruppen). Die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe wurden alle durch den Autor dieser Arbeit im Schulgarten unterrichtet. Die Einschränkung, dass die Variable „Lehrperson“ nicht bei allen Gruppe gleich ist, musste für das quasi-experimentelle Design der Studie unter der Prämisse der empirischen Schulforschung unter Berücksichtigung schulorganisatorischer und -planungstechnischer Bedingungen eingegangen und hingenommen werden. Die Stundenverlaufsplanungen sind daher detailliert ausgeführt. Die Phasen des praktischen naturwissenschaftlichen Arbeitens und des Reflektierens über die durchgeführte Arbeitsweise sind in den Stundenverlaufsplanungen entsprechend gekennzeichnet. Die verwendeten Medien und Materialien (z. B. Durchführungsvorschriften für praktische Arbeitsphasen, Bestimmungsschlüssel, Texte und Abbildungen) sind für alle Gruppen gleich gewesen, sodass der Unterrichtsablauf trotz verschiedener Biologiefachlehrerinnen und -achlehrer als weitgehend einheitlich und somit standardisiert bezeichnet werden kann. Abweichungen von den vorgegebenen Stundenverlaufsplanungen wurden durch die Biologiefachlehrerinnen und -lehrer nicht berichtet. Die angegebenen Ziele der einzelnen Unterrichtsstunden wurden soweit erreicht, dass eine eventuelle Anpassung nachfolgender Unterrichtsstunden für vier der fünf Klassen (Klassen 1, 2, 4 und 5) nicht erfolgen musste. Lediglich bei einer der fünf Klassen (Klasse 3) reduzierte sich aufgrund von verpflichtenden schulischen Veranstaltungen für andere Unterrichtsfächer (z. B. Exkursionen) die für die Intervention zur Verfügung stehende Unterrichtszeit. In Rücksprache mit der Lehrperson der entsprechenden Klasse wurden Unterrichtsinhalte zusammengefasst sowie Anwendungs- und Wiederholungsaufgaben als Hausaufgabe aufgegeben und deren Erarbeitung somit aus der reinen Unterrichtszeit ausgelagert. Der zeitliche Anteil am praktischen naturwissenschaftlichen Arbeiten und die Reflexion über die durchgeführte Arbeitsweise (wie in den Verlaufsplanungen entsprechend gekennzeichnet) wurde nicht gekürzt. Forschungen legen nahe, dass bereits einige Wochen ausreichen, um durch praktisches und reflektiertes naturwissenschaftliches Arbeiten ein Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften zu fördern (Cofré et al., 2019; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Trotz der Anpassung der Unterrichtszeit in Klasse 3 kamen die Schülerinnen und Schüler auf sechs Blöcke Biologieunterricht (an-

statt der ursprünglich geplanten 9 Unterrichtsblöcke). Da die Zeit für das praktische und reflektierte naturwissenschaftliches Arbeiten der Klasse 3 im Vergleich zu den Klassen 1, 2, 4 und 5 nicht gekürzt wurde, können sie weiterhin als gleichwertig betrachtet werden. Eine Übersicht über die durchgeführten Unterrichtsstunden wird im kommenden Kapitel zur Ergebnisauswertung der Hauptuntersuchung präsentiert (siehe Tabelle 7). Dort wird noch einmal dargelegt, wie mit Änderungen im Interventionsablauf umgegangen und wie diesem Umstand bei der Datenauswertung Rechnung getragen wurde.

### **Kapitelzusammenfassung**

Die Fachdidaktik Biologie ist eine eigenständige Wissenschaftsdisziplin inkl. Forschungsarbeit. Sie kann der bildungswissenschaftlichen Forschung zugeordnet werden. Damit ist sie ein Teilbereich sozialwissenschaftlicher Forschung und bedient sich zum Teil ihres Theorie- und Methodenpools (mit Anpassungen der Theorie und Methoden an den naturwissenschaftsdidaktischen Kontext). Neben wichtigen theoretischen Arbeiten ist die Fachdidaktik Biologie aber auch eine empirisch forschende Wissenschaft. Das Forschungsdesiderat bzgl. der Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Wesen der Naturwissenschaften aus empirischer biologiefachdidaktischer Forschungsperspektive wurde dargelegt. Ebenso wurde die Zielsetzung dieser Arbeit sowie die damit verbundenen Leit- und Forschungsfragen inkl. der zu prüfenden Hypothesen präsentiert.

„Möchte man das Lernen von Schüler[innen und Schülern] untersuchen, liegt es zunächst nahe, dorthin zu gehen, wo Lernen vermutlich stattfindet: in den Unterricht“ (von Aufschnaiter, 2014, S. 81). Mit diesen Worten leitet von Aufschnaiter ihr Kapitel zur Legitimation von „Laborstudien zur Untersuchung von Lernprozessen“ ein. Trotz des Plädoyers für Laborstudien in ihrem Beitrag wird folgerichtig der Nachteil festgestellt, dass „in einer Laborstudie ungeklärt [bleibt], ob sich die ermittelten Effekte auch im Feld einstellen“ (von Aufschnaiter, 2014, S. 85). Hierin sieht der Autor dieser Arbeit vor allem die Legitimation von fachdidaktischer Forschung als Feldforschung.

Empirische Forschung als Feldforschung muss sich jedoch, zu Gunsten ihres empirischen Feldcharakters, bestimmter Einschränkungen bewusst sein. So sind die Stichproben in der Bildungsforschung im Regelfall nicht randomisiert, was zu einer Einschränkung bzgl. der Verallgemeinerung der Forschungsergebnisse führt. Ebenfalls können ggf. nicht alle Variablen konstant gehalten werden. Es handelt sich hierbei um Anforderungen an klassische experimentelle Forschung, mit denen die „[e]mpirische Unterrichtsforschung [...] konfrontiert [wird und] dem die Unterrichtsforschung nicht genügen [kann]“ (Wellenreuther, 2015, S. 14). Dies ist am Beispiel dieser Arbeit in den Ausführungen zur Interventionsmaßnahme verdeutlicht worden. Bei Forschung im authentischen Feld „Schule“ muss, zu Gunsten der empirischen Feldforschung, hingenommen werden, dass ggf. nicht alle Gruppen von der gleichen Lehrperson unterrichtet

werden können oder dass einzelne Interventionseinheiten (z. B. Unterrichtsstunden) für einzelne Gruppen anders als in den anderen Gruppen stattfinden. Da es sich bei diesen „Einschränkungen“ jedoch um schulalltägliche Ereignisse handelt, sollten sie nicht als Schwächen, sondern für die realistische empirische Bildungs- und Schulforschung als Stärken betrachtet werden. Sie müssen transparent dargelegt werden und entsprechend ihrer Auswirkung auf die Datenqualität und -aussagekraft sowie auf die Verallgemeinerung der Daten von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit kritisch betrachtet und entsprechend bewertet werden.

Die Einschränkungen bedeuten dabei nicht, dass empirische fachdidaktische Feldforschung frei von jeglichen Qualitätsanforderungen und Maßnahmen der Qualitätssicherung arbeitet. Auch sie muss bzgl. der klassischen Gütekriterien „Objektivität“, „Reliabilität“ und „Validität“ einer entsprechenden Prüfung standhalten. Die Forschungsmethodik sowie die verwendeten Forschungsinstrumente wurden in diesem Kapitel präsentiert und legitimiert. Die Forschungsinstrumente wurden hinsichtlich der klassischen drei Gütekriterien betrachtet, geprüft und bewertet. Im Rahmen der Betrachtung der Gütekriterien für die verwendeten Forschungsinstrumente mussten bereits Relativierungen für das Gütekriterium Reliabilität für den offenen Fragebogen im Rahmen der qualitativen Forschung vorgenommen werden.

Bei den drei klassischen Gütekriterien handelt es sich um die Gütekriterien für die Forschungsinstrumente. Im nachfolgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Hauptuntersuchung präsentiert. Zusätzlich erfolgt am Ende des Kapitels V eine Betrachtung des Forschungsvorhabens unter dem Schwerpunkt der Gütekriterien für qualitative und quantitative Forschungsdesigns.



## **IV Die Hauptuntersuchung**

---

### **1 Stichprobe**

Das Auswahlkriterium der Stichprobe war die Nähe der Schule zum Botanischen Garten (räumliches Kriterium). Der Schulgarten als Lernort für die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe befand sich im Botanischen Garten der Universität Rostock. Da der reguläre Fachunterricht in Biologie als Interventionsmaßnahme Bestandteil des „normalen“ Schulalltags der Schülerinnen und Schüler war, erfolgte die Auswahl der Stichprobe im fußläufig zu erreichenden Nahbereich des Botanischen Gartens der Universität Rostock. Dies stellte sicher, dass der Lernort sowohl für die Interventions- als auch für die Kontrollgruppe standardisiert war. Denn die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe konnten alle am selben Lernort unterrichtet werden. Auch wenn die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe an unterschiedlichen Schulen unterrichtet wurden, kann wegen der grundsätzlich gleichen Ausstattung der Schulen auch für diese von einem standardisierten Lernort ausgegangen werden.

Nach Genehmigung des Forschungsvorhabens durch das Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern wurde telefonisch Kontakt zu den Schulleitungen der in Frage kommenden Schulen aufgenommen, um sich nach Interesse zur Teilnahme an der Untersuchung zu erkundigen. Bei positiver Zusage wurde ein Informationsschreiben über die Fachschaften an die Biologiefachlehrerinnen und -lehrer gesendet. Insgesamt bekundeten drei von ihnen mit insgesamt fünf Klassen Interesse an einer Teilnahme.

Es handelt es sich daher um eine Teilerhebung. Die Stichprobe kann als bewusste Auswahl charakterisiert werden. Da das Kriterium zur Auswahl der Stichprobe nicht theoriegeleitet ist, sondern sich nach der räumlichen Lage in Bezug zum Botanischen Garten der Universität Rostock richtet, ist eine spezifischere Klassifikation der Stichprobe über die bewusste Auswahl hinaus nicht möglich (Hussy, Schreier & Echterhoff, 2013; Schnell, Hill & Esser, 2018). Durch die bewusste Auswahl und die nicht zufällige Zuordnung der Schülerinnen und Schüler auf die Interventions- und Kontrollgruppe ist die Stichprobe nicht randomisiert. Das Untersuchungsdesign muss daher als quasi-experimentell gekennzeichnet werden (Eifler, 2014). Dies hat Auswirkungen auf die Verallgemeinerung der Ergebnisse von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit, da inferenzstatistische Berechnungen nicht möglich sind (Schnell et al., 2018). Dies muss bei der Diskussion der Ergebnisse berücksichtigt werden. Somit musste sich für den Stichprobenumfang jedoch nicht an Empfehlungen für qualitative (Akremi, 2014) und quantitative (Häder & Häder, 2014) Forschung gehalten werden.

Nachdem die drei Biologiefachlehrerinnen und -lehrer ihr Interesse an der Teilnahme bekundet hatten, durften die Schülerinnen und Schüler wählen, ob sie den Unterricht am Lernort „Schulgarten“ oder am Lernort „Fachraum“ besuchen wollten. Sofern keine Zufallsaufteilung der teilnehmenden Schülerinnen

und Schüler auf Interventions- und Kontrollgruppe möglich ist, „sollten wenigstens nach relevanten Merkmalen wie Vorwissen, Motivation oder soziale Schichtzugehörigkeit gleiche Gruppen [...] gebildet werden“ (Wellenreuther, 2015, S. 22). Dadurch, dass sich die Schülerinnen und Schüler nach ihrem eigenen Interesse und ihrer Motivation einer der beiden Lernortgruppen zuordneten, ist diese Forderung erfüllt.

Die Stichprobe für die Hauptuntersuchung bestand aus insgesamt 52 Schülerinnen und 60 Schülern (N = 112, Stand: 9. Kalenderwoche 2019) der 9. Jahrgangsstufe, die alle etwa 15 Jahre alt waren (MD = 14,71; SD = 0,576). Die Verteilung der Schülerinnen und Schüler auf die Interventions- und Kontrollgruppe sowie die Klassen und Schulen zeigt Tabelle 6.

Tabelle 6: Zusammensetzung der Stichprobe für die Hauptuntersuchung

						Summe
<b>Schule</b>	A				B	2
<b>Lehrpersonen<sup>14</sup></b>						
– geplant	a	b	b	a	c	3
– durchgeführt	$V_a^1$	b	b	$V_a^2$	c bzw. $V_c$	4 bzw. 5
<b>Klassen-Nr.</b>	1	2	3	4	5	5
<b>Interventionsgruppe</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>52</b>
– Schülerinnen	6	5	4	2	6	23
– Schüler	7	7	6	8	1	29
<b>Kontrollgruppe</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>58</b>
– Schülerinnen	8	5	5	1	9	28
– Schüler	2	4	6	10	8	30
<b>Gesamt</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>110</b>

Die Abweichung zwischen 110, die durch die Addition der Schülerinnen und Schüler der einzelnen Gruppen gebildet wird, und den o. g. 112 Schülerinnen und Schüler ergibt sich dadurch, dass sich N = 112 (sowie die dort angegebene Verteilung von Schülerinnen und Schülern) auf die Anzahl der vorhandenen Stammdatenblätter bezieht, die 110 hingegen auf die Anzahl der anwesenden Schülerinnen und Schüler während des Biologieunterrichts. Ein Schüler wechselte vor der Intervention in eine Klasse, die nicht am

<sup>14</sup> Die Buchstaben (a, b und c) stehen für je eine Lehrperson. Lehrperson „c“ fiel geplant aus und wurde für drei Wochen durch eine andere Lehrperson (die Vertretung für Lehrperson c ( $V_c$ )) im Biologieunterricht vertreten. Lehrperson „a“ fiel ebenfalls kurzfristig für das gesamte zweite Schulhalbjahr des Schuljahres 2018/19 aus. Sie wurde durch die beiden Lehrpersonen (1 und 2) vertreten (die Vertretungen für Lehrperson a waren  $V_a^1$  und  $V_a^2$ ).

Forschungsvorhaben teilnahm, die andere Schülerin hat an einem Schülerinnenaustausch teilgenommen. Von beiden liegen jedoch Daten aus den Pretests vor. Daher wurden sie nicht aus der Stichprobe genommen.

## **2 Datenerhebung und Datenaufbereitung**

### **2.1 Datenerhebung**

Um aktuellen forschungsethischen und datenschutzrechtlichen Bestimmungen gerecht zu werden, wurden, die Schülerinnen und Schüler sowie deren gesetzliche Vertreterinnen und Vertreter mit einem Informationsschreiben im Januar 2019 über das Forschungsvorhaben informiert sowie um Genehmigung der damit verbundenen Datenerhebung gebeten (siehe Anhang).

Im Rahmen der Hauptuntersuchung wurden von den Schülerinnen und Schülern Daten mittels der folgenden Dokumente erhoben:

- Informationsschreiben an die Schülerinnen und Schüler sowie deren gesetzliche Vertreterinnen und Vertreter inkl. Einverständniserklärung
- Stammdatenblatt
- Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pretest) (deutschsprachige Übersetzung)
- Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Posttest) (deutschsprachige Übersetzung)
- Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ (SSzNdN) (adaptierte Version, siehe Abbildung 5 und Abbildung 6)

Der Fragebogen wurde insgesamt zu fünf unterschiedlichen Zeitpunkten eingesetzt. In der tabellarischen Übersicht zur Datenerhebung werden die verschiedenen Zeitpunkte mit fortlaufenden Ziffern gekennzeichnet:

- Fragebogen SSzNdN\_1
  - Fragebogen SSzNdN\_2
  - Fragebogen SSzNdN\_3
  - Fragebogen SSzNdN\_4
  - Fragebogen SSzNdN\_5
- Interview (mit Hilfe eines halbstrukturierten Interviewleitfadens)

Das Informationsschreiben wurde im Januar 2019 verteilt. Im selben Monat erfolgte die Dokumentation der Einverständniserklärung zur Datenerhebung und Datenverarbeitung.

Die zur Auswertung der Leit- und Forschungsfragen relevanten Daten wurden zwischen Januar 2019 und Januar 2020 erhoben. Eine Übersicht des zeitlichen Ablaufs zeigt Tabelle 7.

Tabelle 7: Übersicht über den zeitlichen Ablauf Datenerhebung

Schule			A				B	
Klasse			1	2	3	4	5	
M <sup>15</sup>	SHJ <sup>15</sup>	KW <sup>15</sup>						
Jan.	1. SKJ 2018/19	03 - 05	Informationsschreiben inkl. Einverständniserklärung					
Feb.		06 - 07	Winterferien (04.02. - 17.02.2019)					
	2. Schulhalbjahr – Schuljahr 2018/19	08 - 09	19.02.2019 Stammdatenblatt, Pretest	18.02.2019 Stammdatenblatt, Pretest	21.02.2019 Stammdatenblatt, Pretest	28.02.2019 Stammdatenblatt, Pretest	22.02.2019 Stammdatenblatt, Pretest	
		10						
Mär.		11 -	Interventionsmaßnahme					
Apr.		15	Osterferien (15.04. - 24.04.2019)					
		16						
		17						
		18 - 20	Interventionsmaßnahme					
Mai		21				23.05.2019 Posttest, SSzNdN_1	24.05.2019 Posttest, SSzNdN_1	
		22	28.05.2019 Posttest, SSzNdN_1					
Jun.		23		03.06.2019 Posttest, SSzNdN_1	05.06.2019 Posttest, SSzNdN_1			
	24 - 26	Pfingstferien (07.06. - 11.06.2019), Schulpraktika, Exkursionstage und Schulfest						
Jul.		27	Sommerferien (01.07. - 11.08.2019)					
Aug.		32						
Aug.	1. Schulhalbjahr – Schuljahr 2019/20	34	19.08.2019 SSzNdN_2	19.08.2019 SSzNdN_2	21.08.2019 SSzNdN_2	22.08.2019 SSzNdN_2	20.08.2019 SSzNdN_2	
		39	23.09.2019 SSzNdN_3	23.09.2019 SSzNdN_3	25.09.2019 SSzNdN_3	26.09.2019 SSzNdN_3	24.09.2019 SSzNdN_3	
Sep.								
		43	21.10.2019 SSzNdN_4	21.10.2019 SSzNdN_4	23.10.2019 SSzNdN_4	24.10.2019 SSzNdN_4	22.10.2019 SSzNdN_4	
		47 - 48	25.11.2019 SSzNdN_5	18.11.2019 SSzNdN_5	20.11.2019 SSzNdN_5	21.11.2019 SSzNdN_5	19.11.2019 SSzNdN_5	
Jan.		03 - 06	21.01.2020 04.02.2020 Interviews	20.01.2020 Interviews	22.01.2020 Interviews	16.01.2020 Interviews		
Feb.			07 - 08	Winterferien (10.02.-21.02.2020)				

<sup>15</sup> KW = Kalenderwoche; M = Monat; SHJ = Schulhalbjahr; SJ = Schuljahr

## 2.2 Datenaufbereitung

Bevor die erhobenen Daten (erfasste Merkmalsausprägungen) verarbeitet werden können, müssen diese in ein Datenformat gebracht werden, das eine weitere Verarbeitung ermöglicht (Lück & Landrock, 2014). Zur Verarbeitung der verschiedenen Dokumente zur Datenerhebung wurde mit Word und Excel das Text- und Tabellenkalkulationsprogramm von Microsoft Office verwendet. Für das maschinelle Einlesen des Stammdatenblattes und des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ wurden die verschiedenen Programme der Software „TeleForm“ verwendet. Zur Berechnung statistischer Kennwerte für die Datenauswertung wurde die Statistik- und Analyse-Software „Statistical Package for the Social Sciences“ (SPSS) von IBM (Version 25 bzw. Version 27) verwendet. Die Audioaufnahmen der Interviews erfolgte mit dem Aufnahmegerät „Digital Voice Multi-Function Stereo Recorder WS-852“ von Olympus.

Der für den Pre- und Posttest verwendete Fragebogen wurde durch insgesamt fünf Personen mit Hilfe des angefertigten Kodierleitfadens ausgewertet. Eine der fünf kodierenden Personen ist der Verfasser dieser Arbeit. Bei den anderen vier Personen handelt es sich um Studierende. Drei der vier Kodiererinnen und Kodierer studierten zum Zeitpunkt der Kodierung Lehramt mit der Fachkombination Biologie und einem weiteren allgemeinbildenden Unterrichtsfach, die verbleibende Person studierte im Masterstudien-gang Bildungswissenschaften. Die vier Kodiererinnen und Kodierer wurden durch den Verfasser dieser Arbeit bzgl. der Handhabung des Kodierleitfadens und der Kodierung der Antworten der Schülerinnen und Schüler geschult.

Die Kodierung der Antworten der Schülerinnen und Schüler des offenen Fragebogens erfolgte als quantitative Inhaltsanalyse (Bortz & Döring, 2016; Konrad, 2015; Rössler, 2010). Anhand des Kodierleitfadens wiesen die Kodiererinnen und Kodierer den Antworten der Schülerinnen und Schüler eine Niveaustufe („naiv“, „transformiert“ oder „informiert“), „keine Antwort“ oder „keine Auswertung möglich“ zu. Die einzelnen Niveaustufen werden wie folgt voneinander abgegrenzt (Madsen & McKagan, 2018; o. A., o. J.):

- naiv: Die Antwort bezieht sich auf keine der angegebenen Merkmale.
- transformiert: Die Antwort bezieht sich zu Teilen auf die angegebenen Merkmale.
- informiert: Die Antwort bezieht sich auf mehrere angegebene Merkmale.
- keine Antwort: Die Schülerinnen und Schüler haben nichts geschrieben.
- keine Auswertung möglich: Die Schülerinnen und Schüler haben eine Antwort ohne Bezug zur Frage oder „keine Ahnung“, „weiß ich nicht“ o. ä. geschrieben.

Mit dem gleichen Vorgehen wurden auch die Transkripte der Interviews kodiert. Durch die Kodierung erfolgt die „Transformation der Antworttexte in Daten, die quantitativ [...] ausgewertet werden können“ (Hammann & Jördens, 2014, S. 170; Rössler, 2010).

Neben der Datenaufbereitung müssen die Daten noch bereinigt werden, da „nicht davon ausgegangen werden [kann], dass Datenerhebung und Datenaufbereitung fehlerfrei ablaufen“ (Lück & Landrock, 2014, S. 403). Die Bereinigung der Daten hat dabei nicht das Ziel, Daten zu manipulieren, sondern durch die Bereinigung sollen fehlerhafte Datensätze vermieden und dadurch einer Verfälschung der Ergebnisse vorgebeugt werden. „Da bei der Dateneingabe Fehler auftreten können, werden etwa 10 [Prozent] der Fragebögen auf korrekte Datenerfassung in SPSS kontrolliert“ (Tiemann & Körbs, 2014, S. 287). Dieser Empfehlung wurde bei allen eingelesenen Datensätzen gefolgt.

Beim maschinellen Einlesen der Fragebögen wurde das Programm so konfiguriert, dass bei jeder persönlichen ID durch den Verfasser dieser Arbeit ein Abgleich zwischen der Zeichenfolge (BBBZZB<sup>16</sup>), die durch das Programm „TeleForm“ erkannt wurde und der Zeichenfolge, die die Schülerinnen und Schüler notiert haben, erfolgt. Hierbei mussten einige persönliche IDs korrigiert werden. Dies war bspw. häufiger der Fall, wenn in der persönlichen ID der Schülerinnen und Schüler der Buchstabe „W“ vorkam. Dieser wurde sehr häufig durch „TeleForm“ als „V“ gelesen.

Bereits beim Einlesen des Stammdatenblattes wurde durch den Abgleich und der Korrektur bei fehlerhaft eingelesenen persönlichen IDs der Datensatz bereinigt. Weiterhin wurde sich die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Daten des Stammdatenblattes in SPSS angezeigt, um eine Plausibilitätsprüfung vornehmen zu können, um mögliche Fehler zu identifizieren (Lück, 2011).

Eine simple Plausibilitätsprüfung, ob Daten innerhalb eines gültigen Bereichs liegen, ist bspw. beim Stammdatenblatt bei der Frage nach dem Alter möglich. Unter Berücksichtigung der Stichprobe kann durch Darstellung der Häufigkeitsverteilung der einzelnen Daten geprüft werden, ob diese fehlerhaft eingelesen wurden. Es erscheint so gut wie unmöglich (nicht plausibel), dass Schülerinnen oder Schüler der 9. Jahrgangsstufe elf oder neunzehn Jahre alt sind. Diese Daten könnten aber bspw. auftreten, wenn beim maschinellen Einlesen durch unsaubere Handschriften statt der zulässigen vierzehn eine elf oder statt der zulässigen fünfzehn eine neunzehn gelesen wird. Ein anderes Beispiel für eine Plausibilitätsprüfung mit einem ungültigen Wert wäre die persönliche ID. Bei dieser ist der Geburtstag als Ziffernfolge an vierter und fünfter Position zu setzen. Da die maximal mögliche Anzahl an Tagen in einem Monat begrenzt ist, kann es keine persönliche ID der Schülerinnen und Schüler geben, bei der die vierzig an vierter und fünfter Position steht. Auch hier ist anzunehmen, dass durch ein schlechtes Schriftbild Ziffern falsch erkannt wurden.

---

<sup>16</sup> Entsprechend der Bildungsvorschrift für die persönliche ID der Schülerinnen und Schüler (siehe Abbildung 7) war die definierte Zeichenfolge eine Mischung aus Buchstaben (B) und Ziffern (Z). Das Programm ist dahingehend eingestellt worden, dass es die ersten drei und das letzte Zeichen als Buchstaben, die Zeichen an vierter und fünfter Position jedoch als Ziffern erkennt. Ein kreis- bis ovalförmiges Zeichen würde daher an erster, zweiter, dritter oder sechster Position als „O“, an vierter oder fünfter Position als „0“ gelesen werden.

Bereits diese Plausibilitätsprüfungen und ggf. Korrekturen fehlerhaft eingelesener Werte stellen eine Bereinigung des Datensatzes dar. Diese Bereinigung des Datensatzes dient jedoch nicht zur Manipulation des Datensatzes (im Sinne eines erwünschten Ergebnisses), sondern ausschließlich der Fehlerminimierung im Sinne einer Qualitätssicherung.

Da sich sowohl Datenaufbereitung als auch Datenbereinigung im Rahmen der Datenverarbeitung bei den beiden Fragebögen unterscheiden, wird nicht hier, sondern bei den jeweiligen Abschnitten zur Ergebnisauswertung der einzelnen Fragestellungen auf die Aspekte der Datenverarbeitung eingegangen.

### **3 Gütekriterien der klassischen Test- und Fragebogenkonstruktion**

Im Rahmen der Vorbereitung zur Hauptuntersuchung wurden bereits durch den Vortest die verwendeten Forschungsinstrumente auf die Gütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität getestet und eingeschätzt. In der Summe kann konstatiert werden, dass durch den Vortest gezeigt werden konnte, dass die beiden Fragebögen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ und „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ als objektiv, reliabel und valide zu kennzeichnen sind. Da der Vortest „unter Feldbedingungen, d. h. innerhalb der geplanten Zielgruppe und unter den geplanten Bedingungen [...] getestet“ (Weichbold, 2014, S. 302) wurde, haben die Ergebnisse zur Testung der Gütekriterien aus dem Vortest auch für die Hauptuntersuchung Gültigkeit. Es erfolgt daher aufbauend und ergänzend zu diesen Ausführungen die Beschreibung und Einschätzung der Gütekriterien für die Hauptuntersuchung.

#### **3.1 Objektivität**

Objektivität (Anwenderunabhängigkeit) bemisst sich daran, dass das Messinstrument personenunabhängig ist, sowohl in der Durchführung als auch in der Auswertung und Interpretation. Um die Durchführungsobjektivität sicherzustellen, wurde den Empfehlungen von Lederman et al. (2002) bzgl. der Rahmenbedingungen beim Einsatz des Fragebogens gefolgt. Neben den Hinweisen auf der ersten Seite des Fragebogens war der Verfasser dieser Arbeit als Versuchsleiter beim Bearbeiten der Fragebögen immer anwesend. Somit wurde sichergestellt, dass alle Schülerinnen und Schüler dieselben Instruktionen zur Bearbeitung der Fragebögen erhielten. Anders als im Vortest wurden alle Interviews im Rahmen der Hauptuntersuchung durch den Verfasser dieser Arbeit auf Basis halbstrukturierter Interviewleitfäden selbst geführt. Die Interviews wurden jedoch ausschließlich durch studentische Hilfskräfte transkribiert. Für den offenen Fragebogen wurden Auswertungs- und Interpretationsobjektivität durch den Kodierleitfaden, das Kodierbuch und die einheitlichen Transkriptionsregeln (Standartorthografie) gesichert. Die Kodiererinnen und Kodierer wurden vorab in der Handhabung des Kodierleitfadens und der Transkriptionsregeln geschult. Des Weiteren erfolgte die Kodierung für die Hauptuntersuchung nicht durch die Kodiererinnen und Kodierer des Vortests, sondern durch vier Personen, die noch nicht in die Forschungsarbeit

involviert waren. Auch wenn die Objektivität eine Personenunabhängigkeit bedingt, konnte somit ausgeschlossen werden, dass die Kodiererinnen und Kodierer durch eine Beteiligung am Vortest voreingenommen und nicht mehr neutral waren (Rössler, 2010). Für den geschlossenen Fragebogen wurde die Auswertungs- und Interpretationsobjektivität durch maschinelles Einlesen unter Berücksichtigung der Ausführungen zur Datenaufbereitung gewährleistet. Eine Datenbereinigung war bspw. bei der persönlichen ID oder dann notwendig gewesen, wenn die Itemauswahl der Schülerinnen und Schüler nicht eindeutig war. Auch hierfür wurden Kodierhinweise und ein Kodierbuch erstellt.

### 3.2 Reliabilität

Reliabilität (Zuverlässigkeit) bemisst sich daran, wie fehlerfrei das Messinstrument Daten erhebt. Eine komplett fehlerfreie Datenerhebung scheint unrealistisch (Lück & Landrock, 2014). Reliabilität ist somit ein Ausdruck davon, wie gering der Messfehler bei der Datenerhebung ist. Unter Berücksichtigung der bisherigen Ausführungen zur Notwendigkeit der Berechnung verschiedener Reliabilitäten (siehe oben) wird sich für die Einschätzung dieses Gütekriterium auf die Berechnung der internen Konsistenz gestützt. Die interne Konsistenz kann für offene Fragebögen mit mehr als zwei Kodiererinnen und Kodierer über Krippendorffs Alpha (für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“), für geschlossene Fragebögen über Cronbachs Alpha (für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“) angegeben werden. Die berechneten Werte für Krippendorffs Alpha und Cronbachs Alpha sind Tabelle 8, Tabelle 9 und Tabelle 10 zu entnehmen.

Tabelle 8: Krippendorffs Alpha  
für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Hauptuntersuchung  
(mit Kodierung „keine Antwort“ und „keine Auswertung möglich“)

	Pretest	Posttest (vor Interviews)	Posttest (nach Interviews)
<b>Krippendorffs Alpha</b>	<b>0,8643</b>	<b>0,7792</b>	<b>0,8104</b>
Kodierung naiv	779	809	789
Kodierung transformiert	251	144	153
Kodierung informiert	45	37	48
Kodierung keine Antwort	96	76	76
Kodierung keine Auswertung möglich	65	50	50

Krippendorffs Alpha ist ein statistisches Maß, das ausdrückt, inwieweit die Kodiererinnen und Kodierer eine Analyseeinheit mit dem gleichen Code versehen haben (Hayes & Krippendorff, 2007; Krippendorff, 2013). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Interkoder-Reliabilität bei der Kodierung von „keine



Antwort“ und „keine Auswertung möglich“ relativ hoch ist. Sollte eine Schülerin oder ein Schüler bei einer Frage nichts geschrieben haben, mussten die Kodiererinnen und Kodierer diese Antwort als „keine Antwort“ kodieren. Die Interkoder-Reliabilität der Kodiererinnen und Kodierer wäre in diesem hypothetischen Fall 1,0. Sollten bei der Auswertung sehr häufig die Codes für die Kodierung „keine Antwort“ oder „keine Auswertung möglich“ vergeben worden sein, würde Krippendorffs Alpha künstlich verzerrt werden. Es erfolgte daher die Berechnung von Krippendorffs Alpha inkl. aller zulässigen Kodiermöglichkeiten jeweils für den Pre- und für den Posttest, jeweils vor und nach den Interviews. Um die künstliche Verzerrung von Krippendorffs Alpha zu überprüfen, erfolgten die Berechnungen zusätzlich mit einem bereinigten Datensatz. Hierbei wurden alle Kodierungen „keine Antwort“ und „keine Auswertung möglich“ entfernt, bei denen alle Kodiererinnen und Kodierer einheitlich kodierten (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Krippendorffs Alpha  
für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Hauptuntersuchung  
(ohne Kodierung keine Antwort und keine Auswertung möglich)

	<b>Pretest</b>	<b>Posttest (vor Interviews)</b>	<b>Posttest (nach Interviews)</b>
<b>Krippendorffs Alpha</b>	<b>0,7800</b>	<b>0,6920</b>	<b>0,7399</b>
Kodierung naiv	779	809	789
Kodierung transformiert	251	144	153
Kodierung informiert	45	37	48
Kodierung keine Antwort	0	0	0
Kodierung keine Auswertung möglich	0	0	0

Bei beiden Tabellen (Tabelle 8 und Tabelle 9) liegen die Werte für Krippendorffs Alpha in einem akzeptablen Maß bezogen auf gängige Referenzwerte (Hammann & Jördens, 2014; Hayes & Krippendorff, 2007).

Tabelle 10: Cronbachs Alpha  
für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Hauptuntersuchung zu verschiedenen  
Zeitpunkten

Reliabilität der einzelnen Skalen des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“						
Skala	Cronbachs Alpha					
	Urhahne et al., 2008	t = 1	t = 2	t = 3	t = 4	t = 5
<b>Herkunft</b>	0,70	0,732	0,801	0,831	0,812	0,832
<b>Sicherheit</b>	0,66	0,633	0,793	0,859	0,842	0,889
<b>Entwicklung</b>	0,71	0,847	0,836	0,942	0,885	0,929
<b>Rechtfertigung</b>	0,71	0,728	0,607	0,824	0,741	0,846
<b>Einfachheit</b>	0,52	0,750	0,604	0,714	0,689	0,673
<b>Zweck</b>	0,62	0,852	0,838	0,858	0,883	0,848
<b>Kreativität</b>	0,54	0,515	0,543	<u>0,359</u>	0,636	0,629
<b>Gesamtreliabilität</b>						
– über alle 44 Fragen	0,84	0,885	0,907	0,926	0,934	0,935
– über alle 7 Skalen	---	0,735	0,793	0,767	0,828	0,802

nicht reliable Werte sind unterstrichen

In der Fachliteratur finden sich verschiedene Angabe, welchen Wert Cronbachs Alpha mindestens annehmen sollte, damit eine Skala als reliabel bezeichnet werden kann (Blanz, 2015; Brosius, 2018; Schlittgen, 2009; Schnell et al., 2018). Mit Orientierung an einem Wert für Cronbachs Alpha von mindestens 0,5 (Schnell et al., 2018) können, mit Ausnahme der Skala der Kerndimension „Kreativität“ beim dritten Einsatz, alle Skalen der Kerndimensionen als reliabel betrachtet werden.

### 3.3 Validität

Validität gibt an, dass das Messinstrument auch „das misst, was [es] messen soll, bzw. was [es] zu messen vorgibt“ (Bortz & Döring, 2016, S. 200). Dadurch, dass beide Fragebögen auf die theoretische Rahmung vom Wesen der Naturwissenschaften basierend auf den sieben Kerndimensionen zielen, wird die Inhaltsvalidität als gegeben angesehen. Bezüglich der Schwierigkeiten der Berechnung der Kriteriums- und Konstruktvalidität sei auch hier auf die bisherigen Ausführungen zu den Gütekriterien der Forschungsinstrumente verwiesen. Neben der kommunikativen Validierung durch die Follow-up-Interviews wird sich auf die Beiträge von Lederman et al. (2002) (für die Konstruktvalidität) und Kiani et al. (2018) (für die Inhaltsvalidität) gestützt.

In Zusammenschau der obigen Ausführungen und der Ausführungen zu den Gütekriterien der Forschungsinstrumente im Rahmen des Vortests können die Forschungsinstrumente für die Hauptuntersuchung als objektiv, reliabel und valide gekennzeichnet werden. Somit ist eine Datenauswertung auf Basis der mit den Forschungsinstrumenten erhobenen Daten zulässig.

## **4 Ergebnisse**

### **4.1 Niveaustufen an Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften der Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9**

Zur Beantwortung der Frage, welche Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe haben, wurden die Daten des Pretests des Fragebogens „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ verwendet. Der Fragebogen wurde durch 103 Schülerinnen und Schüler beantwortet. Alle bearbeiteten Fragebögen wurden bei der Auswertung berücksichtigt.

#### **Datenverarbeitung**

Die Antworten der Schülerinnen und Schüler wurden kodiert und dadurch einer Niveaustufe zugeordnet. Die Anzahl der Kodierenden und Kodierer diente der Sicherung der Gütekriterien, hat jedoch zur Folge, dass zu jeder Frage mehrere kodierte Merkmalsausprägungen vorliegen. Um die Daten in SPSS auswerten zu können, darf zu jeder Frage (Merkmal) nur eine Antwortkodierung (Merkmalsausprägung) vorliegen. Um den Kodierenden und Kodierern und ihren jeweiligen spezifischen Einschätzungen der Antworten der Schülerinnen und Schülern gerecht zu werden, wurde der Mittelwert aus den Kodierungen gebildet. Hierbei musste man der Herausforderung gerecht werden, dass das Skalenniveau der Kodierung ordinal ist. Eine Mittelwertberechnung bei ordinalskalierten Daten ist grundsätzlich nicht zulässig. In ihrem Beitrag verweist Baur jedoch darauf, „dass [die] Fehlergefahr extrem gering ist [...], wenn man ordinal skalierte Variablen als intervallskaliert interpretiert“ (Baur, 2011, S. 214). Daher wurde einmalig für die Feststellung der Merkmalsausprägung der Mittelwert berechnet. Für alle weiteren Analysen wird das ordinale Skalenniveau auch als solches behandelt und die dafür zulässigen Verfahren angewendet. Denn trotz der geringen Fehlergefahr appelliert Baur bezüglich des „Ordinalskalenproblems“, dass man „[i]n der Forschungspraxis [...] - soweit möglich - Verfahren für ordinale Variablen vorziehen“ (Baur, 2011, S. 221) solle, wenn es sich um ein ordinale Skalenniveau handelt, auch wenn dadurch nur wenige statistische Verfahren zur Auswertung genutzt werden können. Um dies zu ermöglichen, wird die aus dem Mittelwert gebildete Merkmalsausprägung mittels SPSS-Syntax mathematisch gerundet. Das Vorgehen wird an einem fiktiven Datensatz verdeutlicht (siehe Tabelle 11). Zusätzlich wird zur Legitimation und besseren Einschätzung des Vorgehens der Median mit angegeben.

Tabelle 11: Niveaueausprägung Mittelwertberechnung an einem fiktiven Beispiel

Schülerin bzw. Schüler	Kodiererrinnen und Kodierer					Niveaueausprägung		
	1	2	3	4	5	Mittelwert	Median	gerundet
A	0	1	0	0	0	0,2	0	0
B	1	2	2	1	1	1,4	1	1
C	2	3	2	1	1	1,8	2	2
D	2	3	3	2	3	2,6	3	3
E	2	2	2	2	2	2,0	2	2

Niveaustufen: 0 = keine Zuordnung und keine Angabe, 1 = naiv, 2 = transformiert, 3 = informiert

## Datenauswertung

In Diagramm 1 werden die Ausprägungen der Niveaustufen für die sieben Kerndimensionen dargestellt. Da die Kerndimensionen durch eine unterschiedliche Anzahl an Fragen im Fragebogen abgebildet werden, erfolgt die Darstellung in Diagramm 1 als relative Häufigkeit der kodierten Niveaueausprägungen. Eine Übersicht zur absoluten Anzahl und relativen Kodierung der jeweiligen Niveaueausprägungen sowie Angaben zum Median und zum Modus kann Tabelle 26 entnommen werden.

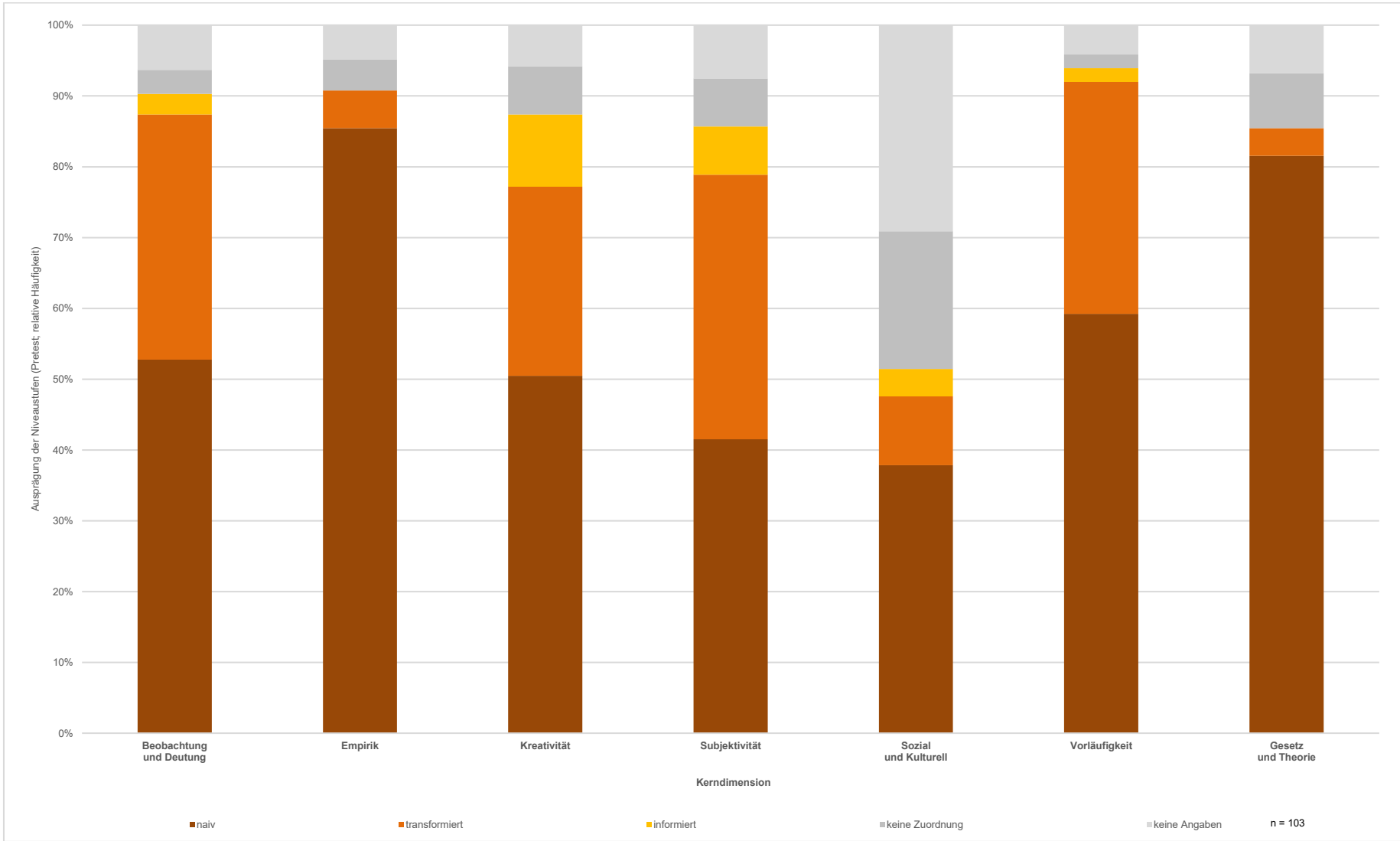
Diagramm 1 zeichnet hinsichtlich der Ausprägungen der Niveaustufen für die sieben Kerndimensionen ein diverses Bild. Es wird deutlich, dass in allen sieben Kerndimensionen die naive Niveaustufe die häufigste Ausprägung ist. Weiterhin ist zu erkennen, dass ebenfalls in allen sieben Kerndimensionen die transformierte Niveaustufe vorhanden ist. Die informierte Niveaustufe findet sich lediglich bei den fünf Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Vorläufigkeit“ wieder. Für die beiden Kerndimension „Empirik“ sowie „Gesetz und Theorie“ konnte keine informierte Niveaustufe kodiert werden.

Hinsichtlich des Verhältnisses der Niveaustufen naiv, transformiert und informiert innerhalb einer Kerndimension zueinander zeichnet sich ebenfalls ein heterogenes Bild ab. So zeigt sich bei den drei Kerndimensionen „Empirik“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“ eine überdeutliche Präsenz einer naiven Niveaustufe. Die transformierte Niveaustufe kommt lediglich mit einem Anteil von 0,6 Prozent (Kerndimension „Gesetz und Theorie“), 1,6 Prozent (Kerndimension „Sozial und Kulturell“) sowie 1,8 Prozent (Kerndimension „Empirik“) vor. Im Vergleich zu den vier Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Kreativität“, „Subjektivität“ sowie „Vorläufigkeit“ zeigt sich, dass bei diesen vier Kerndimensionen die naive Niveaueausprägung zwar auch die am häufigsten vorkommende ist, bei ihnen dennoch die transformierte Niveaustufe zwischen 8,9 Prozent (Kerndimension „Kreativität“) und 34,6 Prozent (Kerndimension „Beobachtung und Deutung“) auftritt. Die informierte Niveaustufe konnte lediglich bei den fünf Kerndi-

mensionen „Beobachtung und Deutung“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Vorläufigkeit“ gefunden werden. Sie nimmt dabei nicht einmal einen Anteil von 5,0 Prozent der Kodierungen ein (zwischen 0,6 Prozent (Kerndimension „Sozial und Kulturell“) und 4,5 Prozent (Kerndimension „Subjektivität“)).

Berücksichtigt man den späteren Lernort der Schülerinnen und Schüler, liegt für die Kerndimension „Gesetz und Theorie“ nach klassischen Bedingungen (Berücksichtigung der Kodiermöglichkeit „keine Zuordnung“ und „keine Angabe“) ein signifikanter Unterschied im Pretest zwischen den Schülerinnen und Schülern der Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 56,02$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 47,12$ ) vor ( $z = -2,222$ ;  $p = 0,026$ ;  $r = 0,22$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) vor. Nach strengen Bedingungen (unter Ausschluss der Kodieroption „keine Zuordnung“ und „keine Angabe“) geprüft lässt sich kein signifikanter Unterschied mehr im Pretest zwischen Interventions- und Kontrollgruppe für die Kerndimension „Gesetz und Theorie“ nachweisen ( $z = -0,336$ ;  $p = 0,737$ ). Eine Übersicht zu den zugehörigen Testergebnissen kann Tabelle 34 und Tabelle 35 entnommen werden.

Diagramm 1: Ausprägung der Niveaustufen für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pretest)



## **4.2 Veränderungen der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9**

Zur Beantwortung der Frage, ob sich die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe durch die Intervention verändern lassen, werden die Daten des Pre- und des Posttests des Fragebogens „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ verwendet. Der Pretest wurde durch 103, der Posttest durch 100 Schülerinnen und Schüler bearbeitet. Es konnten jedoch nicht alle bearbeiteten Fragebögen bei der Auswertung berücksichtigt werden.

### **Datenverarbeitung**

Die Kodierung der Antworten der Schülerinnen und Schüler des Posttests erfolgte verfahrensgleich zur Kodierung der Antworten des Pretests. Ergänzend wurden noch halbstrukturierte Follow-up Interviews mit einigen Schülerinnen und Schülern geführt. Hierbei wurden Schülerinnen und Schüler gewählt, bei denen die Kodierung der Antworten des Posttests sich zwischen den Kodiererinnen und Kodierern um mehr als eine Niveaustufe unterschieden (z. B. wenn Kodiererin bzw. Kodierer 1 eine naive und Kodiererin bzw. Kodierer 4 eine informierte Niveaustufe kodierte). Weiterhin wurden Schülerinnen und Schüler gewählt, die sich zu bestimmten Fragen nicht geäußert haben oder bei denen eine Zuordnung der Antworten zu einer Niveaustufe nicht möglich war. In einem weiteren Schritt wurde geprüft, ob von den gesetzlichen Vertreterinnen und Vertretern der potenziellen Interviewkandidatinnen und -kandidaten sowie durch die Schülerinnen und Schüler selbst das Einverständnis vorlag, Interviews führen und audiografieren zu dürfen. Bei der Auswahl der Interviewkandidatinnen und -kandidaten wurde abschließend mitberücksichtigt, dass keine Schülerinnen und Schüler gewählt wurden, die durch die Bereinigung des Datensatz nicht mehr im Datensatz berücksichtigt werden konnten. Von den insgesamt 14 Interviewkandidatinnen und -kandidaten erklärten sich 12 bereit, an einem Interview teilzunehmen. Die Interviews wurden transkribiert und anschließend kodiert. Der Datensatz zum Posttest bezieht sich auf die Antworten der Schülerinnen und Schüler nach dem Interview und berücksichtigt somit die neu kodierten Antworten dieser Schülerinnen und Schüler. Aus den fünf kodierten Merkmalsausprägungen wurde das arithmetische Mittel gebildet und dieses anschließend mittels SPSS-Syntax gerundet.

Für die Datenauswertung können lediglich die Posttests der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt werden, von denen auch ein Pretest vorliegt. Dies trifft auf 93 Schülerinnen und Schüler zu. Weitere 4 Datensätze mussten aufgrund von beleidigenden Äußerungen im Posttest aus dem Datensatz genommen werden. Bei ihnen war aufgrund der Äußerungen kein sinnhafter Vergleich zwischen Pre- und Posttest möglich. Somit können 89 Fälle für die Auswertung berücksichtigt werden.

## Datenauswertung

Diagramm 2 zeigt die Ausprägungen der Niveaustufen für die sieben Kerndimensionen, dargestellt jeweils für den Pre- und den Posttest für den bereinigten Datensatz. Da die Kerndimensionen durch eine unterschiedliche Anzahl an Fragen im Fragebogen abgebildet werden, erfolgt die Darstellung in Diagramm 2 als relative Häufigkeit der kodierten Niveaustufen. Eine Übersicht zur Anzahl der absoluten Kodierung sowie Angaben zum Median und zum Modus der jeweiligen Kerndimension kann Tabelle 27 entnommen werden. Tabelle 27 enthält zusätzlich eine erste Einschätzung der eingetretenen Veränderung. Betrachtet man die einzelnen Niveaustufen für den Pre- und Posttest, so ist zu erkennen, dass die Anzahl der naiven Antworten bei den sechs Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ zugenommen hat. Lediglich für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“ ist eine Abnahme der naiven Niveaustufe zu verzeichnen. Eine Abnahme ist für die transformierte Niveaustufe bei den sechs Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ zu erkennen. Für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“ ist eine Steigerung der transformierten Niveaustufe zu sehen. Eine Zunahme der informierten Niveaustufe vom Pre- zum Posttest kann für die fünf Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Vorläufigkeit“ festgestellt werden. Bei den beiden Kerndimensionen „Empirik“ sowie „Gesetz und Theorie“ gab es keine Veränderung in der Anzahl der informierten Niveaustufe. Sie lag bei beiden Kerndimensionen sowohl beim Pre- als auch beim Posttest bei jeweils Null. Für alle sieben Kerndimensionen ist eine Abnahme der als „keine Angabe“ kodierten Antworten zu erkennen. Dies ist für die Kodierung „keine Zuordnung“ (die Schülerin bzw. der Schüler hat eine Antwort geschrieben, sie ist jedoch keiner Niveaustufe zuzuordnen (z. B. weil inhaltlich kein Bezug zur Frage genommen wurde)) bei den fünf Kerndimensionen „Empirik“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“ ebenso zu finden. Bei den Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“ sowie „Vorläufigkeit“ nahm die Kodierung „keine Zuordnung“ zu. Es kann festgestellt werden, dass es zu Veränderungen bei den einzelnen Niveaustufen bei allen sieben Kerndimensionen in der vergleichenden Betrachtung zwischen Pre- und Posttest kam. Inwieweit diese Veränderungen zufällig aufgetreten oder auf die Interventionsmaßnahme zurückzuführen sind, kann an dieser Stelle noch nicht beantwortet werden. Hierzu bedarf es ergänzender statistischer Berechnungen. Um zu überprüfen, ob sich die zentralen Tendenzen zweier abhängiger Stichproben voneinander unterscheiden, wird der Wilcoxon-Test (Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test) verwendet. Die gebildeten Paardifferenzen werden in eine Rangreihenfolge gebracht und mit einem Vorzeichen versehen (positives Vorzeichen, wenn die Niveaustufe im Posttest höher ausfiel als im Pretest, negatives Vorzeichen, wenn die Niveaustufe im Posttest geringer war als im Pretest). Es werden jedoch nur die Daten der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, bei denen eine Änderung vorliegt. Bei Schülerinnen und Schülern, bei denen



der Pre- und der Posttest dieselbe Niveaustufe aufwies, ist die Paardifferenz Null (Bindungen). Diese Daten wurden nicht weiter bei der Berechnung berücksichtigt. Aus der Rangsumme, den berücksichtigten Schülerinnen und Schülern und dem Standardfehler wird der z-Wert berechnet. Dieser wird auf Signifikanz geprüft (Bortz & Schuster, 2010; Jansen & Laatz, 2017).

Für die Berechnung des Wilcoxon-Tests wurden die Kategorien „keine Zuordnung“ (kodiert als 0) und „keine Angabe“ (kodiert als 9) zu der Kategorie „keine Zuordnung oder keine Angabe“ (kodiert als 0) zusammengefasst.

Die Veränderung der Niveaustufenkodierung vom Pre- zum Posttest ist ebenfalls in Diagramm 2 dargestellt. Sie bildet die Datengrundlage des Wilcoxon-Tests grafisch ab. Um den Grad der Veränderung der Niveaustufen für die sieben Kerndimensionen zwischen Pre- und Posttest darstellen zu können, wurde eine neue Variable (Veränderung\_KD\_[Name der KD]\_wil\_Pre\_Post) erstellt. Die Variable hat die möglichen Ausprägungen:

- keine Veränderung: Die Antwort der Schülerin oder des Schülers wies im Posttest dieselbe Niveaustufe wie im Pretest auf.
- Verbesserung: Die Antwort der Schülerin oder des Schülers wies im Posttest eine höhere Niveaustufe als im Pretest auf.
- Verschlechterung: Die Antwort der Schülerin oder des Schülers wies im Posttest eine niedrigere Niveaustufe als im Pretest auf.

Keine Veränderung entspricht dabei beim Wilcoxon-Test einer Bindung. Dies bedeutet, dass die Antworten der Schülerinnen und Schüler im Pretest mit derselben Niveaustufe kodiert wurden, wie im Posttest. Als Verbesserung werden diejenigen im Diagramm 2 abgetragen, deren Antworten im Posttest mit einer höheren Niveaustufe kodiert wurden, als im Pretest (positives Vorzeichen), als Verschlechterung die Schülerinnen und Schüler, deren Antworten im Posttest mit einer niedrigeren Niveaustufe kodiert wurden als im Pretest (negatives Vorzeichen). Das Vorgehen wird an einem fiktiven Datensatz verdeutlicht (siehe Tabelle 12).

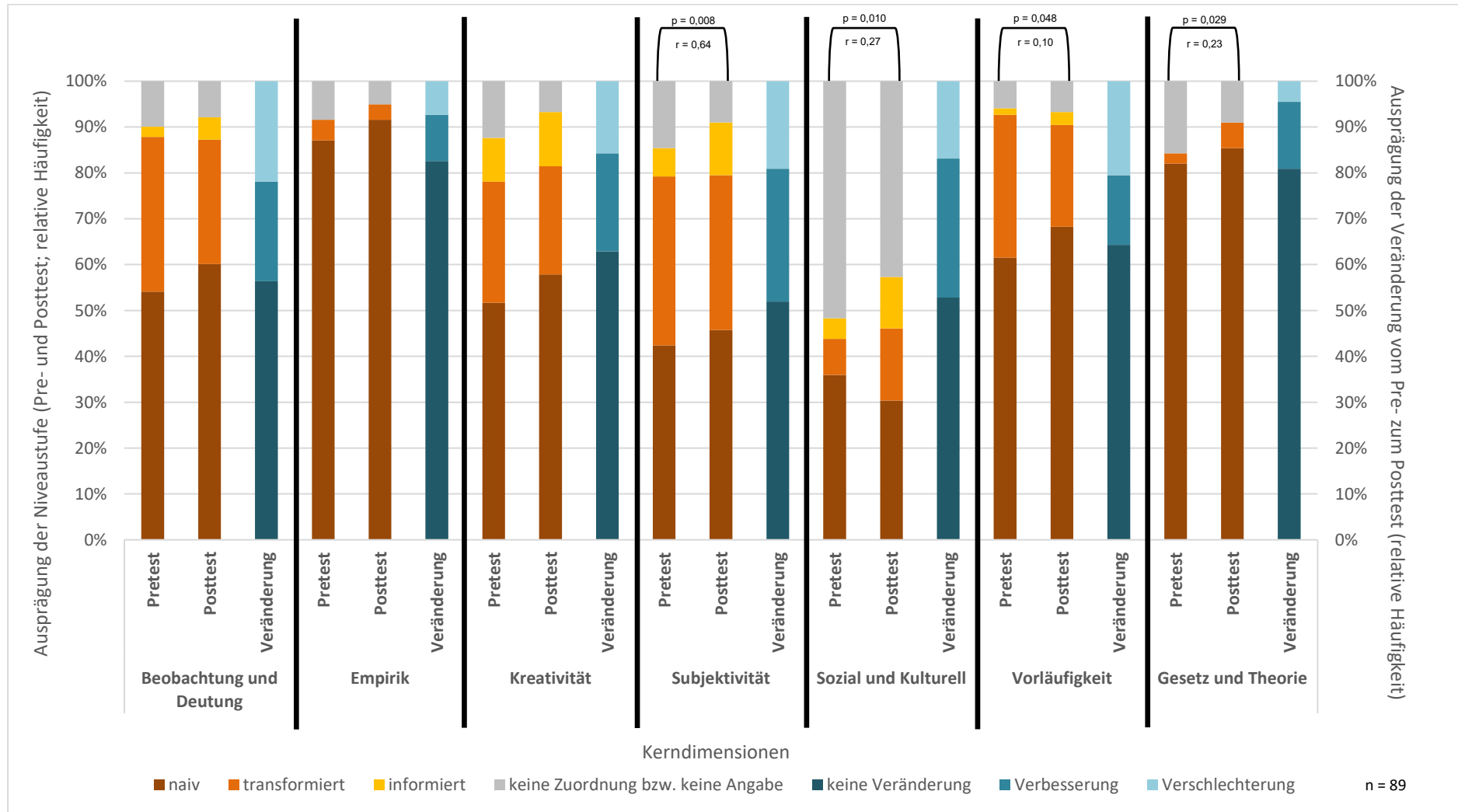
Tabelle 12: Variable Veränderung\_KD\_[Name der KD]\_wil\_Pre\_Post für den fiktiven Datensatz

Schülerin bzw. Schüler	Kerndimension „Beobachtung und Deutung“			Wilcoxon-Test
	Pretest	Posttest	Variable „Veränderung_KD_beo_u_deug _wil_Pre_Post	
A	1	2	Verbesserung	positives Vorzeichen
B	0	2	Verbesserung	positives Vorzeichen
C	2	3	Verbesserung	positives Vorzeichen
D	1	0	Verschlechterung	positives Vorzeichen
E	2	1	Verschlechterung	negatives Vorzeichen
F	2	3	Verbesserung	positives Vorzeichen
G	0	2	Verbesserung	positives Vorzeichen
H	0	0	keine Veränderung	Bindung
I	1	1	keine Veränderung	Bindung
J	2	0	Verschlechterung	negatives Vorzeichen

Für die vier Kerndimensionen „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ können signifikante Unterschiede der Antworten vom Pre- zum Posttest festgestellt werden. Bei den drei Kerndimensionen „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“ sind die signifikanten Änderungen im positiven Maße, d. h., dass für diese Kerndimensionen die positive Rangsumme höher als die negative Rangsumme ist. Die signifikanten Verbesserungen erfolgten bei der Kerndimension „Subjektivität“ mit einem starken Effekt ( $r = 0,64$ ), bei den Kerndimensionen „Sozial und Kulturell“ ( $r = 0,27$ ) sowie „Gesetz und Theorie“ ( $r = 0,23$ ) jeweils mit einem schwachen Effekt (Cohen, 2009). Bei der Kerndimension „Vorläufigkeit“ liegt eine signifikante Verschlechterung der Niveauekodierungen vor, da hier die Rangsumme mit negativem Vorzeichen gegenüber der mit positivem Vorzeichen überwiegt. Nach Cohen (2009) liegt hier ein schwacher Effekt vor ( $r = 0,10$ ).

Für die drei Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“ sowie „Kreativität“ können keine signifikanten Änderungen ermittelt werden. Die Ausgabe und Testergebnisse für den Wilcoxon-Test für alle sieben Kerndimensionen kann Tabelle 28 entnommen werden.

Diagramm 2: Ausprägung der Niveaustufen und deren Veränderung für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre- und Posttest mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)



Die Ergebnisse der Berechnung des Wilcoxon-Tests zur Prüfung der Unterschiedlichkeit der zentralen Tendenzen zweier abhängiger Stichproben voneinander müssen mit Vorsicht und einigen Einschränkungen betrachtet werden.

So werden bei der Berechnung für den Wilcoxon-Test bspw. auch diejenigen Schülerinnen und Schüler mitberücksichtigt, die im Pre- oder Posttest einmal keine den Niveaustufen zuordenbare Antworten gaben und das andere Mal Antworten schrieben, die einer Niveaustufen zuordenbar war. Die damit verbundene Herausforderung bzw. Einschränkung wird am fiktiven Datensatz aus Tabelle 12 am Beispiel der Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ veranschaulicht (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13: Einschränkende Betrachtung zum Wilcoxon-Test für den fiktiven Datensatz

Schülerin bzw. Schüler	Kerndimension „Beobachtung und Deutung“						
	Kodierung Pretest	Kodierung Posttest	Differenz	Vorzeichen	Rang	Positiver Rang	Negativer Rang
A	1	2	1	+	3	3	
B	0	2	2	+	7	7	
C	2	3	1	+	3	3	
D	1	0	1	-	3		3
E	2	1	1	-	3		3
F	2	3	1	+	3	3	
G	0	2	2	+	7	7	
H	0	0	0		---	---	---
I	1	1	0		---	---	---
J	2	0	2	-	7		7
<b>Summe</b>						<b>23</b>	<b>13</b>

hervorgehoben sind die Fälle des fiktiven Datensatzes, die aufgrund einer Kodierung mit „0“ im Pre- oder Posttest mit hohem Rang in die Teststatistik eingehen

Aus Tabelle 13 wird ersichtlich, dass mit relativ hohem Rang die fiktiven Schülerinnen und Schüler B, D, G und J mit in die Teststatistik eingehen. So kann bspw. für Person B argumentiert werden, dass der Aussagegehalt der Teststatistik gewahrt bleibt. Im Vergleich zwischen Pre- und Posttest erfolgt für diese Person eine Niveausteigerung in dem Sinne, dass im Posttest, im Vergleich zum Pretest, eine Antwort gegeben wurde, die eine der drei Niveaustufen zugeordnet werden konnte (die Differenz in ihrer absoluten Höhe bleibt bei der Teststatistik unberücksichtigt). Auf der anderen Seite kann angeführt werden, dass durch die fehlende Antwort im Pretest nicht einschätzbar ist, wie die Person geantwortet hätte.

Der Wilcoxon-Test wurde daher ein zweites Mal berechnet. Für diese Berechnung wurden die Merkmalsausprägungen „keine Zuordnung“ und „keine Angabe“ (für die erste Berechnung des Wilcoxon-Tests als 0 kodiert) als fehlender Wert kodiert, sodass dieser nicht mitberücksichtigt wird. Bei der zweiten Berechnung des Wilcoxon-Test werden somit ausschließlich Antworten der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, die sowohl im Pre- als auch im Posttest eine der Niveausausprägungen aufweisen.

Hierbei zeigen sich für alle sieben Kerndimensionen Veränderungen in der Anzahl der drei Niveaustufen. Diese Veränderungen liegen jedoch nicht im signifikanten Bereich. Die zugehörige Wertetabelle ist in Tabelle 29 zu finden.

In einer weiteren Betrachtung wird der Grad der Veränderung der Niveaustufen für die sieben Kerndimensionen zwischen Pre- und Posttest unter dieser strengen Auswahl betrachtet. Hierzu wurde die neue Variable Veränderung\_KD\_[Name der KD]\_wil\_o09\_Pre\_Post erstellt. Die Variable hat die möglichen Ausprägungen:

- keine Veränderung: Die Antwort der Schülerin oder des Schülers wies im Posttest dieselbe Niveaustufe wie im Pretest auf.
- Verbesserung: Die Antwort der Schülerin oder des Schülers wies im Posttest eine höhere Niveaustufe als im Pretest auf.
- Verschlechterung: Die Antwort der Schülerin oder des Schülers wies im Posttest eine niedrigere Niveaustufe als im Pretest auf.
- keine Auswertung: Die Antwort der Schülerin oder des Schülers war mindestens einmal entweder im Pre- oder im Posttest nicht auswertbar.

Das Vorgehen wird am fiktiven Datensatz aus Tabelle 12 verdeutlicht (siehe Tabelle 14). Aus Tabelle 14 wird ersichtlich, dass die Daten der fiktiven Schülerinnen und Schüler, die mit relativ hohem Rang in die Teststatistik eingehen würden, unter strenger Auswahl nicht mehr berücksichtigt werden.

Tabelle 14: Variable Veränderung\_KD\_[Name der KD]\_wil\_o09\_Pre\_Post für den fiktiven Datensatz

Kerndimension „Beobachtung und Deutung“				
Schülerin bzw. Schüler	Pretest	Posttest	Variable „Veränderung_KD_beo_u_deug_wil_Pre_Post	Wilcoxon-Test
A	1	2	Verbesserung	positives Vorzeichen
B	0	2	keine Auswertung	wird nicht berücksichtigt
C	2	3	Verbesserung	positives Vorzeichen
D	1	0	keine Auswertung	wird nicht berücksichtigt
E	2	1	Verschlechterung	negatives Vorzeichen
F	2	3	Verbesserung	negatives Vorzeichen
G	0	2	keine Auswertung	wird nicht berücksichtigt
H	0	0	keine Auswertung	wird nicht berücksichtigt
I	1	1	keine Veränderung	Bindung
J	2	0	keine Auswertung	wird nicht berücksichtigt

hervorgehoben sind die Fälle des fiktiven Datensatzes, die aufgrund einer Kodierung mit „0“ im Pre- oder Posttest nicht in die Teststatistik eingehen

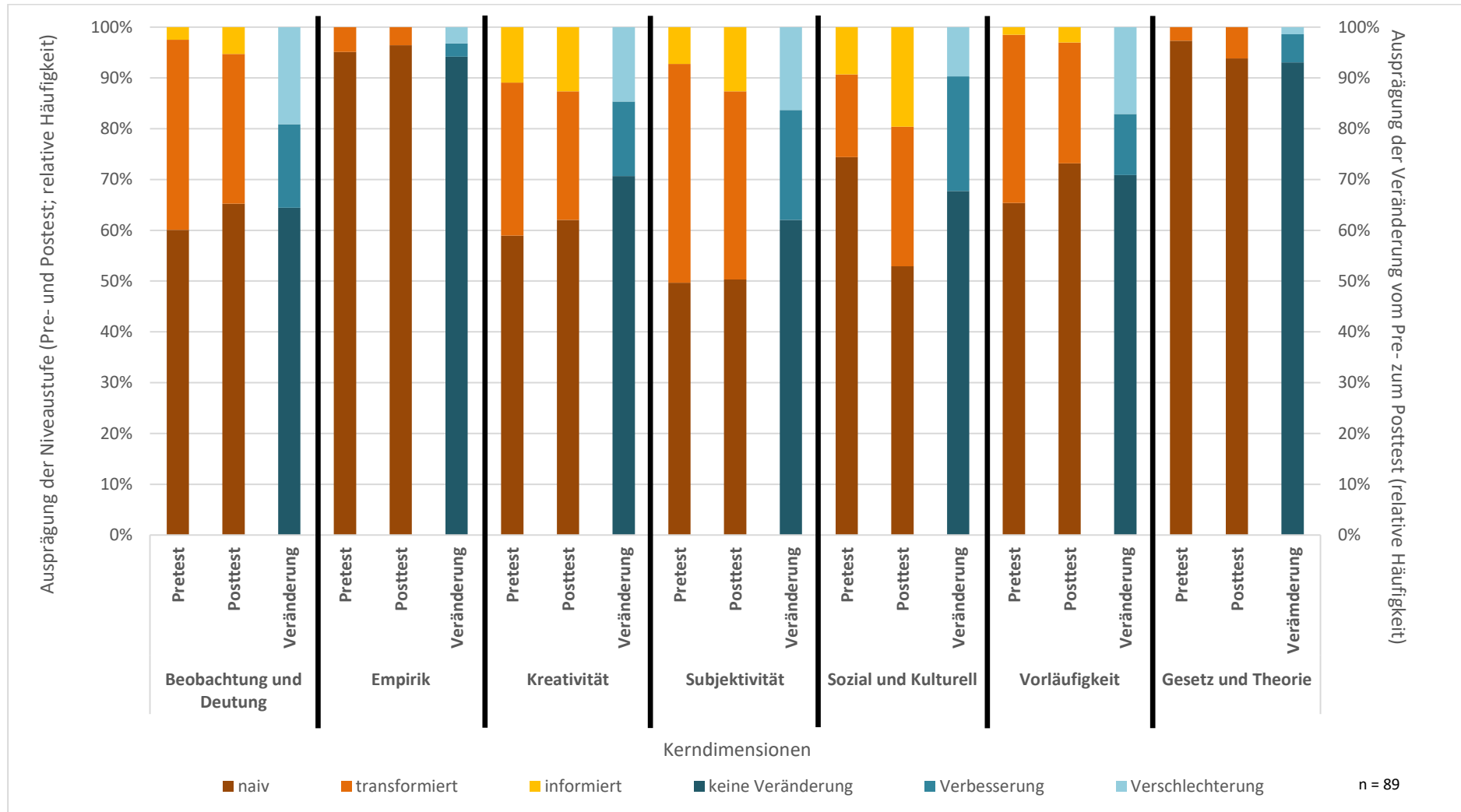
Die Darstellung der Veränderung zwischen Pre- und Posttest für die sieben Kerndimensionen ist in Diagramm 3 dargestellt. Die zugehörige Wertetabelle ist in Tabelle 30 zu finden.

Betrachtet man den Grad der Veränderung („keine Veränderung“, „Verbesserung“ oder „Verschlechterung“) der Antworten der Schülerinnen und Schüler vom Pre- zum Posttest unter diesen strengen Bedingungen, so ist zu erkennen, dass für alle der sieben Kerndimensionen die Bildungsvorschrift „keine Veränderung“ den mengenmäßig größten Anteil darstellt. Dies bedeutet, dass je nach Kerndimension mehr als die Hälfte (62,1 Prozent für die Kerndimension „Subjektivität“) bis maximal etwa neun von zehn (94,2 Prozent für die Kerndimension „Empirik“) Schülerinnen und Schüler eine Antwort im Posttest geschrieben haben, die der Niveaustufe im Pretest entspricht.

Für die drei Kerndimensionen „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“ ist zu erkennen, dass die Verbesserung mengenmäßig einer Verschlechterung überwiegt. Bei der Kerndimension „Kreativität“ halten sich die Verbesserungen gegenüber den Verschlechterungen die Waage. Bei dieser Kerndimension haben sich gleich viele Schülerinnen und Schüler verbessert wie verschlechtert. Für die drei Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“ sowie „Kreativität“ ist zu erkennen, dass die Verschlechterungen mengenmäßig die Verbesserungen überwiegen. Die zugehörige Wertetabelle ist in Tabelle 31 zu finden.

Bei der Darstellung der relativen Ausprägung der Veränderung der Niveaustufen für die einzelnen Kerndimensionen wird die Kodiermöglichkeit „keine Auswertung“ nicht mitberücksichtigt. Es wurde bereits ausgeführt, weshalb eine Einschätzung der Veränderungen schwierig ist, wenn in mindestens einem der beiden Fragebögen (Pre- oder Posttest) ein „keine Zuordnung oder keine Angabe“ kodiert wurde.

Diagramm 3: Ausprägung der Niveaustufen und deren Veränderung für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre- und Posttest ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)





### **4.3 Einfluss des Lernorts Schulgarten auf eine mögliche Vorstellungsänderung vom Wesen der Naturwissenschaften in kurzfristiger Perspektive**

Als Grundlage zur Beantwortung der Frage, ob der Schulgarten als Lernort einen Einfluss auf eine Vorstellungsänderung bei den Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe hat, dient der bereinigte Datensatz des Pre- und Posttests des Fragebogens „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Datensatz zur Fragestellung 2). Der Datensatz ist mit Angaben zum Lernort (Schulgarten (entspricht der Interventionsgruppe) oder Fachraum (entspricht der Kontrollgruppe)) sowie Daten aus dem Stammdatenblatt (z. B. Lieblingsunterrichtsfach) erweitert worden. Ergänzend zur Betrachtung der Fragestellung 2 werden die Ergebnisse im Folgenden nach den beiden Gruppen (Lernorten) getrennt dargestellt.

#### **Datenverarbeitung**

Die Verarbeitung der Daten zur Erstellung des bereinigten Datensatzes ist bereits in Kapitel IV - 4.2 ausgeführt. Die Stammdatenblätter der Schülerinnen und Schüler wurden maschinell eingelesen und wie in Kapitel IV - 2.2 beschrieben aufbereitet. Anschließend wurden beide Datensätze zu einem gemeinsamen Datensatz zusammengeführt.

#### **Datenauswertung**

Diagramm 4 zeigt die Ausprägungen der Niveaustufen für die sieben Kerndimensionen, dargestellt für den Posttest für den bereinigten Datensatz. Die Darstellung erfolgt pro Kerndimension sowohl nach klassischen (mit Kodierung „keine Zuordnung oder keine Angabe“, linke Darstellung) als auch strengen (ohne Kodierung „keine Zuordnung oder keine Angabe“, rechte Darstellung) Bedingungen. Da die Kerndimensionen durch eine unterschiedliche Anzahl an Fragen im Fragebogen abgebildet werden, erfolgt die Darstellung in Diagramm 4 als relative Häufigkeit der kodierten Niveaustufen. Eine Übersicht zu den zugehörigen Testergebnissen kann Tabelle 32 und Tabelle 33 entnommen werden.

Um zu überprüfen, ob sich die zentralen Tendenzen zweier unabhängiger Stichproben voneinander unterscheiden, wird der Mann-Whitney-U-Test (Wilcoxon-Rangsummen-Test) verwendet. Die Merkmalsausprägungen werden aufsteigend in eine gemeinsame Rangreihenfolge gebracht. Anschließend wird pro Gruppe die Rangsumme gebildet. Mit Hilfe der Rangplätze kann die Prüfgröße U berechnet und anschließend z-standardisiert werden. Der z-Wert wird auf Signifikanz geprüft (Bortz & Schuster, 2010; Jansen & Laatz, 2017). Für die Berechnung des Mann-Whitney-U-Tests wurden die Kategorien „keine Zuordnung“ (kodiert als 0) und „keine Angabe“ (kodiert als 9) zu der Kategorie „keine Zuordnung oder keine Angabe“ (kodiert als 0) zusammengefasst.

Bei den fünf Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Vorläufigkeit“ sind alle drei Niveaustufen sowohl bei der Interventions- als auch bei der Kontrollgruppe vorhanden. Ebenfalls ist für diese fünf Kerndimensionen zu erkennen, dass die relative Häufigkeit der einzelnen Niveaustufen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe unterschiedlich ist. Bei den beiden Kerndimensionen „Empirik“ sowie „Gesetz und Theorie“ fällt auf, dass in beiden Gruppen im Posttest keine informierte Niveaustufe vorhanden ist. Zusätzlich ist in Diagramm 4 zu sehen, dass für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ unter strengen Bedingungen die beiden Niveaustufen naiv und transformiert in Interventions- und Kontrollgruppe in gleicher relativer Häufigkeit auftreten. Es kann festgestellt werden, dass, mit Ausnahme der Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ unter strengen Bedingungen, eine unterschiedliche relative Häufigkeit der einzelnen Niveaustufen bei allen sieben Kerndimensionen in der vergleichenden Betrachtung des Posttests zwischen Interventions- und Kontrollgruppe vorliegt. Inwieweit diese Unterschiede zufällig auftreten oder sich signifikant voneinander unterscheiden, kann mittels Mann-Whitney-U-Test berechnet werden. Die Ergebnisse (Tabelle 36 und Tabelle 37) der Berechnungen des Mann-Whitney-U-Tests zeigen keinen signifikanten Unterschied in den zentralen Tendenzen des Posttests zwischen Interventions- und Kontrollgruppe.

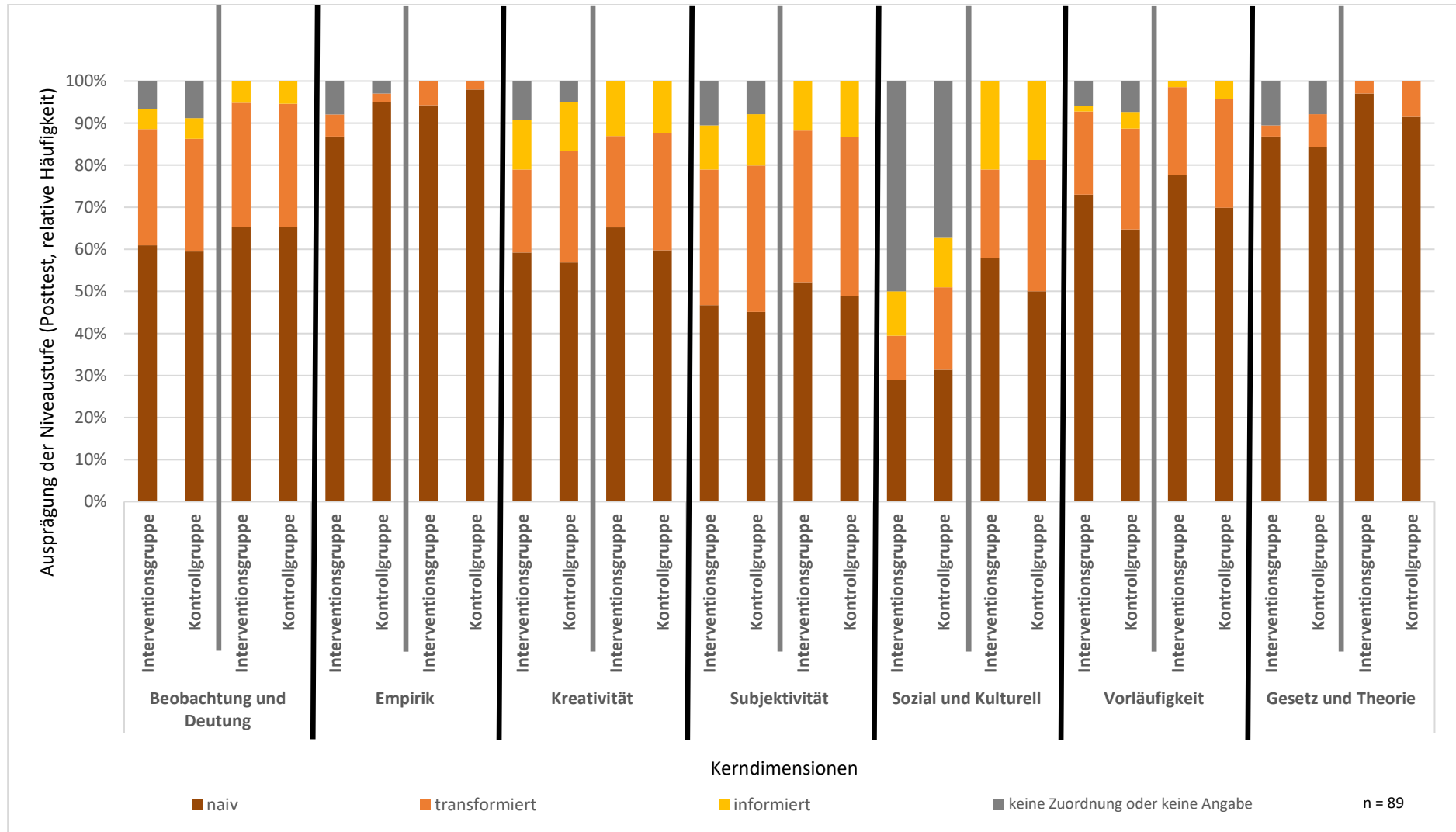
In einem weiteren Schritt wurden daher die Veränderungen zwischen Pre- und Posttest für Interventions- und Kontrollgruppe betrachtet. Um zu überprüfen, ob sich die Niveaustufen der Schülerinnen und Schüler zwischen Pre- und Posttest verändert haben, wird wiederum der Wilcoxon-Test verwendet. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 38 (klassische Bedingungen) und Tabelle 39 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

Die Berechnungen nach klassischen Bedingungen zeigen, dass lediglich bei der Kerndimension „Subjektivität“ für die Kontrollgruppe ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- ( $Mdn = 1$ ) und Posttest ( $Mdn = 1$ ) ermittelt werden konnte ( $z = -2,074$ ;  $p = 0,038$ ;  $r = 0,15$ , (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Interventions- ( $M_{Rang} = 174,95$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{Rang} = 181,18$ ) unterscheiden sich hinsichtlich den zentralen Tendenzen im Pretest nicht signifikant voneinander ( $U = 14964,500$ ;  $Z = -0,602$ ;  $p = 0,547$ ). Nach strengen Bedingungen geprüft, lässt sich kein signifikanter Unterschied mehr zwischen Pre- und Posttest bei der Kontrollgruppe für die Kerndimension „Subjektivität“ nachweisen ( $z = -1,356$ ;  $p = 0,175$ ). Auch hinsichtlich der individuellen Veränderung der Antworten der Schülerinnen und Schüler für den Pre- und Posttest lassen sich sowohl nach klassischen als auch strengen Bedingungen keine signifikanten Unterschiede in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe finden (klassische Bedingungen:  $U = 9390,500$ ;  $Z = -0,563$ ;  $p = 0,573$ ; strenge Bedingungen:  $U = 14694,000$ ;  $Z = -0,927$ ;  $p = 0,354$ ). Somit kann der signifikante Unterschied für die Kontrollgruppe für die Kerndimension „Subjektivität“ zwischen Pre- und Posttest darauf zurückgeführt werden, dass nach klassischen Bedingungen die Kodieroption keine Zuordnung oder keine Angabe mitberücksichtigt wird. In der Kontrollgruppe gibt

es signifikant mehr Schülerinnen und Schüler, deren Antworten auf eine Frage im Pretest als keine Zuordnung oder keine Angabe und im Posttest als eine der drei Niveaustufen (naiv, transformiert oder informiert) kodiert wurde, als dies bei Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe der Fall war. Auf die eingeschränkte Aussagekraft der Daten unter Berechnung nach klassischen Bedingungen wurde bereits weiter oben hingewiesen.

Es zeigen sich keine signifikanten Unterschieden in den Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften zwischen den Schülerinnen und Schülern der Interventions- und der Kontrollgruppe. Entgegen der theoretischen Erwartung wirkt der Lernort Schulgarten nicht vorstellungsverändernd.

Diagramm 4: Ausprägung der Niveaustufen für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Posttest mit und ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)



#### 4.4 Prüfung zusätzlicher Einflussfaktoren auf eine mögliche Vorstellungsänderung

Die Berechnungen und Ergebnisse zum Einfluss des Lernorts auf eine mögliche Vorstellungsänderung sind unerwartet. Auf Grundlage der theoretischen Rahmung dieser Arbeit wurde ein stärkerer Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe angenommen und erwartet. Aus den PISA-Studien der Jahre 2006 und 2015 ist bekannt, dass neben ihrem Interesse an Naturwissenschaften auch die zukünftige Berufserwartung und eine naturwissenschaftsbezogene Tätigkeit der Eltern einen Einfluss auf die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler hat (Prenzel et al., 2007; Reiss, Sälzer, Schiepe-Tiska, Klieme & Köller, 2016). Die entsprechenden Merkmale wurden daher auch im Stammdatenblatt erfragt und zusätzlich zum Lernort mitberücksichtigt.

Gruppe	Interventionsgruppe			Kontrollgruppe		
Lernort	Schulgarten			Fachraum		
zusätzlicher Einflussfaktor	vorhanden	nicht vorhanden	...	vorhanden	nicht vorhanden	...

Bei den Angaben zu den zusätzlichen Einflussfaktoren (vorhanden/nicht vorhanden) handelt es sich um Selbsteinschätzungen und Selbstauskünfte der Schülerinnen und Schüler.

##### 4.4.1 Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach, Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach und Interesse am naturwissenschaftlichen Fachunterricht

Mit dem Stammdatenblatt wurde vor der Intervention abgefragt, ob Biologie für die Schülerinnen und Schüler zu den Lieblingsunterrichtsfächern in der Schule zählt und ob sie Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben. Beide Daten wurden dichotom (ja/nein) erhoben. Aus diesen Daten (Bio\_Liebling, CMP\_Interesse) wurde die neue Variable Interesse am naturwissenschaftlichen Fachunterricht (NWU\_Interesse) erstellt. Die Variable hat die möglichen Ausprägungen:

- Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik
- Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik
- Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik

## Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach

Es liegt kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Angabe Biologie als Lieblingsunterrichtsfach und der Auswahl des Lernorts vor ( $\chi^2(1) = 3,278$ ;  $p = 0,070$ ). Somit kann von einer ungefähren Gleichverteilung der Schülerinnen und Schüler mit und ohne Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach über beide Gruppen ausgegangen werden.

Gruppe	Interventionsgruppe			Kontrollgruppe		
Lernort	Schulgarten			Fachraum		
Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach	ja	nein	k. A.	ja	nein	k. A.

Die statistische Analyse zeigt unter Berücksichtigung des Lernorts und der Aussage der Schülerinnen und Schüler, ob Biologie eines ihrer Lieblingsunterrichtsfächer in der Schule sei, für keine der sieben Kerndimensionen einen signifikanten Unterschied zwischen den Antworten im Pretest für Interventions- und Kontrollgruppe. In allen sieben Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 40 (klassische Bedingungen) und Tabelle 41 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

Auch hier wurde daher in einem weiteren Schritt die Veränderung zwischen Pre- und Posttest unter Berücksichtigung des Lernorts und der Angabe zu Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach betrachtet.

### *Interventionsgruppe – Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen als auch strengen Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05. Für die Gruppe der Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe, die angaben, dass Biologie zu ihren Lieblingsunterrichtsfächern zählt, kann für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“ der Wilcoxon-Test nicht durchgeführt werden, da nicht ausreichend Fälle vorhanden sind. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 42 (klassische Bedingungen) und Tabelle 43 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

### *Kontrollgruppe – Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für die Kerndimension „Empirik“ nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- ( $Mdn = 1$ ) und Posttest ( $Mdn = 1$ ) ermittelt werden ( $z = -2,121$ ;  $p = 0,034$ ;  $r = 0,35$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Für diese Schülerinnen und Schüler

zeigt sich für Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 645,50$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 941,50$ ) ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $U = 275,500$ ;  $Z = -2,381$ ;  $p = 0,017$ ;  $r = 0,32$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Nach strengen Bedingungen geprüft, lässt sich kein signifikanter Unterschied mehr zwischen Pre- und Posttest bei der Kontrollgruppe für die Kerndimension „Empirik“ nachweisen ( $z = 0,000$ ;  $p = 1,000$ ). Ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 514,50$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 710,50$ ) lässt sich für die Schülerinnen und Schüler mit Biologie als eines der Lieblingsunterrichtsfächer unter strengen Bedingungen ebenfalls nicht mehr nachweisen ( $U = 275,500$ ;  $Z = -1,204$ ;  $p = 0,229$ ). Für die verbleibenden sechs Kerndimensionen konnte kein signifikanter Unterschied im Pre- und Posttest ermittelt werden. Für diese sechs Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 42 (klassische Bedingungen) und Tabelle 43 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

#### *Interventionsgruppe – Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für keine der sieben Kerndimension sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 44) als auch nach strengen (siehe Tabelle 45) Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

#### *Kontrollgruppe – Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für keine der sieben Kerndimension sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 44) als auch nach strengen (siehe Tabelle 45) Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

### **Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach**

Es liegt kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Angabe „Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik“ und der Auswahl des Lernorts vor ( $\chi^2(1) = 1,112$ ;  $p = 0,292$ ). Somit kann von einer ungefähren Gleichverteilung der Schülerinnen und Schüler mit und ohne Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik an beiden Lernorten ausgegangen werden.

Gruppe	Interventionsgruppe			Kontrollgruppe		
Lernort	Schulgarten			Fachraum		
Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik	ja	nein	k. A.	ja	nein	k. A.

Die statistische Analyse zeigt unter Berücksichtigung des Lernorts und der Aussage der Schülerinnen und Schüler zum Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach für keine der sieben Kerndimensionen einen signifikanten Unterschied zwischen den Antworten im Posttest für Interventions- und Kontrollgruppe. In allen sieben Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Dies gilt sowohl für die Berechnung unter klassischen (siehe Tabelle 46) als auch unter strengen (siehe Tabelle 47) Bedingungen.

Auch hier wurde daher in einem weiteren Schritt die Veränderung zwischen Pre- und Posttest unter Berücksichtigung des Lernorts und der Angabe zum Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach betrachtet.

*Interventionsgruppe – ein Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für die beiden Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ sowie „Vorläufigkeit“ nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest für die Interventionsgruppe ermittelt werden (für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,092$ ;  $p = 0,036$ ;  $r = 0,19$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Vorläufigkeit“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -3,986$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,45$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Für diese Schülerinnen und Schüler zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest (für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“:  $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 8194,000$ ;  $Z = -0,821$ ;  $p = 0,412$ ; für die Kerndimension „Vorläufigkeit“:  $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 3398,000$ ;  $Z = -1,534$ ;  $p = 0,125$ ). Unter strengen Bedingungen betrachtet ist kein signifikanter Unterschied mehr zwischen Pre- und Posttest für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ vorhanden ( $z = -1,221$ ;  $p = 0,222$ ). Ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- ( $Mdn = 1$ ) und Kontrollgruppe ( $Mdn = 1$ ) lässt sich für diese Schülerinnen und Schüler unter strengen Bedingungen auch nicht mehr nachweisen ( $U = 7777,000$ ;  $Z = -0,126$ ;  $p = 0,900$ ). Lediglich für die Kerndimension „Vorläufigkeit“ lässt sich auch nach strengen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest bei der Interventionsgruppe nachweisen ( $z = -3,578$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,42$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Ein signifikanter Unterschied in den



zentralen Tendenzen zwischen Interventions- (Mdn = 1) und Kontrollgruppe (Mdn = 1) lässt sich für diese Schülerinnen und Schüler unter strengen Bedingungen nicht mehr nachweisen ( $U = 3304,500$ ;  $Z = -1,080$ ;  $p = 0,280$ ).

Für die verbleibenden fünf (klassische Bedingungen) bzw. sechs (strenge Bedingungen) Kerndimensionen „Empirik“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“, „Gesetz und Theorie“ sowie „Beobachtung und Deutung“, konnten auch unter Berücksichtigung der Aussagen der Schülerinnen und Schüler, dass sie an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach Interesse haben, keine signifikanten Unterschiede im Pre- und Posttest für die Interventionsgruppe ermittelt werden. Für diese Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse für diese Schülerinnen und Schüler können Tabelle 48 (klassische Bedingungen) und Tabelle 49 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

#### *Kontrollgruppe – ein Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 48) als auch strengen (siehe Tabelle 49) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

#### *Interventionsgruppe – kein Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnten unter klassischen Bedingungen signifikante Unterschiede zwischen Pre- und Posttest für die beiden Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“ sowie „Subjektivität“ ermittelt werden. Für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ liegt ein signifikanter Unterschied für die Interventionsgruppe vor ( $Mdn_{\text{Pretest}} = 1$ ;  $Mdn_{\text{Posttest}} = 1$ ;  $z = -3,236$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,31$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest für die Interventions- (Mdn = 1) und Kontrollgruppe (Mdn = 1) liegt nicht vor ( $U = 7533,000$ ;  $Z = -1,606$ ;  $p = 0,108$ ). Für die Kerndimension „Subjektivität“ konnte sowohl für die Interventions- ( $Mdn_{\text{Pretest}} = 1$ ;  $Mdn_{\text{Posttest}} = 1$ ;  $z = -2,846$ ;  $p = 0,004$ ;  $r = 0,34$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)) als auch für die Kontrollgruppe ( $Mdn_{\text{Pretest}} = 1$ ;  $Mdn_{\text{Posttest}} = 1$ ;  $z = -2,553$ ;  $p = 0,011$ ;  $r = 0,25$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) ein signifikanter Unterschied ermittelt werden. Hingegen liegt ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest für die Interventions- und Kontrollgruppe nicht vor (für die Interessierten:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 7199,50$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 8376,50$ ;  $U = 3720,500$ ;  $Z = -0,384$ ;  $p = 0,701$ ; für die nicht Interessierten:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 5922,00$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 9654,00$ ;  $U = 3294,000$ ;  $Z = -1,444$ ;  $p = 0,149$ ).

Bei strengen Bedingungen, lässt sich in keiner der drei Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest nachweisen (für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -1,366$ ;  $p = 0,172$ ; für die Kerndimension „Subjektivität“ - Interventionsgruppe:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -1,897$ ;  $p = 0,058$ ; für die Kerndimension „Subjektivität“ - Kontrollgruppe:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -0,923$ ;  $p = 0,356$ ; für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -1,732$ ;  $p = 0,250$ ). Auch hier kann der signifikante Unterschied zwischen Pre- und Posttest bei den Kerndimension für die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe, die angaben, dass sie kein Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben, darauf zurückgeführt werden, dass nach klassischen Bedingungen die Kodieroption „keine Zuordnung oder keine Angabe“ berücksichtigt wird. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 50 (klassische Bedingungen) und Tabelle 51 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Kontrollgruppe – kein Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnten unter klassischen Bedingungen signifikante Unterschiede zwischen Pre- und Posttest für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“ ermittelt werden ( $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,377$ ;  $p = 0,021$ ;  $r = 0,47$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest für die Interventions- ( $Mdn = 0$ ) und Kontrollgruppe ( $Mdn = 0$ ) liegt nicht vor ( $U = 213,000$ ;  $Z = -0,594$ ;  $p = 0,552$ ). Unter strengen Bedingungen, lässt sich ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- ( $Mdn = 1$ ) und Posttest ( $Mdn = 1$ ) nicht mehr nachweisen ( $z = -1,732$ ;  $p = 0,250$ ). Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 50 (klassische Bedingungen) und Tabelle 51 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

### **Interesse am naturwissenschaftlichen Fachunterricht**

Es liegt ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Interesse am naturwissenschaftlichen Fachunterricht und der Auswahl des Lernorts vor ( $\chi^2(1) = 17,455$ ;  $p = 0,001$ ). Somit kann nicht für alle Gruppen von einer Gleichverteilung der Schülerinnen und Schülern mit und ohne Interesse am naturwissenschaftlichen Fachunterricht an beiden Lernorte ausgegangen werden.

Gruppe	Interventionsgruppe				Kontrollgruppe			
Lernort	Schulgarten				Fachraum			
<b>Interesse am naturwissenschaftlichen Fachunterricht</b>	Biologie als Lieblingsunterrichtsfach <u>und</u> Interesse an CMP	Biologie als Lieblingsunterrichtsfach <u>oder</u> Interesse an CMP	Biologie nicht als Lieblingsunterrichtsfach <u>und kein</u> Interesse an CMP	keine Angabe	Biologie als Lieblingsunterrichtsfach <u>und</u> Interesse an CMP	Biologie als Lieblingsunterrichtsfach <u>oder</u> Interesse an CMP	Biologie <u>nicht</u> als Lieblingsunterrichtsfach <u>und kein</u> Interesse an CMP	keine Angabe

Mittels standardisierter Residuen kann geprüft werden, in welcher Gruppe sich der erwartete vom beobachteten Wert unterscheidet, also eine Signifikanz vorliegt. Dies trifft bei der eben genannten Rechnung lediglich für die Schülerinnen und Schüler zu, die im Schulgarten unterrichtet wurden und die Biologie als eines ihrer Lieblingsfächer oder Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiterem naturwissenschaftlichen Unterrichtsfach angaben ( $\tilde{R}_1 = +2,4$ ). Alle anderen Gruppen sind nicht signifikant ( $\tilde{R}_1 = -2,0$  bis  $+1,7$ ). Das bedeutet, dass für diese Gruppen von einer ungefähren Gleichverteilung der Schülerinnen und Schülern mit und ohne Interesse am naturwissenschaftlichen Fachunterricht an beiden Lernorten ausgegangen werden kann.

Die statistische Analyse zeigt unter Berücksichtigung des Lernorts und des Interesses der Schülerinnen und Schüler am naturwissenschaftlichen Fachunterricht für keine der sieben Kerndimensionen einen signifikanten Unterschied zwischen den Antworten im Posttest für Interventions- und Kontrollgruppe. In allen sieben Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Dies gilt sowohl für die Berechnung unter klassischen Bedingungen als auch unter strengen Bedingungen. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 52 (klassische Bedingungen) und Tabelle 53 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

Auch hier wurde daher in einem weiteren Schritt die Veränderung zwischen Pre- und Posttest unter Berücksichtigung des Lernorts und des Interesses der Schülerinnen und Schüler am naturwissenschaftlichen Unterricht betrachtet.

*Interventionsgruppe – Biologie als Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiterem naturwissenschaftlichen Unterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen als auch strengen Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. In allen sieben Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 54 (klassische Bedingungen) und Tabelle 55 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Kontrollgruppe – Biologie als Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiterem naturwissenschaftlichen Unterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte weder nach klassischen noch nach strengen Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Bei allen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 54 (klassische Bedingungen) und Tabelle 55 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Interventionsgruppe – Biologie als Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiterem naturwissenschaftlichen Unterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte nach klassischen Bedingungen für die Kerndimension „Vorläufigkeit“ ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- (Mdn = 1) und Posttest (Mdn = 1) ermittelt werden ( $z = -2,954$ ;  $p = 0,003$ ;  $r = 0,37$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Für diese Kerndimension zeigt sich für Interventions- (Mdn = 1) und Kontrollgruppe (Mdn = 1) kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $U = 1715,000$ ;  $Z = -0,463$ ;  $p = 0,643$ ). Für die Kerndimension „Vorläufigkeit“ kann der signifikante Unterschied zwischen Pre- (Mdn = 1) und Posttest (Mdn = 1) auch unter der Berechnung nach strengen Bedingungen aufrechterhalten werden ( $z = -2,673$ ;  $p = 0,008$ ;  $r = 0,35$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Für diese Kerndimension zeigt sich auch nach strengen Bedingungen kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest für Interventions- und Kontrollgruppe ( $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 1607,000$ ;  $Z = -0,033$ ;  $p = 0,973$ ). Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 56 (klassische Bedingungen) und Tabelle 57 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Kontrollgruppe – Biologie als Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiterem naturwissenschaftlichen Unterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte nach klassischen Bedingungen für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- (Mdn = 1) und Posttest (Mdn = 1) für die Kontrollgruppe ermittelt werden ( $z = -2,296$ ;  $p = 0,022$ ;  $r = 0,25$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Für diese Kerndimension zeigt sich für Interventions- (Mdn = 1) und Kontrollgruppe (Mdn = 1) kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $U = 3692,000$ ;  $Z = -1,092$ ;  $p = 0,275$ ). Für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ kann der signifikante Unterschied zwischen Pre- (Mdn = 1) und Posttest (Mdn = 1) auch unter strengen Bedingungen aufrechterhalten werden ( $z = -2,041$ ;  $p = 0,041$ ;  $r = 0,24$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Für diese Kerndimension zeigt sich auch unter strengen Bedingungen kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest für Interventions- und Kontrollgruppe ( $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 3137,000$ ;  $Z = -1,241$ ;  $p = 0,215$ ). Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 56 (klassische Bedingungen) und Tabelle 57 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Interventionsgruppe – Biologie nicht als Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiterem naturwissenschaftlichen Unterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für die Interventionsgruppe für die drei Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Subjektivität“ sowie „Vorläufigkeit“ nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden (für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -3,003$ ;  $p = 0,002$ ;  $r = 0,33$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Subjektivität“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,570$ ;  $p = 0,010$ ;  $r = 0,34$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Vorläufigkeit“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,045$ ;  $p = 0,041$ ;  $r = 0,27$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“ sowie „Subjektivität“ zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest (für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“:  $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 5074,500$ ;  $Z = -1,154$ ;  $p = 0,248$ ; für die Kerndimension „Subjektivität“:  $M_{Rang}^{IG} = 3815,00$ ;  $M_{Rang}^{KG} = 6625,00$ ;  $U = 2219,000$ ;  $Z = -1,074$ ;  $p = 0,282$ ). Für die Kerndimension „Vorläufigkeit“ zeigt sich für Interventions- ( $Mdn^{IG} = 1$ ) und Kontrollgruppe ( $Mdn^{KG} = 1$ ) ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $U = 2006,500$ ;  $Z = -2,193$ ;  $p = 0,028$ ,  $r = 0,18$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 58 (klassische Bedingungen) und Tabelle 59 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Kontrollgruppe – Biologie nicht als Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für die beiden Kerndimensionen „Subjektivität“ sowie „Sozial und Kulturell“ nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden (für die Kerndimension „Subjektivität“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -1,000$ ;  $p = 0,011$ ;  $r = 0,34$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“:  $Mdn_{Pretest} = 0,5$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,130$ ;  $p = 0,043$ ;  $r = 0,45$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Für diese Kerndimensionen zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest (für die Kerndimension „Subjektivität“:  $M_{Rang}^{IG} = 3815,00$ ;  $M_{Rang}^{KG} = 6625,00$ ;  $U = 2219,000$ ;  $Z = -1,074$ ;  $p = 0,282$ ; für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“:  $Mdn^{IG} = 0$ ;  $Mdn^{KG} = 0,5$ ;  $U = 132,000$ ;  $Z = -0,829$ ;  $p = 0,407$ ). Unter strengen Bedingungen lässt sich kein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest mehr nachweisen. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 58 (klassische Bedingungen) und Tabelle 59 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

#### 4.4.2 Berufswunsch der Schülerinnen und Schüler sowie ausgeübte Tätigkeit der Eltern

Mit dem Stammdatenblatt wurde vor der Intervention abgefragt, ob die Schülerinnen und Schüler bereits wüssten, welchen Beruf (Ausbildung oder Studium) sie nach der Schule erlernen möchten. Die Variable wurde dichotom (ja/nein) erhoben. Ergänzend wurden die Schülerinnen und Schüler dazu befragt, ob sie sich in diesem Beruf mit biologischen und/oder naturwissenschaftlichen Sachverhalten auseinandersetzen müssen (Bwunsch\_S\_NW). Diese Variable wurde trichotom (ja/nein/weiß ich nicht) erhoben. Die Schülerinnen und Schüler wurden weiterhin im Stammdatenblatt dazu befragt, ob ihre Eltern sich in ihrer aktuell ausgeübten Tätigkeit mit naturwissenschaftlichen Sachverhalten auseinandersetzen. Auch diese Variable wurde trichotom (ja/nein/weiß ich nicht) getrennt nach Mutter (BMutter\_NW) und Vater (BVater\_NW) erhoben. Es handelt sich hierbei um Einschätzungen durch die Schülerinnen und Schüler. Aus den Daten (BMutter\_NW und BVater\_NW) wurde die neue Variable Naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern (BEltern\_NW) erstellt. Die Variable hat die möglichen Ausprägungen:

- beide Elternteile naturwissenschaftlich tätig
- ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig
- beide Elternteile nicht naturwissenschaftlich tätig
- ein Elternteil nicht naturwissenschaftlich tätig, naturwissenschaftliche Tätigkeit anderes Elternteil unklar

In einem weiteren Schritt wurde aus den Daten (Bwunsch\_S\_NW und BEltern\_NW) die neue Variable des naturwissenschaftlichen Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler sowie Tätigkeit derer Eltern gebildet (NW\_Tätigkeit\_S\_u\_Eltern\_II). Die Variable hat die möglichen Ausprägungen:

- Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig
- Schülerin bzw. Schüler (inklusive „weiß ich nicht“) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig
- Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar
- naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden

#### Berufswunsch der Schülerinnen und Schüler

Es liegt kein signifikanter Zusammenhang zwischen der naturwissenschaftlichen Prägung des Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler und der Auswahl des Lernorts (Schulgarten/Fachraum) vor ( $\chi^2(2) = 3,436$ ;  $p = 0,177$ ). Somit kann von einer ungefähren Gleichverteilung der Schülerinnen und Schülern an beiden Lernorte ausgegangen werden.

Gruppe	Interventionsgruppe				Kontrollgruppe			
Lernort	Schulgarten				Fachraum			
naturwissenschaftlich geprägter Berufswunsch (Bwunsch_S_NW)	ja	nein	weiß ich nicht	keine Angabe	ja	nein	weiß ich nicht	keine Angabe

Die statistische Analyse zeigt unter Berücksichtigung des Lernorts und der Vorstellung zur naturwissenschaftlichen Prägung des Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler für keine der sieben Kerndimensionen einen signifikanten Unterschied zwischen den Antworten im Posttest für Interventions- und Kontrollgruppe. In allen sieben Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 60 (klassische Bedingungen) und Tabelle 61 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

Auch hier wurde daher in einem weiteren Schritt die Veränderung zwischen Pre- und Posttest unter Berücksichtigung des Lernorts und der Angabe zur naturwissenschaftlichen Prägung des Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler betrachtet.

*Interventionsgruppe – Berufswunsch mit biologischem und/oder naturwissenschaftlichem Sachverhalt*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnten für die beiden Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ sowie „Vorläufigkeit“ nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest für die Interventionsgruppe ermittelt werden (für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,530$ ;  $p = 0,011$ ;  $r = 0,46$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Vorläufigkeit“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,449$ ;  $p = 0,031$ ;  $r = 0,55$  (starker Effekt nach Cohen, 2009)). Für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“ sowie „Vorläufigkeit“ zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest (für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“:  $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 537,500$ ;  $Z = -1,227$ ;  $p = 0,220$ ; für die Kerndimension „Vorläufigkeit“:  $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 248,000$ ;  $Z = -0,819$ ;  $p = 0,413$ ). Nach strengen Bedingungen geprüft, lässt sich ein signifikanter Unterschied für diese beiden Kerndimensionen weiterhin nachweisen (für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,530$ ;  $p = 0,011$ ;  $r = 0,46$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Vorläufigkeit“:  $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,449$ ;  $p = 0,031$ ;  $r = 0,55$  (starker Effekt nach Cohen, 2009)). Für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“ sowie „Vorläufigkeit“ zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest (für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“:  $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 537,500$ ;

$Z = -0,877$ ;  $p = 0,380$ ; für die Kerndimension „Vorläufigkeit“:  $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 248,000$ ;  $Z = -0,819$ ;  $p = 0,413$ ). Für die verbleibenden fünf Kerndimensionen „Empirik“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“, sowie „Gesetz und Theorie“ konnte kein signifikanter Unterschied im Pre- und Posttest ermittelt werden. Für diese fünf Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 62 (klassische Bedingungen) und Tabelle 63 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Kontrollgruppe – Berufswunsch mit biologischem und/oder naturwissenschaftlichem Sachverhalt*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 62) als auch strengen (siehe Tabelle 63) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

*Interventionsgruppe – Berufswunsch ohne biologischen und/oder naturwissenschaftlichen Sachverhalt*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 64) als auch strengen (siehe Tabelle 65) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

*Kontrollgruppe – Berufswunsch ohne biologischen und/oder naturwissenschaftlichen Sachverhalt*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für die Kerndimension „Subjektivität“ nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- ( $Mdn = 1$ ) und Posttest ( $Mdn = 1$ ) für die Kontrollgruppe ermittelt werden ( $z = -2,133$ ;  $p = 0,033$ ;  $r = 0,36$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Für diese Kerndimensionen zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $M_{Rang}^{IG} = 1568,00$ ;  $M_{Rang}^{KG} = 1358,00$ ;  $U = 692,000$ ;  $Z = -0,316$ ;  $p = 0,752$ ). Nach strengen Bedingungen geprüft lässt sich kein signifikanter Unterschied für diese Kerndimensionen mehr nachweisen ( $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -1,155$ ;  $p = 0,255$ ). Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 64 (klassische Bedingungen) und Tabelle 65 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Interventionsgruppe – Berufswunsch, bei dem unbekannt ist, ob sich mit biologischen und/oder naturwissenschaftlichen Sachverhalten auseinandergesetzt wird*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“ nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- ( $Mdn = 0$ ) und Posttest ( $Mdn = 1$ ) ermittelt werden ( $z = -2,414$ ;  $p = 0,016$ ;  $r = 0,57$  (starker Effekt nach Cohen, 2009)). Für diese Kerndimensionen zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im



Pretest ( $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 317,50$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 585,50$ ;  $U = 146,500$ ;  $Z = -1,977$ ;  $p = 0,048$ ;  $r = 0,31$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Nach strengen Bedingungen geprüft lässt sich kein signifikanter Unterschied für diese Kerndimensionen mehr nachweisen ( $Mdn_{\text{Pretest}} = 1$ ;  $Mdn_{\text{Posttest}} = 1$ ;  $z = -1,000$ ;  $p = 1,000$ ). Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 66 (klassische Bedingungen) und Tabelle 67 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Kontrollgruppe – Berufswunsch, bei dem unbekannt ist, ob sich mit biologischen und/oder naturwissenschaftlichen Sachverhalten auseinandergesetzt wird*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 66) als auch strengen (siehe Tabelle 67) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

### Ausgeübte Tätigkeit der Eltern

Es liegt kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem naturwissenschaftlichen Charakter der ausgeübten Tätigkeit der Eltern und der Auswahl des Lernorts (Schulgarten/Fachraum) vor ( $\chi^2(3) = 6,828$ ;  $p = 0,078$ ). Somit kann von einer ungefähren Gleichverteilung der Schülerinnen und Schülern an beiden Lernorten ausgegangen werden.

Gruppe	Interventionsgruppe					Kontrollgruppe				
Lernort	Schulgarten					Fachraum				
<b>naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern (BEltern_NW)</b>	<u>beide</u> Elternteile naturwissenschaftlich tätig	<u>mindestens ein</u> Elternteil naturwissenschaftlich tätig	<u>beide</u> Elternteile <u>nicht</u> naturwissenschaftlich tätig	<u>ein</u> Elternteil <u>nicht</u> naturwissenschaftlich tätig, naturwissenschaftliche Tätigkeit anderes Elternteil <u>unklar</u>	keine Angabe	<u>beide</u> Elternteile naturwissenschaftlich tätig	<u>mindestens ein</u> Elternteil naturwissenschaftlich tätig	<u>beide</u> Elternteile <u>nicht</u> naturwissenschaftlich tätig	<u>ein</u> Elternteil <u>nicht</u> naturwissenschaftlich tätig, naturwissenschaftliche Tätigkeit anderes Elternteil <u>unklar</u>	keine Angabe

Die statistische Analyse zeigt unter Berücksichtigung des Lernorts und dem naturwissenschaftlichen Charakter der ausgeübten Tätigkeit der Eltern für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ sowie „Sozial und Kulturell“ einen signifikanten Unterschied im Posttest zwischen Interventions- und Kontrollgruppe.

Für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ liegt ein signifikanter Unterschied im Posttest zwischen Interventions- und Kontrollgruppe für die Schülerinnen und Schüler vor, die angaben, dass beide

Elternteile keiner naturwissenschaftlich geprägten Tätigkeit nachgehen. Der signifikante Unterschied zwischen Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 7417,00$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 9974,00$ ) liegt jedoch nur unter klassischen Bedingungen vor ( $U = 3419,000$ ;  $Z = -2,209$ ;  $p = 0,027$ ;  $r = 0,16$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Unter strengen Bedingungen ist kein signifikanter Unterschied mehr zwischen Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 6272,50$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 8262,50$ ) feststellbar ( $U = 894,000$ ;  $Z = -0,776$ ;  $p = 0,438$ ). Für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“ liegt ein signifikanter Unterschied im Posttest zwischen Interventions- und Kontrollgruppe für die Schülerinnen und Schüler vor, die angaben, dass mindestens ein Elternteil einer naturwissenschaftlich geprägten Tätigkeit nachgeht. Der signifikante Unterschied zwischen Interventions- und Kontrollgruppe liegt sowohl nach klassischen Bedingungen ( $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 77,50$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 175,50$ ;  $U = 22,500$ ;  $Z = -2,660$ ;  $p = 0,008$ ;  $r = 0,57$  (starker Effekt nach Cohen, 2009)) als auch nach strengen Bedingungen ( $M_{\text{dn}}^{\text{IG}} = 1,00$ ;  $M_{\text{dn}}^{\text{KG}} = 2,00$ ;  $U = 3,000$ ;  $Z = -2,266$ ;  $p = 0,045$ ;  $r = 0,65$  (starker Effekt nach Cohen, 2009)) vor. Für die verbleibenden fünf Kerndimensionen konnte für keine der vier Ausprägungen ein signifikanter Unterschied im Posttest zwischen Interventions- und Kontrollgruppe nachgewiesen werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen Kerndimensionen über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 68 und Tabelle 70 (klassische Bedingungen) sowie Tabelle 69 und Tabelle 71 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

Auch hier wurde in einem weiteren Schritt die Veränderung zwischen Pre- und Posttest unter Berücksichtigung des Lernorts und der Angabe zum naturwissenschaftlichen Charakter der ausgeübten Tätigkeit der Eltern betrachtet.

#### *Interventionsgruppe – beide Elternteile üben eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit aus*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnten sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 72) als auch strengen (siehe Tabelle 73) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

#### *Kontrollgruppe – beide Elternteile üben eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit aus*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für die Kerndimension „Subjektivität“ nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden ( $M_{\text{dn}}^{\text{Pretest}} = 1$ ;  $M_{\text{dn}}^{\text{Posttest}} = 1$ ;  $z = -2,887$ ;  $p = 0,004$ ;  $r = 0,55$  (starker Effekt nach Cohen, 2009)). Es zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $M_{\text{dn}}^{\text{IG}} = 2$ ;  $M_{\text{dn}}^{\text{KG}} = 2$ ;  $U = 398,500$ ;  $Z = -0,823$ ;  $p = 0,410$ ). Nach strengen Bedingungen geprüft, lässt sich ein signifikanter Unterschied für diese Kerndimensionen weiterhin nachweisen ( $M_{\text{dn}}^{\text{Pretest}} = 2$ ;  $M_{\text{dn}}^{\text{Posttest}} = 2$ ;  $z = -2,887$ ;  $p = 0,004$ ;  $r = 0,55$  (starker Effekt nach Cohen, 2009)). Es zeigt sich auch hier

für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $Mdn^{IG} = 2$ ;  $Mdn^{KG} = 2$ ;  $U = 398,500$ ;  $Z = -0,609$ ;  $p = 0,543$ ). Für die verbleibenden sechs Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“, „Sozial und Kulturell“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ konnten keine signifikanten Unterschiede im Pre- und Posttest ermittelt werden. Für diese sechs Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 72 (klassische Bedingungen) und Tabelle 73 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Interventionsgruppe – mindestens ein Elternteil übt eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit aus*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnten sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 74) als auch strengen (siehe Tabelle 75) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

*Kontrollgruppe – mindestens ein Elternteil übt eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit aus*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für die Kerndimension „Vorläufigkeit“ nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden ( $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,202$ ;  $p = 0,028$ ;  $r = 0,32$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Es zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 739,500$ ;  $Z = -2,140$ ;  $p = 0,032$ ,  $r = 0,23$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Nach strengen Bedingungen geprüft, lässt sich kein signifikanter Unterschied mehr für diese Kerndimensionen nachweisen ( $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -1,500$ ;  $p = 0,134$ ). Für die verbleibenden sechs Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“ konnten keine signifikanten Unterschiede im Pre- und Posttest ermittelt werden. Für diese sechs Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 74 (klassische Bedingungen) und Tabelle 75 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Interventionsgruppe – beide Elternteile üben keine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit aus*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“ nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden ( $Mdn_{Pretest} = 0$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,101$ ;  $p = 0,043$ ;  $r = 0,46$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Es zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest mit mittlerem Effekt ( $Mdn^{IG} = 0$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 69,000$ ;  $Z = -2,027$ ;  $p = 0,043$ ,  $r = 0,36$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Eine Berechnung nach strengen Bedingungen ist für die Interventionsgruppe für die

Kerndimension „Sozial und Kulturell“ nicht möglich, da nicht genügend Fälle zur Berechnung der Teststatistik vorhanden sind. Für die verbleibenden sechs Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ konnten keine signifikanten Unterschiede im Pre- und Posttest ermittelt werden. Für diese sechs Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 76 (klassische Bedingungen) und Tabelle 77 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Kontrollgruppe – beide Elternteile üben keine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit aus*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für die Kerndimension „Subjektivität“ nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden ( $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,561$ ;  $p = 0,010$ ;  $r = 0,29$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Es zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $Mdn^G = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 2$ ;  $U = 1669,000$ ;  $Z = -0,849$ ;  $p = 0,396$ ). Nach strengen Bedingungen geprüft lässt sich kein signifikanter Unterschied mehr für diese Kerndimension nachweisen ( $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 2$ ;  $z = -1,569$ ;  $p = 0,117$ ). Für die verbleibenden sechs Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“, „Sozial und Kulturell“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ konnten keine signifikanten Unterschiede im Pre- und Posttest ermittelt werden. Für diese sechs Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 76 (klassische Bedingungen) und Tabelle 77 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Interventionsgruppe – ein Elternteil übt eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit aus, bei dem anderen Elternteil ist naturwissenschaftliche Prägung der Tätigkeit unklar*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 78) als auch strengen (siehe Tabelle 79) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

*Kontrollgruppe – ein Elternteil übt eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit aus, bei dem anderen Elternteil ist naturwissenschaftliche Prägung der Tätigkeit unklar*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 78) als auch strengen (siehe Tabelle 79) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

**Naturwissenschaftlicher Berufswunsch der Schülerinnen und Schüler sowie Tätigkeit der Eltern**

Es liegt ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem naturwissenschaftlichen Berufswunsch der Schülerinnen und Schüler sowie dem Tätigkeitsfeld der Eltern und der Auswahl des Lernorts (Schulgarten/Fachraum) vor ( $\chi^2(3) = 26,398$ ;  $p = 0,001$ ). Somit kann nicht von einer Gleichverteilung der Schülerinnen und Schülern an beiden Lernorten ausgegangen werden.

Gruppe	Interventionsgruppe					Kontrollgruppe				
Lernort	Schulgarten					Fachraum				
<b>naturwissenschaftlicher Berufswunsch der SuS und Tätigkeit der Eltern (NW_Tätigkeit_S_u_Eltern_II)</b>	Schülerin bzw. Schüler <u>und mindestens ein Elternteil</u> naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) <u>und beide Eltern nicht</u> naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler <u>und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar</u>	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	keine Angabe	Schülerin bzw. Schüler <u>und mindestens ein Elternteil</u> naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) <u>und beide Eltern nicht</u> naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler <u>und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar</u>	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	keine Angabe

Die statistische Analyse zeigt unter Berücksichtigung des Lernorts und dem naturwissenschaftlichen Berufswunsch der Schülerinnen und Schüler sowie der Tätigkeit der Eltern für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Vorläufigkeit“ einen signifikanten Unterschied im Posttest zwischen Interventions- und Kontrollgruppe.

Für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ liegt ein signifikanter Unterschied im Posttest zwischen Interventions- und Kontrollgruppe für die Schülerinnen und Schüler vor, die angaben, dass sie und beide Elternteile nicht naturwissenschaftlich tätig sein wollen oder sind. Der signifikante Unterschied zwischen Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 3189,00$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 3366,00$ ) liegt jedoch nur bei der Berechnung unter klassischen Bedingungen vor ( $U = 1155,000$ ;  $Z = -2,826$ ;  $p = 0,005$ ;  $r = 0,26$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Unter strengen Bedingungen ist kein signifikanter Unterschied mehr zwischen Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 2618,50$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 2634,50$ ) nachweisbar ( $U = 1094,500$ ;  $Z = -1,630$ ;  $p = 0,103$ ). Weiterhin konnte für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ ein signifikanter Unterschied im Posttest zwischen Interventions- und Kontrollgruppe für die Schülerinnen und Schüler ermittelt werden, die angaben, dass die naturwissenschaftliche Prägung ihres Berufswunsches und der naturwissenschaftliche Charakter der Tätigkeit ihrer beiden Elternteile unklar sei. Der signifikante Unterschied zwischen Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 77,00$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 826,00$ ) liegt jedoch ebenfalls nur bei der Berechnung unter klassischen Bedingungen vor ( $U = 56,000$ ;  $Z = -2,202$ ;  $p = 0,028$ ;  $r = 0,40$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Unter strengen Bedingungen ist kein signifikanter Unterschied mehr zwischen Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 56,00$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 685,00$ ) nachweisbar ( $U = 46,000$ ;  $Z = -1,325$ ;  $p = 0,185$ ).

Für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“ liegt ein signifikanter Unterschied im Posttest zwischen Interventions- und Kontrollgruppe für die Schülerinnen und Schüler vor, die angaben, dass bei ihnen oder mindestens einem der beiden Elternteile eine naturwissenschaftliche Prägung des Berufswunsches bzw. der ausgeübten Tätigkeit vorhanden sei. Der signifikante Unterschied zwischen Interventions- (Mdn = 1,00) und Kontrollgruppe (Mdn = 1,00) liegt jedoch nur bei der Berechnung unter klassischen Bedingungen vor ( $U = 103,000$ ;  $Z = -2,181$ ;  $p = 0,029$ ;  $r = 0,36$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Unter strengen Bedingungen ist kein signifikanter Unterschied mehr zwischen Interventions- (Mdn = 1,00) und Kontrollgruppe (Mdn = 2,00) nachweisbar ( $U = 45,000$ ;  $Z = -1,655$ ;  $p = 0,143$ ).

Für die Kerndimension „Vorläufigkeit“ liegt ein signifikanter Unterschied im Posttest zwischen Interventions- und Kontrollgruppe für die Schülerinnen und Schüler vor, die angaben, dass sie und beide Elternteile nicht naturwissenschaftlich tätig sein wollen oder sind. Der signifikante Unterschied zwischen Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 1394,00$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 1532,00$ ) liegt jedoch nur bei der Berechnung unter klassischen Bedingungen vor ( $U = 542,000$ ;  $Z = -2,058$ ;  $p = 0,040$ ;  $r = 0,24$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Unter strengen Bedingungen ist kein signifikanter Unterschied mehr zwischen Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 1138,00$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 1208,00$ ) nachweisbar ( $U = 542,000$ ;  $Z = -0,557$ ;  $p = 0,578$ ). Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 80 und Tabelle 82 (klassische Bedingungen) sowie Tabelle 81 und Tabelle 83 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

Auch hier wurde in einem weiteren Schritt die Veränderung zwischen Pre- und Posttest unter Berücksichtigung des Lernorts und der Angabe zum naturwissenschaftlichen Berufswunsch der Schülerinnen und Schüler und deren Eltern betrachtet.

#### *Interventionsgruppe – Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 84) als auch strengen (siehe Tabelle 85) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05. Einschränkend sei hier zu erwähnen, dass für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“ nach strengen Bedingungen keine Berechnung der Teststatistik möglich ist.

#### *Kontrollgruppe – Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 84) als auch strengen (siehe Tabelle 85) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05. Einschränkend sei hier zu erwähnen, dass für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“ nach strengen Bedingungen keine Berechnung der Teststatistik möglich ist.

*Interventionsgruppe – Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnten für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“ sowie „Sozial und Kulturell“ signifikante Unterschiede zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ konnte nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied mit mittlerem Effekt zwischen Pre- und Posttest für ermittelt werden ( $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,004$ ;  $p = 0,045$ ;  $r = 0,29$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Es zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 1337,000$ ;  $Z = -1,632$ ;  $p = 0,103$ ). Nach strengen Bedingungen geprüft, lässt sich ein signifikanter Unterschied für diese Kerndimension nicht mehr nachweisen ( $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -0,871$ ;  $p = 0,384$ ). Es zeigt sich auch hier für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 980,000$ ;  $Z = -1,304$ ;  $p = 0,241$ ). Für die Kerndimension „Sozial und Kulturell“ konnte nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied mit starkem Effekt zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden ( $Mdn_{Pretest} = 0$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1,5$ ;  $z = -2,232$ ;  $p = 0,031$ ;  $r = 0,80$  (starker Effekt nach Cohen, 2009)). Es zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $Mdn^{IG} = 0$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 24,500$ ;  $Z = -1,883$ ;  $p = 0,094$ ). Die Berechnung der Teststatistik nach strengen Bedingungen ist nicht möglich, da nicht genügend Fälle vorhanden sind. Es zeigt sich auch hier für Interventions- und Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 2,000$ ;  $Z = -0,624$ ;  $p = 1,000$ ). Für die verbleibenden fünf Kerndimensionen „Empirik“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ konnten keine signifikanten Unterschied im Pre- und Posttest ermittelt werden. Für diese fünf Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 86 (klassische Bedingungen) und Tabelle 87 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Kontrollgruppe – Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte für die Kerndimension „Subjektivität“ ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Für die Kerndimension „Subjektivität“ konnte nach klassischen Bedingungen ein signifikanter Unterschied mit starkem Effekt zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden ( $Mdn_{Pretest} = 1$ ;  $Mdn_{Posttest} = 1$ ;  $z = -2,743$ ;  $p = 0,006$ ;  $r = 0,41$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)). Es zeigt sich für Interventions- und Kontrollgruppe ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $Mdn^{IG} = 1$ ;  $Mdn^{KG} = 1$ ;  $U = 497,000$ ;  $Z = -2,386$ ;  $p = 0,017$ ,  $r = 0,27$  (schwacher

Effekt nach Cohen, 2009)). Nach strengen Bedingungen geprüft lässt sich kein signifikanter Unterschied für diese Kerndimension mehr nachweisen ( $Mdn_{\text{Pretest}} = 1$ ;  $Mdn_{\text{Posttest}} = 1$ ;  $z = -1,387$ ;  $p = 0,166$ ). Es zeigt sich weiterhin für Interventions- und Kontrollgruppe ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen im Pretest ( $Mdn^{\text{IG}} = 1,5$ ;  $Mdn^{\text{KG}} = 1$ ;  $U = 343,000$ ;  $Z = -2,070$ ;  $p = 0,038$ ,  $r = 0,27$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 86 (klassische Bedingungen) und Tabelle 87 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

*Interventionsgruppe – Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 88) als auch strengen (siehe Tabelle 89) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05. Einschränkend sei hier zu erwähnen, dass für die Kerndimensionen „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“ nach klassischen Bedingungen und für die Kerndimensionen „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“ nach strengen Bedingungen keine Berechnung der Teststatistik möglich ist, da es sich bei den zugrunde liegenden Fällen um eine „Bindung“ handelt, also Pre- und Posttest gleich kodiert wurden.

*Kontrollgruppe – Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 88) als auch strengen (siehe Tabelle 89) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

*Interventionsgruppe – naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 90) als auch strengen (siehe Tabelle 91) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

*Kontrollgruppe – naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden*

Für diese Schülerinnen und Schüler konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 90) als auch strengen (siehe Tabelle 91) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.



#### **4.4.3 Lernzeit („Fallausschluss Klasse 3“)**

Es wurden bereits weiter oben die Rahmenbedingungen der Interventionsmaßnahme angeführt. Für die Interventionsmaßnahme standen neun Unterrichtsstunden mit einem zeitlichen Umfang von je 90 Minuten zur Verfügung. Aufgrund von verpflichtenden schulischen Veranstaltungen für andere Unterrichtsfächer (z. B. Exkursionen) umfasste die Unterrichtszeit für die Klasse 3 lediglich sechs Unterrichtsstunden zu je 90 Minuten. Durch Anpassung des Unterrichtsverlaufs konnten die Interventionen jedoch im zeitlich geplanten Umfang durchgeführt werden. Um zu überprüfen, inwieweit der zeitliche Umfang des Unterrichts einen Einfluss auf die Vorstellungsänderung zum Wesen der Naturwissenschaften bei den Schülerinnen und Schülern hat, erfolgt eine weitere Betrachtung ohne Berücksichtigung der Klasse 3. Als Grundlage dienen die bereinigten Datensätze des Pre- und Posttests des Fragebogens „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Datensatz zur Fragestellung 3).

#### **Datenverarbeitung**

Die Verarbeitung der Daten zur Erstellung des bereinigten Datensatzes zur Beantwortung der Fragestellung 3 ist oben bereits ausgeführt. Die Berechnung erfolgt analog zum dortigen Vorgehen mit der Einschränkung, dass für die jetzige Berechnung die Antworten der Schülerinnen und Schüler der Klasse 3 nicht mitberücksichtigt werden, es erfolgt somit bei der Berechnung die Betrachtung mit „Fallausschluss“. Die Berechnungen unter „Fallausschluss“ beziehen sich auf 71 Fälle.

#### **Datenauswertung**

Die statistische Analyse zeigt unter Berücksichtigung des Lernorts und der zur Verfügung stehenden Lernzeit für keine der sieben Kerndimensionen einen signifikanten Unterschied zwischen den Antworten im Posttest für Interventions- und Kontrollgruppe. In allen sieben Kerndimensionen liegt das Signifikanzniveau über 0,05. Die zugehörigen Testergebnisse können Tabelle 92 (klassische Bedingungen) und Tabelle 93 (strenge Bedingungen) entnommen werden.

Auch hier wurde daher in einem weiteren Schritt die Veränderung zwischen Pre- und Posttest unter Berücksichtigung des Lernorts und der zur Verfügung stehenden Lernzeit betrachtet. Es konnte sowohl nach klassischen (siehe Tabelle 94) als auch strengen (siehe Tabelle 95) Bedingungen für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt bei allen sieben Kerndimensionen über 0,05.

#### **4.5 Einfluss des Lernorts Schulgarten auf eine mögliche Vorstellungsänderung vom Wesen der Naturwissenschaften in längerfristiger Perspektive**

Zur Beantwortung dieser Frage werden die Daten der adaptierten Fassung des geschlossenen Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ verwendet. Der Fragebogen kam zu fünf unterschiedlichen Zeitpunkten zum Einsatz.

Der erstmalige Einsatz des Fragebogens erfolgte unmittelbar nach Bearbeitung des Posttests durch die Schülerinnen und Schüler. Somit kann gewährleistet werden, dass es zu keinen größeren Abweichungen im Antwortverhalten zwischen offenem und geschlossenem Fragebogen kam, da die Antworten des offenen Fragebogens noch geistig präsent waren. Insgesamt haben 100 Schülerinnen und Schüler den Fragebogen zum ersten Zeitpunkt bearbeitet. Der zweite Einsatz des Fragebogens erfolgte nach den Sommerferien. An der Bearbeitung beteiligten sich 88 Schülerinnen und Schüler. Der dritte, vierte und fünfte Einsatz des Fragebogens erfolgten im Abstand von jeweils ungefähr vier Wochen, sodass der Fragebogen letztmalig im November ausgefüllt wurde. Zwischen erst- und letztmaliger Bearbeitung des Fragebogens liegen sechs Monate. Dies wird für diese Arbeit als „längerfristig“ angesehen. Beim dritten, vierten und fünften Einsatz beteiligten sich jeweils 80, 77 bzw. 72 Schülerinnen und Schüler. Es konnten jedoch nicht alle bearbeiteten Fragebögen bei der Auswertung berücksichtigt werden.

#### **Datenverarbeitung**

Für das maschinelle Einlesen des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ wurden die verschiedenen Programme der Software „TeleForm“ verwendet. Es erfolgte die Nachbearbeitung der Daten, bspw. wenn eine persönliche ID der Schülerinnen und Schüler nicht fehlerfrei erkannt wurde oder die Antwort der Schülerinnen und Schüler (Kreuz im Fragebogen) nicht eindeutig eingelesen werden konnte. Anschließend erfolgte die Bereinigung des Datensatzes nach folgenden Kriterien:

- Die Schülerinnen und Schüler müssen den Fragebogen beim ersten Einsatz beantwortet haben.
- Die Schülerinnen und Schüler müssen mindestens zwei weitere Fragebögen bearbeitet haben, sodass insgesamt von jeder Schülerin oder jedem Schüler mindestens drei bearbeitete Fragebögen vorhanden sind.
- Fragebögen, die kein ernst zu nehmendes Antwortverhalten suggerieren (Muster oder Antworttendenzen), werden nicht berücksichtigt.

Der Datensatz ist mit Angaben zum Lernort (Schulgarten (entspricht der Interventionsgruppe) oder Fachraum (entspricht der Kontrollgruppe)) ergänzt worden. Für die Datenauswertung wurden lediglich die Fragebögen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, die den oben genannten Kriterien entsprechen. Dies ergab 75 Fälle.

Zur weiteren Bearbeitung des Datensatzes und zur Berechnung statistischer Kennwerte für die Datenauswertung wurde das Programm „Statistik- und Analyse-Software Statistical Package for the Social Sciences“ (SPSS) von IBM (Version 25 und Version 27) verwendet.

Die einzelnen Items wurden jeweils zu den sieben Skalen der Kerndimensionen „Herkunft“, „Sicherheit“, „Entwicklung“, „Rechtfertigung“, „Einfachheit“, „Zweck“ sowie „Kreativität“ zusammengefasst. Die Skaleneildung erfolgte dabei nicht durch Summen- oder Indexbildung (Blasius, 2014; Schnell et al., 2018). Zum einen ist die Aufsummierung der einzelnen Items aufgrund des Skalenniveaus nicht zulässig, zum anderen ergeben sich Schwierigkeiten bei der Interpretation der Skala. Das „Ordinalskalenproblem“ ist bereits weiter oben ausgeführt (siehe Kapitel IV - 4.1).

Weder Summe noch Index bilden den Grad der Zustimmung der Schülerinnen und Schüler adäquat ab, denn so führen „sehr unterschiedliche Angaben [Grad der Zustimmung zur Aussage] zu exakt dem gleichen Indexwert [...]. Es bleibt damit unklar, ob eine Person abwechselnd eine schwache Zustimmung und eine schwache Ablehnung angab – und bei welchen Fragen dies jeweils der Fall war – ob sie alle Fragen mit der mittleren Kategorie beantwortet oder ob sie gar abwechselnd eine starke Zustimmung und eine starke Ablehnung äußerte“ (Blasius, 2014, S. 1055). Das damit verbundene Problem wird an einem fiktiven Datensatz verdeutlicht (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: Skalenbildung durch Summen- und Indexbildung für den fiktiven Datensatz

Schülerin bzw. Schüler	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Skala	
						Summe	Index
A	1	1	1	1	2	6	1,2
B	5	5	4	5	5	24	4,8
C	3	3	3	3	3	15	3,0
D	1	5	1	5	3	15	3,0
E	3	1	5	1	5	15	3,0
F	2	2	4	4	3	15	3,0
G	4	2	1	3	5	15	3,0
H	5	4	3	2	1	15	3,0
I	1	5	5	1	k. A.	12	3,0
J	3	k. A.	k. A.	k. A.	3	6	3,0

Werte aus Blasius, 2014, S. 1055

Es ist zu erkennen, dass sich für die fiktiven sechs Schülerinnen bzw. Schüler C bis H trotz unterschiedlichem Grad der Zustimmung zu den einzelnen Items derselbe Summenscore, für die fiktiven acht Schülerinnen bzw. Schüler C bis J derselbe Index errechnet. Dies führt zu Schwierigkeiten bei der Interpretation der Werte.

Deshalb wird als Skala der Ausdruck die Häufigkeit des Grades der Zustimmung dargestellt. Das Vorgehen wird am fiktiven Datensatz aus Tabelle 15 verdeutlicht (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Skalenbildung für den fiktiven Datensatz

Grad der Zustimmung	Kodierung	Absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
keine Angabe	.	4	8,00 %
stimmt gar nicht	1	12	24,00 %
stimmt kaum	2	5	10,00 %
stimmt teils-teils	3	12	24,00 %
stimmt ziemlich	4	5	10,00 %
stimmt völlig	5	12	24,00 %
Summe	---	50	100,00 %

Diese Form der Skalenbildung erlaubt es, Aussagen zum Grad der Zustimmung einer Skala zu treffen und dabei die Verteilung des Grades der Zustimmung in den einzelnen Items mit zu berücksichtigen. Der fiktive Datensatz aus Tabelle 15 suggeriert, dass es sich um eine Skala mit mittlerer Zustimmung handelt (sechs der zehn fiktiven Schülerinnen bzw. Schüler erreichen einen Summenscore von 15 (von maximal möglichen 30) bzw. acht der zehn Schülerinnen bzw. Schüler einen Index von 3,0 (von maximal möglichen 5,0)). Durch die adaptierte Skalenbildung (Tabelle 16) ist es nun möglich, zu relativieren, da die Skala mit scheinbar mittlerer Zustimmung nur dadurch zustande gekommen ist, da eine gleichstarke Zustimmung (jeweils 24,0 Prozent) auch in den Endbereichen der Skala vorliegt.

Die sieben Skalen der Kerndimensionen „Herkunft“, „Sicherheit“, „Entwicklung“, „Rechtfertigung“, „Einfachheit“, „Zweck“ sowie „Kreativität“ wurden entsprechend abgebildet. Negativ gepolte Items – dies betrifft die Skalen der Kerndimensionen „Herkunft“, „Sicherheit“, „Einfachheit“ sowie „Kreativität“ – wurden dazu entsprechend umkodiert, sodass für jedes Item gilt, dass ein geringer Zahlenwert keine, ein hoher Wert eine völlige Zustimmung zur Aussage verdeutlicht (Schnell et al., 2018).

Auf die statistischen Berechnungsverfahren (Mann-Whitney-U-Test und Wilcoxon-Test) hat diese Form der Skalenbildung keinen Einfluss.

## **Datenauswertung**

Diagramm 5 zeigt die Skalen der sieben Kerndimensionen für die erste Erhebung getrennt nach Interventions- und Kontrollgruppe. Da die Skalen der sieben Kerndimensionen durch eine unterschiedliche Anzahl an Items im Fragebogen abgebildet werden, erfolgt die Darstellung des Grads der Zustimmung zu den jeweiligen Skalen der sieben Kerndimensionen als relative Häufigkeit.

Diagramm 5 zeichnet hinsichtlich der Ausprägung des Grads der Zustimmung für die Skalen der sieben Kerndimensionen ein diverses Bild. Es lassen sich jedoch auch Gemeinsamkeiten finden. So zeigt sich, dass in allen sieben Kerndimensionen alle fünf Grade der Zustimmung jeweils vertreten sind, wenn auch in unterschiedlicher Anzahl. Hinsichtlich des Verhältnisses der fünf verschiedenen Grade der Zustimmung innerhalb der jeweiligen Kerndimension zeichnet sich für fünf von ihnen ein weitgehend einheitliches Bild ab. So zeigt sich bei den Kerndimensionen „Herkunft“, „Sicherheit“, „Entwicklung“, „Rechtfertigung“ und „Zweck“, dass eine fachlich eher nicht adäquate Vorstellung (gemessen über die „stimmt gar nicht“ und „stimmt kaum“ Zustimmungen) mit einem Anteil zwischen 4,8 Prozent und 17,6 Prozent vorliegt. Fachlich nicht zutreffende Vorstellungen nehmen somit für diese fünf Kerndimensionen den geringsten Anteil ein. Dies gilt sowohl für die Interventions- als auch für die Kontrollgruppe.

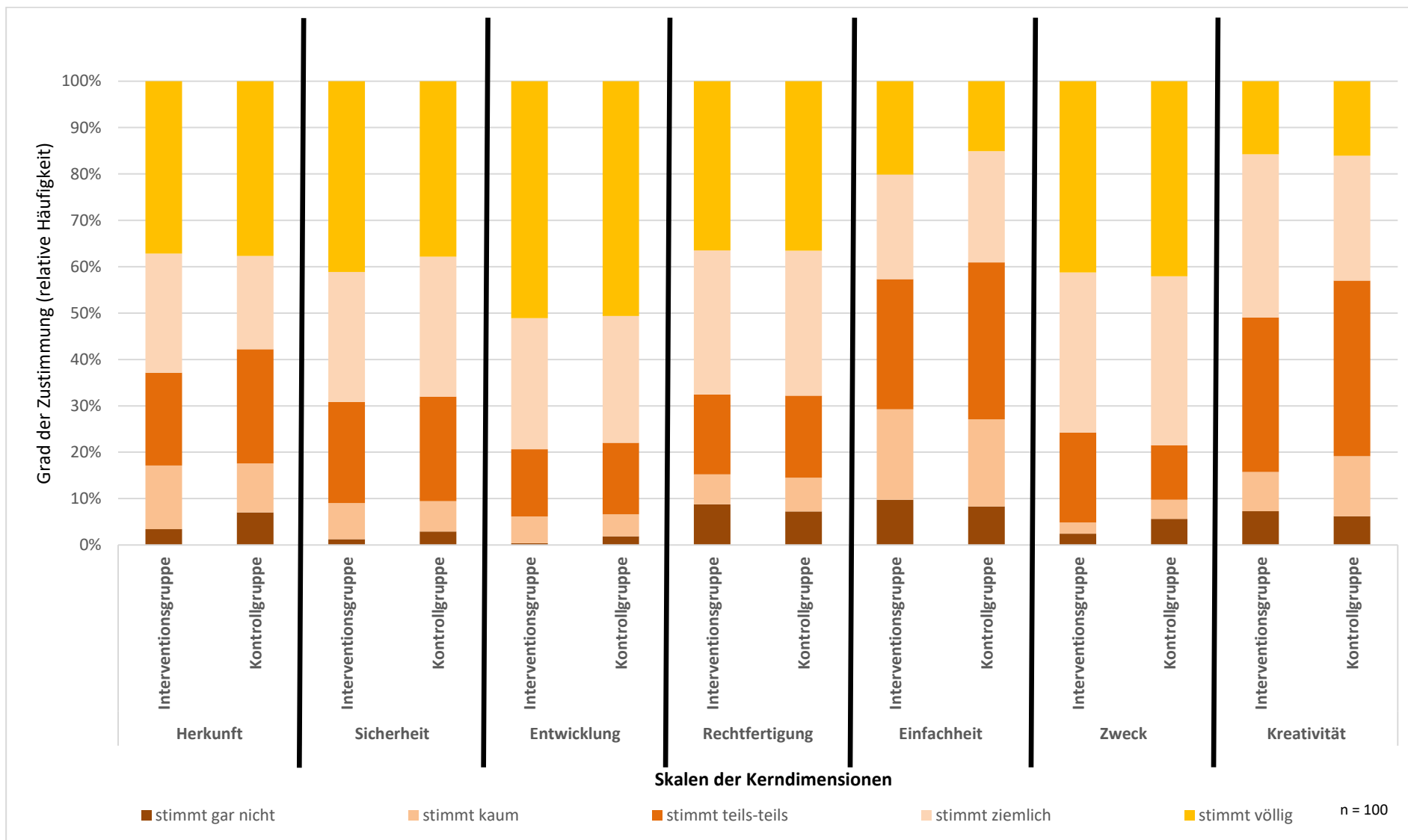
Als fachlich eher transformierte Vorstellungen zu den Kerndimensionen werden die „stimmt teils-teils“ Zustimmungen betrachtet. Sie nehmen für die Kerndimensionen „Herkunft“, „Sicherheit“, „Entwicklung“,

„Rechtfertigung“ und „Zweck“ einen Anteil zwischen 11,8 Prozent und 24,6 Prozent ein. Als solches nehmen diese Vorstellungen einen mittleren Anteil ein. Dies gilt sowohl für die Interventions- als auch für die Kontrollgruppe.

Den mengenmäßig jeweils größten Anteil nehmen für die fünf Kerndimensionen „Herkunft“, „Sicherheit“, „Entwicklung“, „Rechtfertigung“ und „Zweck“ fachlich eher adäquate Vorstellungen (gemessen über den Anteil der „stimmt ziemlich“ und „stimmt völlig“ Zustimmungen) ein. Dieser liegt bei einem Anteil zwischen 57,8 Prozent und 79,3 Prozent. Dies gilt sowohl für die Interventions- als auch für die Kontrollgruppe.

Ein etwas anderes Bild zeigt sich für die Kerndimensionen „Einfachheit“ sowie „Kreativität“. Der Anteil der fachlich eher nicht adäquaten (gemessen über die „stimmt gar nicht“ und „stimmt kaum“ Zustimmungen) Vorstellung für die Kerndimension „Einfachheit“ liegt mit um die 30,0 Prozent für Interventions- (29,3 Prozent) und Kontrollgruppe (27,1 Prozent) deutlich über dem entsprechenden Anteil der anderen sechs Kerndimensionen. Auch der Anteil der fachlich eher transformierten Vorstellungen (gemessen über die „stimmt teils-teils“ Zustimmung) für die Kerndimensionen „Einfachheit“ und „Kreativität“ liegt mit einem Anteil zwischen 28,0 Prozent und 37,8 Prozent ebenfalls deutlich über dem Anteil der anderen fünf Kerndimensionen. Die anteilmäßige Verschiebung der Verhältnisse von fachlich eher nicht adäquaten, transformierten und fachlich eher adäquaten Vorstellungen für die Kerndimensionen „Einfachheit“ sowie „Kreativität“ hat zur Folge, dass lediglich zwischen 39,1 Prozent und 50,9 Prozent der Schülerinnen und Schüler für diese beiden Kerndimensionen einen Grad der Zustimmung geben, der als fachlich adäquat betrachtet werden kann. Auch hier kommt es zu einer deutlichen Abweichung im Vergleich zu den anderen fünf Kerndimensionen. Für diese Kerndimensionen liegt der Anteil an fachlich eher adäquaten Vorstellungen im Mittelwert bei 70,5 Prozent.

Diagramm 5: Ausprägung des Grades der Zustimmung zu den Skalen für die Kerndimensionen für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ (erste Erhebung)



In einem ersten Schritt wird mittels Mann-Whitney-U-Test (Wilcoxon-Rangsummen-Test) überprüft, ob sich die zentralen Tendenzen zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe innerhalb der sieben Kerndimensionen unterscheiden (Bortz & Schuster, 2010; Jansen & Laatz, 2017). Die Berechnung erfolgt für alle fünf Erhebungen.

#### *Erste Erhebung*

Es liegt für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied für die erste Erhebung vor. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 96 entnommen werden.

#### *Zweite Erhebung*

Es liegt für die Kerndimension „Einfachheit“ ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- ( $M_{\text{Rang}} = 193,00$ ) und Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 164,21$ ) vor ( $U = 13174,500$ ;  $Z = -2,749$ ;  $p = 0,006$ ;  $r = 0,15$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Für die anderen sechs Kerndimensionen konnte kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 97 entnommen werden.

#### *Dritte Erhebung*

Es liegt für die Kerndimensionen „Einfachheit“ sowie „Zweck“ ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe vor (für die Kerndimension „Einfachheit“:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 190,77$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 157,76$ ;  $U = 11652,500$ ;  $Z = -3,174$ ;  $p = 0,002$ ;  $r = 0,17$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)); für die Kerndimension „Zweck“:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 189,32$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 158,850$ ;  $U = 11866,000$ ;  $Z = -2,989$ ;  $p = 0,003$ ;  $r = 0,16$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Für die Kerndimensionen „Herkunft“, „Sicherheit“, „Entwicklung“ sowie „Rechtfertigung“ konnte kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe berechnet werden. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 98 entnommen werden. Aufgrund fehlender Reliabilität kann für die Kerndimension „Kreativität“ für den dritten Erhebungszeitpunkt keine Aussage getroffen werden.

#### *Vierte Erhebung*

Für die vierte Erhebung kann für fünf Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe ermittelt werden (für die Kerndimension „Herkunft“:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 108,64$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 129,52$ ;  $U = 5847,000$ ;  $Z = -2,494$ ;  $p = 0,013$ ;  $r = 0,16$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)); für die Kerndimension „Sicherheit“:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 150,81$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 181,44$ ;



$U = 11295,000$ ;  $Z = -3,083$ ;  $p = 0,002$ ;  $r = 0,11$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Entwicklung“:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 17973$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 202,33$ ;  $U = 16052,000$ ;  $Z = -2,171$ ;  $p = 0,030$ ;  $r = 0,11$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Rechtfertigung“:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 202,73$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 226,19$ ;  $U = 20429,500$ ;  $Z = -2,040$ ;  $p = 0,041$ ;  $r = 0,10$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Einfachheit“:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 132,85$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 110,05$ ;  $U = 5792,000$ ;  $Z = -2,622$ ;  $p = 0,009$ ;  $r = 0,17$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Für die anderen beiden Kerndimensionen konnte kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe berechnet werden. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 99 entnommen werden.

#### *Fünfte Erhebung*

Für die fünfte Erhebung kann für vier der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe ermittelt werden (für die Kerndimension „Herkunft“:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 120,03$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 147,88$ ;  $U = 7143,500$ ;  $Z = -3,106$ ;  $p = 0,002$ ;  $r = 0,19$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Entwicklung“:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 198,48$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 230,07$ ;  $U = 19580,500$ ;  $Z = -2,771$ ;  $p = 0,006$ ;  $r = 0,13$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Rechtfertigung“:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 220,07$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 260,58$ ;  $U = 24098,500$ ;  $Z = -3,297$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,20$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009); für die Kerndimension „Zweck“:  $M_{\text{Rang}}^{\text{IG}} = 122,00$ ;  $M_{\text{Rang}}^{\text{KG}} = 146,30$ ;  $U = 7380,000$ ;  $Z = -2,718$ ;  $p = 0,007$ ;  $r = 0,20$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)). Für die anderen drei Kerndimensionen konnte kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe berechnet werden. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 100 entnommen werden.

In einem weiteren Schritt wird getestet, ob es innerhalb der Interventions- bzw. Kontrollgruppe zwischen den nacheinander erfolgten Erhebungszeitpunkten zu einer Veränderung im Zustimmungsverhalten zur Aussage und somit in den zentralen Tendenzen der Skalen für die sieben Kerndimensionen gibt. Um zu überprüfen, ob sich die zentralen Tendenzen zweier abhängiger Stichproben voneinander unterscheiden wird der Wilcoxon-Test (Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test) verwendet (Bortz & Schuster, 2010; Jansen & Laatz, 2017).

#### *Interventionsgruppe – Kerndimension „Herkunft“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe konnte für die Kerndimension „Herkunft“ kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen den nacheinander erfolgten Erhebungszeitpunkten ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 101 entnommen werden.

#### *Kontrollgruppe – Kerndimension „Herkunft“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe konnte für die Kerndimension „Herkunft“ ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen von der ersten (Mdn = 4) zur zweiten (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -3,292$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,24$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)), von der dritten (Mdn = 4) zur vierten (Mdn = 5) Erhebung ( $z = -2,679$ ;  $p = 0,007$ ;  $r = 0,24$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) sowie von der ersten (Mdn = 4) zur fünften (Mdn = 5) Erhebung ( $z = -4,832$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,40$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)) ermittelt werden. Für die verbleibenden beiden Zeitspannen (von der zweiten zur dritten und von der vierten zur fünften Erhebung) konnte kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt für diese beiden Zeitspannen über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 101 entnommen werden.

#### *Interventionsgruppe – Kerndimension „Sicherheit“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe konnte für die Kerndimension „Sicherheit“ ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen von der ersten (Mdn = 4) zur zweiten (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -2,822$ ;  $p = 0,005$ ;  $r = 0,18$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)), von der dritten (Mdn = 5) zur vierten (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -3,316$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,29$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)), von der vierten (Mdn = 4) zur fünften (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -3,009$ ;  $p = 0,003$ ;  $r = 0,27$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) sowie von der ersten (Mdn = 4) zur fünften (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -1,985$ ;  $p = 0,047$ ;  $r = 0,15$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) ermittelt werden. Für die Zeitspanne von der zweiten zur dritten Erhebung konnte kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt für diese Zeitspanne über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 102 entnommen werden.

#### *Kontrollgruppe – Kerndimension „Sicherheit“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe konnte für die Kerndimension „Sicherheit“ ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen von der ersten (Mdn = 4) zur zweiten (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -2,473$ ;  $p = 0,013$ ;  $r = 0,16$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) sowie von der ersten (Mdn = 4) zur fünften (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -3,519$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,25$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) ermittelt werden. Für die verbleibenden drei Zeitspannen (von der zweiten zur dritten, von der dritten zur vierten und von der vierten zur fünften Erhebung) konnte kein signifikanter Unterschied in den

zentralen Tendenzen ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt für diese Zeitspannen über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 102 entnommen werden.

#### *Interventionsgruppe – Kerndimension „Entwicklung“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe konnte für die Kerndimension „Entwicklung“ ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen von der zweiten (Mdn = 5) zur dritten (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -3,834$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,25$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)), von der vierten (Mdn = 4) zur fünften (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -2,720$ ;  $p = 0,007$ ;  $r = 0,23$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) sowie von der ersten (Mdn = 5) zur fünften (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -3,332$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,24$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) ermittelt werden. Für die verbleibenden zwei Zeitspannen (von der ersten zur zweiten und von der dritten zur vierten Erhebung) konnte kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt für diese beiden Zeitspannen über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 103 entnommen werden.

#### *Kontrollgruppe – Kerndimension „Entwicklung“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe konnten für die Kerndimension „Entwicklung“ ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen von der vierten (Mdn = 5) zur fünften (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -2,325$ ;  $p = 0,020$ ;  $r = 0,16$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) ermittelt werden. Für die verbleibenden vier Zeitspannen (von der ersten zur zweiten, von der zweiten zur dritten, von der dritten zur vierten und von der ersten zur fünften Erhebung) konnte kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt für diese vier Zeitspannen über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 103 entnommen werden.

#### *Interventionsgruppe – Kerndimension „Rechtfertigung“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe konnte für die Kerndimension „Rechtfertigung“ kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen den nacheinander erfolgten Erhebungszeitpunkten ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 104 entnommen werden.

#### *Kontrollgruppe – Kerndimension „Rechtfertigung“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe konnte für die Kerndimension „Rechtfertigung“ kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen den nacheinander erfolgten Erhebungszeitpunkten ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 104 entnommen werden.

#### *Interventionsgruppe – Kerndimension „Einfachheit“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe konnte für die Kerndimension „Einfachheit“ ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen von der ersten (Mdn = 3) zur zweiten (Mdn = 3) Erhebung ( $z = -3,136$ ;  $p = 0,002$ ;  $r = 0,25$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) sowie von der ersten (Mdn = 3) zur fünften (Mdn = 3) Erhebung ( $z = -3,709$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,36$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)) ermittelt werden. Für die verbleibenden drei Zeitspannen (von der zweiten zur dritten, von der dritten zur vierten und von der vierten zur fünften Erhebung) konnte kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt für diese drei Zeitspannen über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 105 entnommen werden.

#### *Kontrollgruppe – Kerndimension „Einfachheit“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe konnte für die Kerndimension „Einfachheit“ kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen den nacheinander erfolgten Erhebungszeitpunkten ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 105 entnommen werden.

#### *Interventionsgruppe – Kerndimension „Zweck“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe konnte für die Kerndimension „Zweck“ kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen den nacheinander erfolgten Erhebungszeitpunkten ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 106 entnommen werden.

#### *Kontrollgruppe – Kerndimension „Zweck“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe konnte für die Kerndimension „Zweck“ ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen von der zweiten (Mdn = 4) zur dritten (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -5,011$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = 0,37$  (mittlerer Effekt nach Cohen, 2009)) sowie von der dritten (Mdn = 4) zur vierten (Mdn = 4) Erhebung ( $z = -2,183$ ;  $p = 0,033$ ;  $r = 0,19$  (schwacher Effekt nach Cohen, 2009)) ermittelt werden. Für die verbleibenden drei Zeitspannen (von der ersten zur zweiten, von der vierten zur fünften und von der ersten zur fünften Erhebung) konnte kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt für diese drei Zeitspannen über 0,05. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 106 entnommen werden.

#### *Interventionsgruppe – Kerndimension „Kreativität“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Interventionsgruppe konnte für die Kerndimension „Kreativität“ kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen den nacheinander erfolgten Erhebungszeitpunkten ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Aufgrund fehlender Reliabilität kann

für die Kerndimension „Kreativität“ zu einer Veränderung im Zustimmungsverhalten zur Aussage vom zweiten zum dritten und vom dritten zum vierten Erhebungszeitpunkt keine Aussage getroffen werden. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 107 entnommen werden.

#### *Kontrollgruppe – Kerndimensionen „Kreativität“*

Für die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe konnte für die Kerndimension „Kreativität“ kein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen den nacheinander erfolgten Erhebungszeitpunkten ermittelt werden. Das Signifikanzniveau liegt über 0,05. Aufgrund fehlender Reliabilität kann für die Kerndimension „Kreativität“ zu einer Veränderung im Zustimmungsverhalten zur Aussage vom zweiten zum dritten und vom dritten zum vierten Erhebungszeitpunkt keine Aussage getroffen werden. Das zugehörige Testergebnis kann Tabelle 107 entnommen werden.

### **Kapitelzusammenfassung**

Bei der vorliegenden Forschungsarbeit handelt es sich um eine quasi-experimentelle empirische Feldstudie, da die Stichprobe nicht randomisiert ist (Eifler, 2014). Die Auswahl der Stichprobe richtete sich nach dem Kriterium der räumlichen Lage in Bezug zum Botanischen Garten der Universität Rostock. Eine spezifischere Klassifikation der Stichprobe über die „bewusste Auswahl“ hinaus ist nicht möglich (Hussy, Schreier & Echterhoff, 2013; Schnell, Hill & Esser, 2018). Die Stichprobe für die Hauptuntersuchung bestand aus insgesamt 112 Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe mit einem durchschnittlichen Alter von 15 Jahren ( $M = 14,71$ ;  $SD = 0,576$ ). Am regulären Fachunterricht Biologie nahmen 110 Schülerinnen und Schüler teil. Die Schülerinnen und Schüler durften vorab eigenständig entscheiden, ob sie am Unterricht am Lernort Schulgarten oder am Lernort Fachunterrichtsraum teilnehmen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass nach „relevanten Merkmalen wie Vorwissen, Motivation oder soziale Schichtzugehörigkeit gleiche Gruppen [...] gebildet werden“ (Wellenreuther, 2015, S. 22).

Um die Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften zu erheben, wurde der Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ verwendet. Es handelt sich hierbei um eine eigens für dieses Forschungsvorhaben angefertigte deutschsprachige und angepasste Fassung des Fragebogens „Views of Nature of Science Questionnaire“ (Lederman et al., 2002) Version D+ (Lederman & Lederman, 2010). Zusätzlich zum offenen Fragebogen fand der standardisierte paper-and-pencil-Test „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ (Urhahne, Kremer & Mayer, 2008) in einer adaptierten Fassung Anwendung. Im Rahmen der Vorbereitung zur Hauptuntersuchung wurden die verwendeten Forschungsinstrumente pilotiert. Da der Vortest unter Feldbedingungen erfolgte, galten dessen Ergebnisse zur Testung der Gütekriterien auch für die Hauptuntersuchung (Weichbold, 2014). Es erfolgte darauf aufbauend und ergänzend zu den Ausführungen für den Vortest die Einschätzung der Gütekriterien

für die Hauptuntersuchung. Beide Fragebögen sind für die Hauptuntersuchung als objektiv, reliabel und valide zu kennzeichnen.

Bei den Vorstellungen zum Wesen der Naturwissenschaften bei den Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe zeigt sich bzgl. der Niveaustufen für die sieben Kerndimensionen ein diverses Bild. So lassen sich naive und transformierte Niveaustufen in allen sieben Kerndimensionen finden. Die naive Niveaustufe ist dabei die am häufigsten kodierte Niveaustufe. Dies gilt für alle sieben Kerndimensionen. Lediglich bei den fünf Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Vorläufigkeit“ konnten informierte Niveaustufen kodiert werden. Für die beiden Kerndimensionen „Empirik“ sowie „Gesetz und Theorie“ wurden keine informierten Niveaustufen ermittelt. Es kam zu Veränderungen in der Anzahl der Kodierungen für die einzelnen Niveaustufen bei allen sieben Kerndimensionen in der vergleichenden Betrachtung zwischen Pre- und Posttest. Mittels Wilcoxon-Test (Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test) wurde geprüft, ob sich die zentralen Tendenzen zweier abhängiger Stichproben voneinander unterscheiden. Unter Berücksichtigung der Merkmalsausprägung „keine Zuordnung oder keine Angabe“ wurden signifikante Unterschiede für die vier Kerndimensionen „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ vom Pre- zum Posttest festgestellt. Die signifikanten Unterschiede lagen unter Ausschluss der Kodieroption „keine Zuordnung oder keine Angabe“ nicht mehr vor.

Mittels Mann-Whitney-U-Test (Wilcoxon-Rangsummen-Test) wurde geprüft, welchen Einfluss der Lernort auf eine mögliche Vorstellungsänderung auf kurzfristige Perspektive betrachtet ausübt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Lernort allein keinen Einfluss ausübt. Aus verschiedenen PISA-Studien ist bekannt, dass neben dem Interesse der Schülerinnen und Schüler an Naturwissenschaften auch die zukünftige Berufserwartung und eine naturwissenschaftsbezogene Tätigkeit der Eltern einen Einfluss auf die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler hat (Prenzel et al., 2007; Reiss et al., 2016). Weitere statistische Berechnungen unter Berücksichtigung dieser lernortunabhängigen Faktoren zeigen, dass der Schulgarten als Lernort durchaus verändernd auf die Niveaustufen zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften wirkt, wenn diese bspw. einen naturwissenschaftlich geprägten Berufswunsch haben. Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ ist der Tabelle 17 (klassische Bedingungen) und der Tabelle 18 (strenge Bedingungen) zu entnehmen. Aus den beiden Tabellen geht auch hervor, ob es sich bei einer signifikanten Veränderung um eine Verschlechterung oder Verbesserung hinsichtlich des Grads der Zustimmung handelt und mit welcher Effektstärke diese Veränderung vorliegt.

Zusätzlich wird betrachtet, welchen Einfluss der Lernort auf eine mögliche Vorstellungsänderung auf längerfristige Perspektive hat. Hierzu wurde der Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ zu fünf unterschiedlichen Zeitpunkten durch die Schülerinnen und Schüler über die Dauer eines halben Jahres beantwortet. Es ist zu erkennen, dass es auf längere Sicht betrachtet durchaus zu signifikanten Unterschieden innerhalb der beiden Gruppe zwischen den unterschiedlichen Erhebungszeitpunkten kam. Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse des Wilcoxon-Tests für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die unterschiedlichen Erhebungszeitpunkte ist Tabelle 19 zu entnehmen. Aus der Tabelle geht auch hervor, ob es sich bei einer signifikanten Veränderung um eine Verschlechterung oder Verbesserung hinsichtlich des Grades der Zustimmung handelt und mit welcher Effektstärke diese Veränderung vorliegt.

Tabelle 17: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ – Übersicht der Einflussfaktoren (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung „keine Zuordnung oder keine Angabe“)

Einflussfaktor	Lernort	Lieblingsunterrichtsfach Biologie		Interesse an CMP		Interesse am NWU			Berufswunsch der Schüler*innen			Tätigkeit der Eltern				Naturwissenschaftliche Prägung des Haushaltes		Zeit	
		ja	nein	ja	nein	Biologie und CMP	Biologie oder CMP	weder Biologie noch CMP	naturwissenschaftlich geprägt	nicht naturwissenschaftlich geprägt	„weiß ich nicht“	beide Elternteile	ein Elternteil	beide Elternteile nicht	Ein Elternteil ja, anderes Elternteil unklar	SoS und mindestens ein Elternteil	SoS und beide Elternteile nicht		naturwissenschaftliche Tätigkeit unklar
Ausprägung																			
Kerndimension	Gruppe																		
Beobachtung und Deutung	Interventionsgruppe			-	++			++	--								+		
	Kontrollgruppe						-												
Empirik	Interventionsgruppe																		
	Kontrollgruppe		++																
Kreativität	Interventionsgruppe																		
	Kontrollgruppe																		
Subjektivität	Interventionsgruppe				++			++											
	Kontrollgruppe	+			+			+	++		+++		-			++			
Sozial und Kulturell	Interventionsgruppe									+++			++		+++				
	Kontrollgruppe				++			++											
Vorläufigkeit	Interventionsgruppe			--			--	+	---										
	Kontrollgruppe											--							
Gesetz und Theorie	Interventionsgruppe																		
	Kontrollgruppe																		

Legende:

<p> signifikante Veränderung</p> <p>+ Steigerung der Niveaustufe</p> <p>+/- schwacher Effekt (Cohen, 2009)</p>	<p> keine signifikante Veränderung</p> <p>- Reduktion der Niveaustufe</p> <p>++ / -- mittlerer Effekt (Cohen, 2009)</p>	<p> Berechnung der Teststatistik nicht möglich</p> <p>+++ / --- starker Effekt (Cohen, 2009)</p>
--	---	--



Tabelle 18: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ – Übersicht der Einflussfaktoren  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

Einflussfaktor	Lernort	Lieblingsunterrichtsfach Biologie		Interesse an CMP		Interesse am NWU			Berufswunsch der Schüler*innen			Tätigkeit der Eltern				Naturwissenschaftliche Prägung des Haushaltes		Zeit	
		ja	nein	ja	nein	Biologie und CMP	Biologie oder CMP	weder Biologie noch CMP	naturwissenschaftlich geprägt	nicht naturwissenschaftlich geprägt	„weiß ich nicht“	beide Elternteile	ein Elternteil	beide Elternteile nicht	Ein Elternteil ja, anderes Elternteil unklar	SoS und mindestens ein Elternteil	SoS und beide Elternteile nicht		naturwissenschaftliche Tätigkeit unklar
Ausprägung																			
Kerndimension	Gruppe																		
Beobachtung und Deutung	Interventionsgruppe								..										
	Kontrollgruppe						.												
Empirik	Interventionsgruppe																		
	Kontrollgruppe																		
Kreativität	Interventionsgruppe																		
	Kontrollgruppe																		
Subjektivität	Interventionsgruppe																		
	Kontrollgruppe										+++								
Sozial und Kulturell	Interventionsgruppe																		
	Kontrollgruppe																		
Vorläufigkeit	Interventionsgruppe																		
	Kontrollgruppe																		
Gesetz und Theorie	Interventionsgruppe																		
	Kontrollgruppe																		

Legende:

<p> signifikante Veränderung</p> <p>+ Steigerung der Niveaustufe</p> <p>+ / - schwacher Effekt (Cohen, 2009)</p>	<p> keine signifikante Veränderung</p> <p>- Reduktion der Niveaustufe</p> <p>++ / -- mittlerer Effekt (Cohen, 2009)</p>	<p> Berechnung der Teststatistik nicht möglich</p> <p>+++ / --- starker Effekt (Cohen, 2009)</p>
--	---	--

Tabelle 19: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ –  
Übersicht der verschiedenen Erhebungszeitpunkte

Erhebungszeitpunkt		t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub> - t <sub>3</sub>	t <sub>3</sub> - t <sub>4</sub>	t <sub>4</sub> - t <sub>5</sub>	t <sub>1</sub> - t <sub>5</sub>
<b>Kerndimension</b>	<b>Gruppe</b>					
<b>Herkunft</b>	<b>Interventionsgruppe</b>					
	<b>Kontrollgruppe</b>	+		+		++
<b>Sicherheit</b>	<b>Interventionsgruppe</b>	+		+	+	+
	<b>Kontrollgruppe</b>	+				+
<b>Entwicklung</b>	<b>Interventionsgruppe</b>		-		-	-
	<b>Kontrollgruppe</b>				-	
<b>Rechtfertigung</b>	<b>Interventionsgruppe</b>					
	<b>Kontrollgruppe</b>					
<b>Einfachheit</b>	<b>Interventionsgruppe</b>	+				++
	<b>Kontrollgruppe</b>					
<b>Zweck</b>	<b>Interventionsgruppe</b>					
	<b>Kontrollgruppe</b>		--	+		
<b>Kreativität</b>	<b>Interventionsgruppe</b>					
	<b>Kontrollgruppe</b>					

Legende:



signifikante  
Veränderung



keine signifikante  
Veränderung



Berechnung der Teststatistik  
nicht möglich

+ Steigerung der  
Zustimmung

- Reduktion der  
Zustimmung

+ / - schwacher Effekt  
(Cohen, 2009)

++ / -- mittlerer Effekt  
(Cohen, 2009)

+++ / --- starker Effekt  
(Cohen, 2009)

## **V Zusammenfassung und Diskussion**

---

Ziel dieser Arbeit ist, Auskunft geben zu können, ob durch naturwissenschaftliches Arbeiten im Schulgarten während des regulären Biologieunterrichts eine Veränderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I möglich ist.

In Kapitel II dieser Arbeit wird die Schule als Institution mit Besuchspflicht (Schulpflicht) über den allgemeinen Bildungsauftrag legitimiert. In der Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung liegt der Beitrag, den der Biologieunterricht zur Wahrung dieses Bildungsauftrags leistet. Ein wesentliches Teilelement naturwissenschaftlicher Grundbildung ist ein Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften. Mit den sieben Kerndimensionen vom Wesen der Naturwissenschaften liegt für den schulischen Bildungsbereich ein praktikabler Ansatz zur Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften vor. Durch explizites und reflektiertes naturwissenschaftliches Arbeiten kann ein Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften gefördert werden. Gegen Ende des Kapitels II werden daher der Schulgarten als Lernort mit seinem Potenzial für das naturwissenschaftliche Arbeiten und der Beitrag, den er zur Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften leistet, charakterisiert.

Das Kapitel III dieser Arbeit widmet sich der empirischen Ausgestaltung der Untersuchung. Es wird die wissenschaftliche Leitfrage sowie die vier Forschungsfragen inkl. der zugehörigen Hypothesen präsentiert. Anschließend wird das Untersuchungsdesign benannt und die beiden Fragebögen als Forschungsinstrumente gerechtfertigt. Es folgen Ausführungen zu den Ergebnissen des Vortests der Forschungsinstrumente sowie die Einschätzung dieser hinsichtlich Objektivität, Reliabilität und Validität. Zusätzlich zu den Forschungsinstrumenten sind neben allen Dokumenten, die im Rahmen der Hauptuntersuchung verwendet werden, auch der Prozess, die Handlungsabläufe und die technische Umsetzung erprobt und die Ergebnisse ausgeführt worden. Das Kapitel III beinhaltet ebenfalls Ausführungen zum geplanten Biologieunterricht.

Die Ergebnisse werden in Kapitel IV präsentiert und die Stichprobe wird beschrieben. Es schließen sich Ausführungen zur Datenerhebung und Datenaufbereitung an. Eine Einschätzung der Forschungsinstrumente für die Hauptuntersuchung nach den Gütekriterien der klassischen Test- und Fragebogenkonstruktion erfolgt. Die Ergebnisse werden entlang der einzelnen Fragestellungen dargestellt. Es finden sich Hinweise zu den verwendeten statistischen Tests und den statistischen Kennzahlen.

In Kapitel V wird das methodische Vorgehen diskutiert und die Ergebnisse für die vier Fragestellungen zusammengefasst sowie mit Bezug zu den jeweils aufgestellten Hypothesen diskutiert. Kapitel V beinhaltet die Einschätzung des Forschungsdesigns nach Gütekriterien für quantitative und qualitative Forschung und schließt mit einem Fazit.

## **1 Methodisches Vorgehen**

### **1.1 Forschungsinstrumente**

Im Rahmen der Hauptuntersuchung fanden mit dem offenen Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften“ und dem geschlossenen Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ (Urhahne et al., 2008) zwei Forschungsinstrumente Anwendung. Der Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften“ ist eine adaptierte und nach wissenschaftlichen Kriterien übersetzte Fassung des Fragebogens „Views of Nature of Science Questionnaire - Version D+“ (Lederman & Lederman, 2010). Er wurde zu zwei verschiedenen Zeitpunkten inhalts- und verfahrensgleich als Pre- und Posttest eingesetzt. Der Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ wurde nach dem Posttest über die Dauer von einem halben Jahr zu fünf unterschiedlichen Zeitpunkten durch die Schülerinnen und Schüler bearbeitet. Da sich die beiden Fragebögen voneinander unterscheiden, handelt es sich beim fünffachen Einsatz des Fragebogens nicht um einem Follow-up-Test zum Pre-Posttest. Die Daten aus dem offenen und die aus dem geschlossenen Fragebogen können nicht unmittelbar miteinander verglichen werden. Die Fragebögen wurden vor ihrem Einsatz in der Hauptuntersuchung unter Feldbedingungen erprobt. Dies umfasste die Bearbeitung der Fragebögen durch die Schülerinnen und Schüler ebenso wie die Kodierung ihrer Antworten durch die Kodiererinnen und Kodierer (für den offenen Fragebogen) sowie das maschinelle Einlesen (für den geschlossenen Fragebogen). Auf den Erkenntnissen des Vortests aufbauend erfolgte die Überarbeitung der Fragebögen für die Hauptuntersuchung. So wurde u. a. durch Zusammenfassung und Umpositionierung von Fragen versucht, Ermüdungserscheinungen beim Beantworten vorzubeugen (Konrad, 2015). Inhaltliche Ausführungen zur Anfertigung der Übersetzung, Vortests und statistische Kennwerte sind für beide Forschungsinstrumente in Kapitel III nachzulesen. Insgesamt wurde durch die Hauptuntersuchung deutlich, dass mit den Fragebögen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften“ und „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ (Urhahne et al., 2008) zwei deutschsprachige Forschungsinstrumente vorliegen, die eine Erhebung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I ermöglichen. Neben der Wahrung von Objektivität, Reliabilität und Validität als Gütekriterien der klassischen Test- und Fragebogenkonstruktion sind beide Fragebögen vom Umfang und der Dauer der Bearbeitung in einem für diese Altersgruppe und unter schulnahen Bedingungen vertretbaren zeitlichen Rahmen. So wird bei längeren Fragebögen empfohlen, eine Anzahl von „11 Seiten (plus 1 Seite Deckblatt) nicht [zu] überschreiten“ (Reuband, 2014, S. 651). Die Bearbeitungsdauer eines Tests für Kinder und Jugendliche sollte zwischen 15 und 30 Minuten liegen (Konrad, 2015). Hinsichtlich Durchführung und Auswertung zeigten sich erst in der Hauptuntersuchung Herausforderungen.

## 1.2 Durchführung

Die inhaltliche Bearbeitung der beiden Fragebögen verursachte bei den Schülerinnen und Schülern keine Probleme. Beide Fragebögen erschienen für die Schülerinnen und Schüler verständlich und im vorgesehenen Zeitumfang bearbeitbar. Die Art und Weise der Bearbeitung der Fragebögen (schriftlich beim offenen Fragebogen, Ankreuzen beim geschlossenen Fragebogen) ist den Schülerinnen und Schülern aus ihrem Schulalltag heraus bekannt, sodass auch hier keine Schwierigkeiten feststellbar waren. Die Bearbeitung aller Fragebögen erfolgte in der Schule und somit in einem den Schülerinnen und Schülern vertrauten Umfeld.

Das Forschungsvorhaben musste beim zuständigen Ministerium beantragt und durch dieses genehmigt werden. Die Schulleitungen sowie die Lehrerinnen und Lehrer zeigten sich offen hinsichtlich organisatorischer und informierender Maßnahmen. Die dafür notwendigen Absprachen mit ihnen hielten sich in einem vertretbaren Maß. Es wurde unterstellt, dass sich die Vertrautheit der Schülerinnen und Schüler mit der Umgebung bei der Testsituation positiv auf die Antwortbereitschaft und das ehrliche Antwortverhalten auswirken. Zusätzlich wurde davon ausgegangen, dass sich ein den Schülerinnen und Schülern sowie deren gesetzlichen Vertreterinnen und Vertretern unvertrauter Ort (z. B. Seminarraum an der Universität) nachteilig auf die Teilnahmegenehmigung sowie die Teilnahmebereitschaft zur Bearbeitung der Fragebögen auswirkt. Es besteht ergänzend die Gefahr, dass durch die damit verbundenen organisatorischen Herausforderungen (außerschulischer Termin am Nachmittag, An- und Abfahrtswege, Organisation von Fahrgemeinschaften, ...) Schülerinnen und Schüler einer Befragung fern bleiben und somit Datensätze unvollständig wären (von Aufschnaiter, 2014). Eine Bearbeitung der Fragebögen durch die Schülerinnen und Schüler an einem nicht schulischen Ort hätte den Vorteil gehabt, dass keine Genehmigung durch das zuständige Ministerium nötig gewesen wäre. Dieser Vorteil konnte die bereits genannten Nachteile einer Bearbeitung der Fragebögen in unvertrauter Umgebung nicht aufwiegen.

In Vorbereitung auf den Vortest aller im Rahmen der Hauptuntersuchung zum Einsatz kommenden Dokumente, insbesondere jedoch bei den beiden Fragebögen, wurde sich mit dem Thema der Online-Befragung (Wagner & Hering, 2014) auseinandergesetzt. Aus technischen und organisatorischen Gründen mussten diese Überlegungen jedoch frühzeitig verworfen werden. Die Universität Rostock unterhält mit EvaSys ein Evaluationsprogramm, das auch über die Option einer Online-Befragung verfügt. Zum damaligen Zeitpunkt war die Skalierung des Programms für mobile Endgeräte jedoch noch nicht ausreichend, sodass von fehlerhaften Eingaben durch falsche Darstellung ausgegangen werden musste. Bei anderen Befragungsprogrammen hätten Aspekte wie Datenschutz, Rechte und Lizenzen geklärt werden müssen. Zudem wären bei einer Online-Befragung Schülerinnen und Schüler, die am Computer langsam schreiben, benachteiligt gewesen. Ziel ist es, die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der

Naturwissenschaften, nicht deren Fähigkeit im 10-Finger-Schreiben zu erheben. Zusätzlich hätten für jeden Bearbeitungszeitpunkt die technischen Voraussetzungen zur Teilnahme sichergestellt sein müssen (PC-Räume der Schule, Leihgeräte, Tablets, Smartphones der Schülerinnen und Schüler, Zugriff auf das Internet, ...). Dies ist in diesem Umfang nicht zu leisten gewesen, sodass sich in der Summe der Vielzahl an technischen und organisatorischen Herausforderungen, die mit einer Online-Befragung einhergegangen wären, bewusst für eine analoge Bearbeitung der Fragebögen als paper-and-pencil-Test entschieden wurde.

Dieses Vorgehen erwies sich für den Vortest als problemlos. Da der Vortest unter Feldbedingungen stattfand, zeigte sich hier auch kein Handlungsbedarf für die spätere Hauptuntersuchung.

In der Hauptuntersuchung jedoch äußerten Schülerinnen und Schüler im Posttest ihr Missfallen über die Unmenge an Papier, die bei einem derartig umfangreichen methodischen Design benötigt wird. Da aufgrund der beleidigenden Äußerungen der Schülerinnen und Schüler nicht von einem ernst zu nehmenden Antwortverhalten ausgegangen werden musste, konnten die Daten aus dem Posttest nicht verwendet werden. Dies wirkte sich fallreduzierend auf den bereinigten Datensatz aus, der der vergleichenden Betrachtung zwischen Pre- und Posttest zugrundeliegt (Fragestellung 2 und 3).

Beim wiederholten Einsatz des geschlossenen Fragebogens zeigte sich eine Abnahme der Anzahl der Bearbeitung des Fragebogens. Dies kann zum geringeren Anteil durch Fehlen einzelner Schülerinnen und Schüler (z. B. Krankheit, Freistellung) erklärt werden. Zum überwiegenden Teil wird die abnehmende Antwortbereitschaft jedoch auf Ermüdungserscheinungen und abnehmende Motivation zurückgeführt (Bühner, 2011). Dies wird zum einen im Zeitpunkt der Befragung (die späteren Befragungszeitpunkte liegen näher am Ende des Schulhalb- und -jahres) gesehen. Jedoch tut auch hier die Unzufriedenheit der Schülerinnen und Schüler mit der Papiermenge ihr Übriges. Auch hier wirkt sich die sinkende Antwortbereitschaft fallreduzierend auf den Datensatz zur Beantwortung der vierten Fragestellung aus.

Für kommende Forschungen sollte sich auch dem Thema der Realisierung von Online-Befragungen an Schulen gewidmet werden. Neben rechtlichen, organisatorischen und technischen Aspekten kann hier auch Potenzial für eine höhere Bereitschaft zur Teilnahme liegen. Online-Befragungen können für Schülerinnen und Schüler eine gewisse „Anonymität“ suggerieren, da bspw. Handschriften oder die Farbe des Stiftes nicht zuordenbar sind. Dies kann sich positiv auf ein ehrliches Antwortverhalten auswirken. Aufgrund der suggerierten Anonymität kann allerdings auch der gegenteilige Fall eintreten. Hier wären ggf. sogar Forschungen hilfreich, ob Schülerinnen und Schüler anders antworten, je nachdem, ob sie die gleiche Frage handschriftlich auf Papier oder online am Computer oder dem mobilen Endgerät bearbeiten.

### 1.3 Datenauswertung und -verarbeitung

Trotz bildungswissenschaftlicher und bildungspolitischer Forderungen, eine naturwissenschaftliche Grundbildung bei den Schülerinnen und Schülern zu fördern, fehlen empirische Forschungsarbeiten im Bereich der Biologiedidaktik, die ein Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften über den Minimalkonsens ganzheitlich betrachten. Auf das diesbezügliche Forschungsdesiderat wird in Kapitel I und II dieser Arbeit eingegangen. Aufgrund fehlender Forschungen zum Thema ist eine Auswertung der beiden Fragebögen als quantitative Inhaltsanalyse zulässig (Bortz & Döring, 2016; Konrad, 2015; Rössler, 2010). Für den offenen Fragebogen bedeutete dies, dass die Antworten der Schülerinnen und Schüler manuell ausgewertet und kodiert wurden. Dies war ein personen- und zeitintensives Vorgehen. Um die Vorstellungen (und nicht den Grad der Zustimmung) der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften zu erheben, bedarf es jedoch eines offenen Fragenformats, denn „offene Aufgaben [...] erlauben [...], dass die Schülerinnen und Schüler – aufgrund der Offenheit der Aufgabenstellung – auf ihre eigenen Vorstellungen zurückgreifen“ (Schrenk et al., 2019, S. 11). Es wurde daher bewusst die ressourcenintensive manuelle Auswertung der Antworten der Schülerinnen und Schüler gewählt. Im Nachhinein betrachtet kann dieses Vorgehen auch für zukünftige Forschungen empfohlen werden, denn bereits Aikenhead & Ryan (1992) weisen darauf hin, dass Probandinnen und Probanden auf den gleichen Sachverhalt durchaus unterschiedlich bei offenen und geschlossenen Befragungsformen antworten. Dies wurde auch bei der Hauptuntersuchung festgestellt. Die Schülerinnen und Schüler bearbeiteten erst den offenen Fragebogen (Posttest) und unmittelbar danach den geschlossenen Fragebogen. Hierbei zeigte sich hinsichtlich der Niveaustufen und dem Grad der Zustimmung ein durchaus unterschiedliches Antwortverhalten. Dies ist exemplarisch für die Kerndimension „Kreativität“ in Abbildung 8 dargestellt.

Antwortformat	offen		geschlossen	
Fragebogen	Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften – D+ (Posttest)		Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaft (t <sub>1</sub> )	
	Niveaustufe	relative Häufigkeit	Grad der Zustimmung	relative Häufigkeit
	naiv	62,0 %	stimmt gar nicht	6,7 %
			stimmt kaum	10,9 %
	transformiert	25,3 %	stimmt teils-teils	35,8 %
	informiert	12,7 %	stimmt ziemlich	30,7 %
			stimmt völlig	15,9 %
<b>Summe</b>		100,0 %		100,0 %

Abbildung 8: Antwortverhalten bei offenem und geschlossenem Fragenformat für die Kerndimension „Kreativität“

Hierbei wird vereinfachend angenommen, dass eine naive Niveaustufe dem Grad der Zustimmung „stimmt gar nicht“ oder „stimmt kaum“, eine transformierte Niveaustufe dem Grad der Zustimmung „stimmt teils-teils“ und einer informierten Niveaustufe dem Grad der Zustimmung „stimmt ziemlich“ oder „stimmt völlig“ entspricht. Die Aussagekraft bleibt auch dann erhalten, wenn eine naive Niveaustufe mit dem Grad der Zustimmung „stimmt gar nicht“ (62,0 Prozent zu 6,7 Prozent), eine transformierte Niveaustufe mit dem Grad der Zustimmung „stimmt kaum“, „stimmt teils-teils“ und „stimmt ziemlich“ (25,3 Prozent zu 77,4 Prozent) und eine informierte Niveaustufe mit dem Grad der Zustimmung „stimmt völlig“ (12,7 Prozent zu 15,9 Prozent) gleichgesetzt wird.

Der Kodierleitfaden zum offenen Fragebogen ermöglichte, die Antworten der Schülerinnen und Schüler in Daten umzuwandeln, um diese statistisch auszuwerten (Hamann & Jördens, 2014). Aufbauend auf dem bereits zum Originalfragebogen „Views of Nature of Science Questionnaire - Version D+“ vorhandenen Durchführungsleitfaden (Madsen & McKagan, 2018) und den Bewertungskriterien (o. A., o. J.) wurde der Kodierleitfaden erstellt. Hierbei flossen Ergebnisse bereits vorhandener empirischer Studien zu den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften aus der Chemie- (Hofheinz, 2008) und Physikdidaktik (Höttecke, 2001b, 2004; Höttecke & Hopf, 2018) ein. Sie wurden um biologiespezifische Sichtweisen ergänzt (Hamann & Asshoff, 2015; Kattmann, 2016). Bei der Erstellung und Gestaltung des Kodierleitfadens für den in der Hauptuntersuchung verwendeten Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ wurde sich an den Empfehlungen von Hamann & Jördens (2014) orientiert. Auch der Kodierleitfaden wurde vor der Hauptuntersuchung erprobt und als reliabel charakterisiert. Für die Kodierung der Antworten der Schülerinnen und Schüler für den Pre- und Posttest standen die folgenden fünf Kodiermöglichkeiten zur Verfügung:

- naiv: Die Antwort bezieht sich auf keine der angegebenen Merkmale.
- transformiert: Die Antwort bezieht sich zu Teilen auf die angegebenen Merkmale.
- informiert: Die Antwort bezieht sich auf mehrere angegebene Merkmale.
- keine Antwort: Die Schülerinnen und Schüler haben nichts geschrieben.
- keine Auswertung möglich: Die Schülerinnen und Schüler haben eine Antwort ohne Bezug zur Frage oder keine Ahnung, weiß ich nicht o. ä. geschrieben.

Erst in der Kodierung des Posttests im Rahmen der Hauptuntersuchung zeigten sich die Schwierigkeiten, die mit dem erstellten Kodierleitfaden einhergingen. Für die drei Niveaustufen an Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften erwies sich der Kodierleitfaden als zu grobgliedrig, da er lediglich Veränderungen zwischen den Niveaustufen sichtbar macht. So ist es im Rahmen der Auswertung möglich, Auskunft geben zu können, wie viele Antworten der Schülerinnen und Schüler bspw. im Pretest mit einer



niedrigeren Niveaustufe als im Posttest kodiert wurden. Die Sichtbarwerdung einer Veränderung der Antworten der Schülerinnen und Schüler innerhalb einer Niveaustufe ist durch den Kodierleitfaden nicht möglich. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Teil der Schülerinnen und Schüler, nämlich diejenigen, bei denen eine Veränderung innerhalb der Niveaustufenkodierung vorliegt, durch den Kodierleitfaden nicht adäquat abgebildet werden können. Die damit verbundene Einschränkung in der Aussagekraft der Daten wird anhand der Bewertung der Leistungen der Schülerinnen und Schüler auf Grundlage des Schulgesetzes für das Land Mecklenburg-Vorpommern verdeutlicht und ist in Abbildung 9 dargestellt.

Leistung	Beschreibung	Note	Punkte
<b>sehr gut</b>	„wenn die Leistungen den Anforderungen in besonderem Maße entspricht“	1	15
			14
			13
<b>gut</b>	„wenn die Leistung den Anforderungen voll entspricht“	2	12
			11
			10
<b>befriedigend</b>	„wenn die Leistung im Allgemeinen den Anforderungen entspricht“	3	9
			8
			7
<b>ausreichend</b>	„wenn die Leistung zwar Mängel aufweist, aber im Ganzen den Anforderungen noch entspricht“	4	6
			5
			4
<b>mangelhaft</b>	„wenn die Leistung den Anforderungen nicht entspricht, jedoch erkennen lässt, dass die notwendigen Grundkenntnisse vorhanden sind und die Mängel in absehbarer Zeit behoben werden können“	5	3
			2
			1
<b>ungenügend</b>	„wenn die Leistung den Anforderungen nicht entspricht und selbst die Grundkenntnisse so lückenhaft sind, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behoben werden können“	6	0

Abbildung 9: Bewertung der Leistungen der Schülerinnen und Schüler (§ 62 Abs. 4 und 5 SchulG M-V)

Um im Bild der Bewertung der Leistungen mit Noten und Punkten zu bleiben, ist der erstellte Kodierleitfaden so gestaltet, dass er eine Veränderung der Leistungen in Noten gemessen darstellen kann (z. B. Verbesserung von Note 2 auf Note 1). Er ist jedoch zu grobgliebig, um ausreichend darzustellen, ob innerhalb eines Leistungsbereiches eine Veränderung in Punkten gemessen erfolgt (z. B. von 13 auf 15 Punkte).

Für kommende Forschungen sollte in einem Pre-Post-Design darauf geachtet werden, dass der Kodierleitfaden so differenziert ist, dass auch innerhalb der Niveaustufen Veränderungen messbar werden. Denkbar wäre dies, indem mit Gliederungsebenen oder einer Likertskala-ähnlichen Stufung gearbeitet wird. Ein denkbares Vorgehen ist in Abbildung 10 und Abbildung 11 dargestellt:

<b>Frage</b>	...					
<b>Niveaustufe</b>	1 naiv		2 transformiert		3 informiert	
<b>Merkmal</b>	1.1 ...		2.1 ...		3.1 ...	
<b>Merkmal</b>	1.2 ...		2.2 ...		3.2 ...	
<b>Merkmal</b>	1.3 ...		2.3 ...		3.3 ...	

Abbildung 10: Veränderter Kodierleitfaden (Gliederungsebenen)

<b>Frage</b>	...											
<b>Niveaustufe</b>	1 naiv				2 transformiert				3 informiert			
<b>Merkmal</b>	11	12	13	...	21	22	23	...	31	32	33	...

Abbildung 11: Veränderter Kodierleitfaden (Likertskala-ähnliche Abstufung)

Für die Datenauswertung und -verarbeitung wurde das Programm Statistik- und Analyse-Software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) von IBM (Version 25 bzw. Version 27) verwendet. Mittels der zu den Fragebögen erstellten Kodierleitfäden wurden die Antworten der Schülerinnen und Schüler standardisiert. Die Konfiguration des Programms erlaubte über die Pseudonymisierung der Fragebögen neben einer Querschnittsbetrachtung der Ergebnisse zwischen Interventions- und Kontrollgruppe auch eine Längsschnittbetrachtung der Veränderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften für die einzelnen Schülerinnen und Schüler. Aufgrund forschungsethischer und datenschutzrechtlicher Bestimmungen werden diese Ergebnisse jedoch nur aggregiert präsentiert.

## 2 Ergebnisse

### 2.1 Niveaustufen an Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften der Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9

#### 2.1.1 Zusammenfassung

Zur Beantwortung der Frage

Über welche Niveaustufen Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften verfügen Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9?

werden die Daten des Pretests des Fragebogens „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ verwendet. Der Fragebogen wurde durch 103 Schülerinnen und Schüler beantwortet.

Es zeigt sich für die Schülerinnen und Schüler dieser Stichprobe, dass in allen sieben Kerndimensionen die naive Niveaustufe die am häufigsten kodierte Ausprägung ist. Eine darüber hinausgehende allgemeingültige Aussage über die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften, die den Minimalkonsens über die sieben Kerndimensionen als Einheit betrachtet, ist auf Basis der erhobenen Daten nicht möglich. Es sind quantitative Unterschiede hinsichtlich der Verteilung der einzelnen Niveaustufen innerhalb der sieben Kerndimensionen erkennbar, sodass eine Gruppierung der sieben Kerndimensionen in Kerndimensionen mit überwiegend naiven Niveaustufen und naiven und transformierten Niveaustufen angemessener erscheint. Zu den Kerndimensionen mit überwiegend naiven Niveaustufen zählen „Empirik“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“. Die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Kreativität“, „Subjektivität“ sowie „Vorläufigkeit“ zeichnen sich dadurch aus, dass naive und transformierte Niveaustufen vorkommen. Informierte Niveaustufen treten bei den fünf Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Vorläufigkeit“ auf.

Hypothese H<sub>01</sub> wird bestätigt. Es zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler dieser Stichprobe mehrheitlich über eine geringe (naive) Niveaustufe hinsichtlich der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften verfügen und dass, in Abhängigkeit des Schweregrades, zwischen den Kerndimensionen unterschiedlich ausgeprägte Niveaustufen auftreten.

### **2.1.2 Diskussion**

Kapitel I und II dieser Arbeit wird auf den Forschungsstand eingegangen. Aufgrund fehlender empirischer Erhebungen der Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern vom Wesen der Naturwissenschaften nach dem Minimalkonsens für das deutsche Bildungssystem stellt die Bewertung der Ergebnisse eine Herausforderung dar. Internationale empirische Studien (Bell, Blair, Crawford & Lederman, 2003; Burgin & Sadler, 2016; Deng, Chen, Tsai & Chai, 2011; Lederman & Lederman, 2014) zeigen, dass Schülerinnen und Schüler Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften haben, die als überwiegend nicht fachlich angemessen zu beurteilen sind. Diese Ergebnisse können jedoch nicht ohne Weiteres mit den Ergebnissen dieser Untersuchung in Beziehung gesetzt werden. Im internationalen Kontext erfolgt der Unterricht häufig in einem verbindenden Fach Science. Im deutschen Schulsystem werden in der Sekundarstufe I und II die drei Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik als eigenständige Fächer unterrichtet. Fachüberschreitende, fächerverbindende oder fächerkoordinierende Inhalte (Gebhard et al., 2017) zwischen den Fächern einzubringen, liegt somit in der Verantwortung der unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer. Der Schulgarten wäre dazu ein geeigneter Ort. So sind zur Erklärung zahlreicher Phänomene im Schulgarten Erkenntnisse aus den verschiedenen Naturwissenschaften not-

wendig. So kann das biologische Thema des Pflanzenwachstums oder der Ertragssteigerung bei Pflanzen nicht angemessen ohne Bezug zu Chemie (Mineralstoffe), Physik (Licht) und Geografie (Meteorologie) erklärt werden (Lehnert & Köhler, 2016).

Dass es zu quantitativen Unterschieden bei der Kodierung der Niveaustufen bei den sieben Kerndimensionen kommt, deckt sich mit vorhandener Literatur. So kennzeichnet Cofré et al. (2019) Kerndimensionen, die eher einfacher, und solche, die eher anspruchsvoller zu vermitteln sind. „Im Rahmen einer Online-Umfrage wurde die Relevanzeinschätzung und unterrichtliche Berücksichtigung [vom Wesen der Naturwissenschaften] von 44 praktizierenden Biologielehrkräften erfasst“ (Müller et al., 2020, S. 278). Die Autorinnen kommen zu dem Ergebnis, dass die Relevanz vom Wesen der Naturwissenschaften durch die befragten Lehrerinnen und Lehrer zwar als hoch eingeschätzt wird, deren explizite Thematisierung jedoch deutlich geringer ausfällt. Die „Ergebnisse dieser Studie [sind jedoch] aufgrund geringen Stichprobenumfangs Limitationen unterworfen“ (Müller et al., 2020, S. 280). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass es durch den individuellen Grad der Deutlichkeit (implizit bzw. explizit) durch die Lehrerinnen und Lehrer zu einer unterschiedlich starken Förderung der einzelnen Kerndimensionen im erteilten naturwissenschaftlichen Unterricht kommt.

Die wenigen empirischen Arbeiten aus der Chemie- (Hofheinz, 2008) und Physikdidaktik (Höttecke, 2001a, 2004; Höttecke & Hopf, 2018) stützen die Ergebnisse der ersten Fragestellung. Auch dort kam man zum Ergebnis, dass die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler als mehrheitlich naiv oder fachlich nicht angemessen zu beurteilen sind. Die empirischen Arbeiten aus der Biologiedidaktik (Kremer, 2010; Kremer et al., 2007) sind hinsichtlich ihrer Aussagekraft für die erste Fragestellung dieser Studie bereits in Kapitel III relativiert worden.

Der Pretest, dessen Daten zur Beantwortung der ersten Fragestellung dienen, wurde Mitte bis Ende Februar 2019 bearbeitet. Die Schülerinnen und Schüler hatten zu diesem Zeitpunkt noch gut drei Schulhalbjahre Zeit, um formal die Standards zu erreichen, die die Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (KMK, 2004a) fordern. Ein solcher Standard ist bspw., dass die Schülerinnen und Schüler zwischen beschreibenden und normativen Aussagen unterscheiden können (B1; KMK, 2004a). Mit Blick auf die Jahrgangsstufe der Schülerinnen und Schüler kann es dennoch nicht als zufriedenstellend betrachtet werden, wenn über 50 Prozent der Antworten der Schülerinnen und Schüler für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ als naive Niveaustufe kodiert wurden oder wenn die Schülerinnen und Schüler die Vorstellung haben, dass Gesetze aus Theorien entstehen.

Mögliche Ursache dafür, weshalb die Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe dieser Stichprobe überwiegend naive Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften in den einzelnen Kerndimensionen zeigen, kann im Unterricht begründet sein, der durch die Lehrerinnen und Lehrer erteilt wurde. In-

ternationale Studien zu Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Studierenden von naturwissenschaftlichen Fächern (Abd-El-Khalick, 2006) und Lehrkräften (Cofré et al., 2019, 2014; Pavez, Vergara, Santibáñez & Cofré, 2016) zeigen, dass auch diese noch überwiegend nicht fachlich angemessene Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften vertreten.

Dem Lehrbuch kommt „allein [schon] aufgrund seiner Verfügbarkeit“ (Gropengießer, 2013, S. 390; siehe auch Gropengießer, 2023, S. 396) bei der Medienauswahl für den Unterricht eine bedeutende Rolle zu. Eine Analyse von 14 Schulbüchern für den Chemieunterricht für das Bundesland Nordrhein-Westfalen aus dem Frühjahr 2014 zeigt, dass sich bei den untersuchten Schulbüchern „kein einziges [befindet], das alle maßgeblichen [...] Aspekte [vom Wesen der Naturwissenschaften] behandelt“ (Marniok & Reiners, 2016, S. 69). Vergleichbare Studien für Lehrbücher des Biologieunterrichts für das deutsche Bildungssystem lagen bisher nicht vor. Im Rahmen des Projektes „Analyse von biologie-spezifischen nature of science-Merkmalen im Biologieunterricht (Bio-NOS)“ (Projektkennung DFG - 423393239) erfolgt eine Analyse von Schulbüchern für den Biologieunterricht der Sekundarstufe I und II. Fricke und Reinisch (2023) kommen zum Ergebnis, dass in den von ihnen analysierten Biologieschulbüchern zwar Inhalte vom Wesen der Naturwissenschaften vorhanden seien, dass die Darstellungen dieser Inhalte jedoch verbesserungsbedürftig seien, da sie überwiegend implizit statt explizit seien. Auf Einschränkungen der Studien weisen Fricke und Reinisch (2023) hin. Den Umstand, dass den Schülerinnen und Schülern durch die inhaltliche Gestaltung des Biologieunterrichts nicht ausreichend Möglichkeiten eingeräumt werden, fachlich adäquate Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften zu erwerben, äußerte auch eine der Schülerinnen bzw. einer der Schüler im Interview. Bezogen auf die Frage, wie es ihr bzw. ihm beim Beantworten der Fragen ergangen ist, wurde geantwortet:

„Ich habe mir sie vorher noch nie so wirklich gestellt, also auch wenn ich ja auch schon ein paar Jahre Biologie hatte. [...] [D]ie wurden mir vorher auch noch nicht gestellt, also da wusste ich auch zu allererst nicht, was ich schreiben soll, [...] weil ich mir darüber einfach vorher noch keine Gedanken gemacht habe.“ (Interview 7; 0:51-0:58; 1:12-1:17; 2:24-2:27)

Ergänzt wurde, dass

„ich mir vorstellen [kann], dass manche Schüler auch gar nicht direkt darauf antworten können, weil sie sich einigen Fragen noch nicht gestellt haben. Dass, ja einfach man ja einfach über solche Dinge noch gar nicht nachgedacht haben, aber die total spannend sind.“ (Interview 7; 14:07-14:21)

Zur besseren Einschätzung der Niveaustufen der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften wäre es denkbar gewesen, auch die Vorstellungen der am Forschungsvorhaben teilnehmenden Biologielehrerinnen und -lehrer zu erheben, die die Schülerinnen und Schüler bis

Beginn der Untersuchung unterrichtet haben. So hätten die Lehrerinnen und Lehrer bspw. auch den Pretest „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ bearbeiten oder im Rahmen eines Interviews über ihre Vorstellungen und die Relevanz berichten können, die sie dem Thema „Wesen der Naturwissenschaften“ beim Unterrichten einräumen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich dies aus Angst einer möglichen Bloßstellung nachteilig auf die Bereitschaft zur Teilnahme am Forschungsvorhaben ausgewirkt hätte. Zudem kann aufgrund der sehr geringen Stichprobe weder Pseudonymisierung noch Anonymität gewährleistet werden, sodass fraglich ist, ob ein solches Vorgehen durch die Datenschutzbeauftragte der Universität Rostock und durch das zuständige Ministerium genehmigt worden wäre.

Die Verantwortung für eine Berücksichtigung der Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften im naturwissenschaftlichen Unterricht darf dabei nicht nur alleine den Lehrerinnen und Lehrern aufgebürdet werden. Kritisch müssen dabei auch die drei Phasen der Lehrkräftebildung gesehen werden. Inhalte zum Thema Wesen der Naturwissenschaften sollten im Rahmen des Lehramtsstudiums für die naturwissenschaftlichen Fachrichtungen im Studienplan verbindlich gelehrt und im Referendariat berücksichtigt werden. Entsprechende Veranstaltungen für die Fort- und Weiterbildung im Schuldienst tätiger Lehrerinnen und Lehrer sollten angeboten werden.

Zukünftige Forschungen könnten bspw. untersuchen, ob die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften fachlich adäquater sind, je nachdem, ob die sie unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer an Universitäten mit entsprechenden Lehrveranstaltungen studierten, es diesbezügliche Fort- und Weiterbildungsangebote für die Lehrerinnen und Lehrer mit naturwissenschaftlichem Fachprofil gibt und diese wahrgenommen wurden oder die bundeslandspezifischen Rahmendokumente für die Unterrichtsgestaltung des Biologieunterrichts diesbezügliche Aspekte enthalten und deren Umsetzung im Unterricht explizit fordern.

## **2.2 Veränderungen der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9**

### **2.2.1 Zusammenfassung**

Zur Beantwortung der Frage

Ist durch regulären Biologieunterricht eine Änderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9 möglich?

wurden die Daten des Pre- und Posttests des Fragebogens „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ verwendet. Der Pretest wurde durch 103, der Posttest durch 100 Schülerinnen und Schüler bearbeitet. Nach Bereinigung des Datensatzes umfasst dieser 89 Fälle.

Im Vergleich der Kodierungen der Antworten der Schülerinnen und Schüler dieser Stichprobe zwischen Pre- und Posttest ist ersichtlich, dass es zu Veränderungen hinsichtlich der Kodierungen für die drei Niveaustufen „naiv“, „transformiert“ und „informiert“ und die beiden zusätzlichen Kodieroptionen „keine Antwort“ und „keine Auswertung“ möglich sowohl in der absoluten als auch in der relativen Ausprägung kommt. Dies gilt für alle sieben Kerndimensionen. Auch im Posttest ist die naive Niveaustufe die in allen sieben Kerndimensionen am häufigsten kodierte Niveaustufe. Eine transformierte Niveaustufe wurde am zweit-, eine informierte Niveaustufe am dritthäufigsten kodiert. Auffällig ist beim Vergleich der Antwortkodierungen zwischen Pre- und Posttest für die Kerndimensionen „Empirik“ sowie „Gesetz und Theorie“, dass hier sowohl im Pre- als auch im Posttest keine informierte Niveaustufe kodiert wurde.

Mittels Wilcoxon-Test (Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test) wurde berechnet, ob sich die zentralen Tendenzen zweier abhängiger Stichproben voneinander unterscheiden. Für die Kerndimensionen „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den zentralen Tendenzen vom Pre- zum Posttest ermittelt werden. Berücksichtigt man den Grad der Veränderung auf individueller Schülerinnen- oder Schülerebene, ist festzustellen, dass bei den Kerndimensionen „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“ eine signifikante Verbesserung vom Pre- zum Posttest, bei der Kerndimension „Vorläufigkeit“ eine signifikante Verschlechterung vorliegt. Die signifikanten Veränderungen innerhalb der Kerndimensionen basieren dabei auf einer Veränderung von der Kodieroption „keine Zuordnung oder keine Angabe“ im Pretest auf eine der drei Niveaustufen im Posttest als auch auf einer Veränderung der Kodierungen innerhalb der drei Niveaustufen vom Pre- zum Posttest. So haben bspw. bei der Kerndimension „Subjektivität“ 42 Schülerinnen und Schüler im Pretest eine Antwort gegeben, die als „keine Zuordnung oder keine Angabe“ kodiert wurde, im Posttest hingegen eine Antwort, die einer der drei Niveaustufen zugeordnet werden konnte. Es haben jedoch auch 61 Schülerinnen und Schüler für die Kerndimension „Subjektivität“ eine Antwort gegeben, die im Pretest als eine naive oder transformierte und dann im Posttest als transformierte oder informierte Niveaustufe kodiert wurde.

Für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“ sowie „Kreativität“ konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den zentralen Tendenzen vom Pre- zum Posttest ermittelt werden. Bei diesen Berechnungen wurde die Kodieroption „keine Zuordnung oder keine Angabe“ mitberücksichtigt. Die damit verbundene Relativierung der Ergebnisse ist in Kapitel IV dieser Arbeit dargestellt. Es erfolgte daher die Berechnung unter Ausschluss dieser Kodieroption. Ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen der sieben Kerndimensionen vom Pre- zum Posttest war unter Ausschluss der Kodieroption „keine Zuordnung oder keine Angabe“ nicht mehr zu ermitteln.

Betrachtet man die Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften über den Minimalkonsens als Ganzes, kann Hypothese H<sub>02</sub> abgelehnt und Hypothese H<sub>2</sub> angenommen werden. Es kommt bei vier von

sieben Kerndimensionen zu einer signifikanten Veränderung der Niveaustufen. Innerhalb der signifikanten Veränderungen kommt es bei den drei Kerndimensionen „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“ zu einer Verbesserung, bei der Kerndimension „Vorläufigkeit“ zur Verschlechterung der Niveaustufen.

### **2.2.2 Diskussion**

In Kapitel II dieser Arbeit ist die theoretische Rahmung nachzulesen, das Wesen der Naturwissenschaften wird charakterisiert. Es werden mit historischen Bezügen, gesellschaftlich relevanten epochaltypischen Schlüsselproblemen und dem fachpraktischen naturwissenschaftlichen Arbeiten Möglichkeiten der Unterrichtsgestaltung genannt, die eine Förderung des Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften ermöglichen. Es zeigt sich, dass zur Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften ein expliziter und reflektierter Ansatz des fachpraktischen naturwissenschaftlichen Arbeitens gegenüber einer impliziten Thematisierung lernförderlicher ist (Bell & Lederman, 2003; Höttecke, 2001b; Höttecke & Hopf, 2018; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Kremer et al., 2014; Rudge & Howe, 2009; Schwartz et al., 2004).

Der Schwerpunkt für den geplanten Biologieunterricht für die Interventionsmaßnahme lag auf dem Ansatz der Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften durch explizites und reflektiertes naturwissenschaftliches Arbeiten. Dies umfasst sowohl das theoretische Durchdenken als auch die Durchführung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen und die Reflexion über die selbigen durch die Schülerinnen und Schüler. Ziel der zweiten Fragestellung war es daher, zu prüfen, ob die theoretisch geplanten Effekte des Unterrichts auch im Anschluss an den durchgeführten Unterricht nachweisbar sind.

Im Vergleich der Kodierung der Niveaustufen vom Pre- zum Posttest von allen Schülerinnen und Schülern dieser Stichprobe ist zu erkennen, dass es bei vier der sieben Kerndimensionen zu Veränderungen auf signifikantem Niveau gekommen ist. Daraus ist zu schlussfolgern, dass die theoretisch geplante Auswirkung des erteilten Unterrichts auf die Änderung der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften auch empirisch nachweisbar ist. Der Unterricht war somit nicht nur theoretisch, sondern auch tatsächlich so angelegt, dass er den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit eröffnete, über das Wesen der Naturwissenschaften nachzudenken und zu lernen. Dieses Ergebnis ist entscheidend für die Einschätzung der dritten und vierten Fragestellung.

Dass es unter Wegfall der Kodieroption „keine Zuordnung oder keine Angabe“ möglicherweise zu keinen signifikanten Veränderung zwischen Pre- und Posttest kommt, stützt das Ergebnis zur Einschätzung des erteilten Unterrichts, denn es bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler nach dem erteilten Unterricht eher bereit oder in der Lage waren, eine Antwort auf die Fragen des Posttests zu formulieren, die einer der drei Niveaustufen zugeordnet werden kann. Berücksichtigt man die Äußerung der Schülerin bzw. des



Schülers aus dem oben zitierten Interview (siehe Kapitel V - 2.1.2), kann es hierbei auch zu Nachwirkungseffekten gekommen sein. Es kann nicht abschließend geklärt werden, ob die signifikante Veränderung ausschließlich auf den erteilten Unterricht zurückzuführen ist, ob es unabhängig des erteilten Unterrichts dazu gekommen ist, dass die Schülerinnen und Schüler, die im Pretest keine Antwort oder keine zuordenbare Antwort schrieben, anschließend noch bewusst oder unbewusst über die Fragen nachgedacht haben und somit im Posttest eine den drei Niveaustufen zuordenbare Antwort schrieben oder ob beide Effekte zeitgleich wirkten. Der Nachwirkungseffekt als Erklärung wird durch Äußerung einer Schülerin bzw. eines Schülers im Interview unterstützt. So wurde auf die Nachfrage, weshalb die interviewte Person der Meinung sei, dass die Fragen des Posttests leichter zu beantworten gewesen seien geantwortet:

„Weil man vielleicht nach den Fragen, die man das erste Mal [im Pretest] beantwortet hat sich das nochmal überlegt hat, was genau die Fragen gemeint haben.“ (Interview 5; 2:06-2:14)

Auf die konkrete Nachfrage, ob über die Fragen aus dem Pretest auch nach der Abgabe des Fragebogens noch nachgedacht wurde, wurde:

„Ja“ (Interview 5; 2:28)

geantwortet.

Dass es lediglich bei einigen und nicht bei allen sieben Kerndimensionen zu signifikanten Veränderungen gekommen ist, deckt sich mit Ergebnissen von Cofré et al. (2019), die eher leichter und eher schwerer zu vermittelnde Kerndimensionen charakterisierten. Interessanterweise kam es bei den von Cofré et al. (2019) als eher leichter zu erlernenden Kerndimensionen („Beobachtung und Deutung“, „Empirik“ sowie „Kreativität“) im Vergleich vom Pre- zum Posttest für diese Untersuchung zu keinen signifikanten Veränderungen. Im Rahmen dieser Untersuchung traten die signifikanten Veränderungen ausschließlich in Kerndimensionen auf, die Cofré et al. (2019) als eher schwerer zu erlernen kennzeichneten („Sozial und Kulturell“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“).

Der erteilte Unterricht erstreckte sich über insgesamt elf Wochen des zweiten Schulhalbjahres des Schuljahres 2018/19. Abzüglich der Schulferien als unterrichtsfreie Zeit hatten die Schülerinnen und Schüler von vier der fünf teilnehmenden Klassen neun Unterrichtsstunden mit einem zeitlichen Umfang von je 90 Minuten. Eine Klasse hatte aufgrund verpflichtender schulischer Veranstaltungen anderer Fächer lediglich sechs statt der neun Unterrichtsstunden. Auf den Einfluss des Faktors Lernzeit wird in der nachfolgenden Fragestellung eingegangen. Dass es trotz der relativ kurzen Zeitspanne von sechs bzw. neun Unterrichtsstunden möglich ist, eine Veränderung der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften zu bewirken, steht im Einklang mit vorhandener Literatur. So schrieben

Cofré et al. (2019), dass für höhere Jahrgangsstufen diese Zeitspanne ausreicht, um Inhalte zu vermitteln, bei denen Aspekte vom Wesen der Naturwissenschaften eingebettet sind.

Bei der Planung des zeitlichen Umfangs des Unterrichts mussten Novitäts- und Novelty-Effekt, also durch die Neuerung der Maßnahme begünstigende (Novitäts-) bzw. durch die Unbekanntheit der Maßnahme nachteilige (Novelty-) Effekte berücksichtigt und deren Auswirkung auf die Ergebnisse vermieden bzw. maximal möglich reduziert werden (Wellenreuther, 2015; Wilde et al., 2019). Durch die Dauer der Intervention von sechs bzw. acht Unterrichtsstunden und deren Einbindung in den regelmäßigen und regulär stattfindenden Biologiefachunterricht werden beide Effekte vermieden. Die signifikanten Veränderungen bei den Kerndimensionen im Vergleich der Kodierung der Niveaustufen vom Pre- zum Posttest kann somit nicht auf Novitäts- und Novelty-Effekte, sondern auf die lernförderliche Ausgestaltung des Unterrichts zurückgeführt werden.

## **2.3 Einfluss des Lernorts Schulgarten auf eine mögliche Vorstellungsänderung vom Wesen der Naturwissenschaften in kurzfristiger Perspektive**

### **2.3.1 Zusammenfassung**

Zur Beantwortung der Frage

Welchen Einfluss hat der Lernort auf eine mögliche Vorstellungsänderung auf kurzfristige Perspektive betrachtet?

wird der bereinigte Datensatz für den Vergleich des Pre- und Posttests des Fragebogens „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ verwendet. Der Datensatz umfasst 89 Fälle und wurde mit Daten aus dem Stammdatenblatt und zum Lernort ergänzt. Als kurzfristig werden die 12 bis 14 Wochen zwischen Pre- und Posttest definiert (siehe Tabelle 7).

Betrachtet man die Anzahl der Kodierungen der einzelnen Niveaustufen für den Posttest für die Interventions- (Lernort Schulgarten) und Kontrollgruppe (Lernort Fachraum) dieser Stichprobe getrennt, ist zu erkennen, dass sich beide Gruppen hinsichtlich der relativen Häufigkeit der Kodierungen der einzelnen Niveaustufen voneinander unterscheiden. Es fällt jedoch auch auf, dass sich Interventions- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Verteilung der einzelnen Niveaustufen innerhalb der einzelnen Gruppen ähneln. Wenn bspw. bei der Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ die naive Niveaustufe die häufigste, die transformierte die zweit- und die informierte Niveaustufe die dritthäufigste Antwortausprägung für die Interventionsgruppe ist oder, wenn wie bspw. bei der Kerndimension „Empirik“ eine informierte Niveaustufe bei den Antworten im Posttest nicht kodiert wurde, so gilt dies auch innerhalb der Kerndimension für die Antworten der jeweiligen Kontrollgruppe. Die beiden Gruppen unterscheiden sich somit, sind in ihren Tendenzen jedoch gleich.

Mittels Mann-Whitney-U-Test (Wilcoxon-Rangsummen-Test) wird berechnet, ob sich die zentralen Tendenzen zweier unabhängiger Stichproben voneinander unterscheiden. Es konnte für keine der sieben Kerndimensionen ein signifikanter Unterschied in den zentralen Tendenzen zwischen Interventions- und Kontrollgruppe für diese Stichprobe ermittelt werden.

In einem weiteren Schritt wurde die Veränderung zwischen Pre- und Posttest für die einzelnen Kerndimensionen jeweils für Interventions- und Kontrollgruppe mittels Wilcoxon-Test berechnet. Unter Berücksichtigung der Kodieroption „keine Zuordnung oder keine Angabe“ konnte lediglich bei der Kerndimension „Subjektivität“ für die Kontrollgruppe ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest ermittelt werden. Unter Ausschluss dieser Kodieroption lässt sich ein signifikanter Unterschied zwischen Pre- und Posttest bei der Kerndimension „Subjektivität“ für die Kontrollgruppe nicht mehr nachweisen. Dies bedeutet, dass es in der Kontrollgruppe signifikant mehr Schülerinnen und Schüler gab, die im Pretest eine Antwort gaben, die als „keine Zuordnung oder keine Angabe“ kodiert wurde, im Posttest hingegen eine Antwort schrieben, die einer der drei Niveaustufen zugeordnet werden konnte, als dies bei Schülerinnen und Schülern der Interventionsgruppe der Fall war.

Somit muss festgestellt werden, dass der Lernort Schulgarten keinen signifikanten Einfluss auf eine Veränderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei den Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe dieser Stichprobe hat.

Betrachtet man die Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften innerhalb der beiden Gruppen vor und nach der Interventionsmaßnahme, so wird Hypothese H<sub>03</sub> angenommen. Die Schülerinnen und Schüler, die im Schulgarten unterrichtet wurden, zeigten nach der Unterrichtseinheit keine höhere Niveaustufe bei den Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften als zum Beginn der Unterrichtseinheit.

### **2.3.2 Diskussion**

In Kapitel II dieser Arbeit wird auf den Bildungswert des Schulgartens als ein möglicher Ort des Biologieunterrichts eingegangen. Neben Aspekten wie Primärerfahrungen durch unmittelbare Begegnung mit lebenden Organismen und biologischen Phänomenen wird auch die Authentizität des Orts durch Hands-on-Objekte bzw. -Aktivitäten angesprochen (Wilde et al., 2019). Explizit wird am Ende des Kapitels II auf den förderlichen Beitrag des Schulgartens eingegangen, den dieser für das naturwissenschaftliche Arbeiten und der Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften aufweist (siehe Kapitel II - 3.4). Klemmer et al. (2005) zeigten in einer empirischen Studie mit Schülerinnen und Schülern aus Grundschulklassen, dass die Schülerinnen und Schüler der Gartengruppe „signifikant bessere Leistungen im naturwissenschaftlichen Arbeiten“ (Wilde et al., 2019, S. 258) zeigen als die Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe. Ob sich dies auch bei den Schülerinnen und Schülern der

9. Jahrgangsstufe zeigt, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden, da die Leistungen im naturwissenschaftlichen Arbeiten nicht erhoben wurden.

Dass der Lernort Schulgarten keinen signifikanten Einfluss auf eine Veränderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei den Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe dieser Stichprobe hat, und somit erwartete Effekte ausblieben, kann u. a. in der inhaltlichen Ausgestaltung des regulären Fachunterrichts begründet sein. Grundlage für die Gestaltung des Unterrichts bilden Rahmenplan (MBWK, 2011a, 2011b) und Bildungsstandards (KMK, 2004). Praktisches und reflektiertes naturwissenschaftliches Arbeiten war Gegenstand des Unterrichts. Im Rahmen des praktischen Arbeitens haben die Schülerinnen und Schüler kleinere Forschungsaufträge bearbeitet und dabei Fertigkeiten und Fähigkeiten im naturwissenschaftlichen Arbeiten geschult. Die Ergebnisse und Erkenntnisse, die durch die Schülerinnen und Schüler während des eigenen praktischen naturwissenschaftlichen Arbeitens gewonnen wurden, waren Anlass, um im Unterricht über das gewählte Vorgehen zu reflektieren. Von der Lehrperson initiierte Fragen und Anlässe wurden bspw. dahingehend diskutiert, inwieweit die unterschiedliche Art und Weise der Bearbeitung der selben Fragestellung von den verschiedenen Gruppen einen Einfluss auf die Aussagekraft und die Qualität der erhobenen Daten nimmt oder ob naturwissenschaftliches Arbeiten an bestimmte naturwissenschaftliche Methoden gebunden ist. Durch die Ausgestaltung des Unterrichts wurden so alltags- und schülerrelevante Eigenschaften von naturwissenschaftlichem Wissen wie bspw. „Beobachtung und Deutung“, „Kreativität“, „Subjektivität“ sowie „Gesetz und Theorie“ angesprochen. Mittels der zweiten Fragestellung wurde auf die Wirksamkeit der Unterrichtseinheit zur Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften gezielt. Die Wirksamkeit der Unterrichtseinheit ist gegeben, denn es zeigt sich, dass der durchgeführte Fachunterricht so gestaltet war, dass eine Veränderung der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften möglich ist. Für die durchgeführte Untersuchung hat der Lernort jedoch keinen Einfluss auf die Veränderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei den Schülerinnen und Schülern dieser Stichprobe.

Neben der inhaltlichen Ausgestaltung des Fachunterrichts üben zahlreiche weitere Faktoren einen Einfluss aus. Neben dem Lehrpersonen-Effekt stellt Hattie in seiner Metaanalyse 137 weitere Faktoren heraus, die auf unterschiedliche Art und Weise auf Lernen wirken (Beywl & Zierer, 2013). Darunter sind auch die Faktoren Einstellungen zu Mathematik/Naturwissenschaften, die Förderung naturwissenschaftlicher Kompetenzen oder das häusliche Anregungsniveau. Ähnliche Erkenntnisse lassen sich auch aus den beiden PISA-Studien der Jahre 2006 und 2015 ableiten. Diese kommen zu dem Ergebnis, dass neben dem Interesse der Schülerinnen und Schüler an Naturwissenschaften auch die zukünftige Berufserwartung und eine naturwissenschaftsbezogene Tätigkeit der Eltern einen Einfluss auf die naturwissenschaftliche Kompetenz der Schülerinnen und Schüler hat (Prenzel, Schöps, et al., 2007; Reiss, Sälzer, Schiepe-Tiska, Klieme & Köller, 2016). Die statistischen Berechnungen wurden daher um die lernortunabhängigen

Faktoren des Interesses (Biologie als Lieblingsunterrichtsfach, Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach sowie Interesse am naturwissenschaftlichen Fachunterricht) und des Berufs (Berufswunsch der Schülerinnen und Schüler, ausgeübte Tätigkeit der Eltern sowie naturwissenschaftlicher Berufswunsch der Schülerinnen und Schüler in Kombination mit der Tätigkeit der Eltern) erweitert. Es zeigt sich, dass die Prädispositionen der Schülerinnen und Schüler (Interesse und Berufswunsch) und deren Elternhäuser (Tätigkeit der Eltern) für diese Stichprobe einen Einfluss auf den Aussagegehalt der Daten haben. So wirkt der Lernort Schulgarten bspw. mit einem mittleren Effekt auf eine positive Veränderung der Kodierung der Niveaustufen bei der Kerndimension „Beobachtung und Deutung“. Dies gilt für die Schülerinnen und Schülern, die nicht an Chemie, Physik oder Mathematik als weitere Naturwissenschaft und für die, die weder am Biologieunterricht noch an Chemie, Physik oder Mathematik als weitere Naturwissenschaft interessiert sind.

Laut Cofré et al. (2019) ermöglichen bereits Interventionen mit einer Dauer von fünf bis acht Wochen bei Schülerinnen und Schülern höherer Jahrgänge, Inhalte zu vermitteln, bei denen Aspekte vom Wesen der Naturwissenschaften eingebettet sind. Da aufgrund schulischer Pflichtveranstaltungen eine der fünf Klassen nur sechs Unterrichtsstunden hatte, wurde der Einfluss der zur Verfügung stehenden Lernzeit betrachtet. Es zeigt sich kein signifikanter Unterschied im Vergleich vom Pre- zum Posttest zwischen den Schülerinnen und Schülern dieser Stichprobe mit einer Dauer von sechs oder neun Unterrichtsstunden. Der Lernort Schulgarten wirkt auf kognitiver und affektiver Dimension. So zeigt Pütz bezogen auf „botanische[...] Kompetenzen [...], dass [d]ie Schülerinnen und Schüler der Gartenlaborklasse [...] einen signifikanten, deutlich höheren Lernzuwachs als die Schülerinnen und Schüler der Vergleichsgruppe [haben]“ (Pütz, 2012, S. 56). Ob ein Lernzuwachs bzgl. des Fachwissens auch bei den Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe dieser Stichprobe nachzuweisen ist, kann nicht beantwortet werden, da kein Fachwissenstest im Pre-Postdesign zum Thema Ökologie erfolgte. In ihrer Dissertation kommt Queren zu der Erkenntnis, „dass die aktive Auseinandersetzung [mit dem Lerngegenstand] in einer moderat-konstruktivistischen Lernumgebung die Begründungs- und Beurteilungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler fördern kann“ (Queren, 2014, S. 190). Ähnliche Ergebnisse können, wie bereits oben angedeutet, auch für diese Untersuchung festgestellt werden. Der überwiegende Teil der signifikanten Veränderungen ( $n = 26$ ) vom Pre- zum Posttest sind nur unter Berücksichtigung der Kodieroption „keine Zuordnung oder keine Angabe“ feststellbar. Unter Ausschluss dieser Kodieroption sind nur noch sechs signifikante Veränderungen vom Pre- zum Posttest ermittelbar. Dies verdeutlicht, dass die Schülerinnen und Schüler nach der Unterrichtseinheit eher Willens und/oder in der Lage waren, im Posttest Fragen, die im Pretest keiner der drei Niveaustufen zugeordnet werden konnte, so zu beantworten, dass eine Kodierung mit einer der drei Niveaustufen möglich war. Der von Queren (2014) festgestellte deutliche Unterschied in der Begrün-

dungs- und Beurteilungsfähigkeit zwischen Gartenversuchs- und Kontrollgruppe konnte in dieser Untersuchung nicht repliziert werden. Das Phänomen tritt bei dieser Untersuchung in der Interventionsgruppe (n = 14) auf, ist aber auch in der Kontrollgruppe (n = 12) nachweisbar. Es ist hier eher der Unterrichtsgestaltung statt dem Lernort zuzuschreiben.

Neben der Förderung des Wissensaufbaus (Pütz, 2012; Queren, 2014) wirken der Unterricht und die Arbeit im Schulgarten u. a. positiv auf das Wohlbefinden (Pollin, 2022; Pollin & Retzlaff-Fürst, 2018) und die Gesundheit (Kreher & Retzlaff-Fürst, 2022; Retzlaff-Fürst, 2016). Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Effekte auch für die Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe gelten. Für die Änderung der Vorstellung vom Wesen der Naturwissenschaften für die Schülerinnen und Schüler dieser Lerngruppe zeigen die Daten, dass der Lernort Schulgarten dafür nicht förderlich wirkt, aber für das diesbezügliche fachliche Lernen auf Metaebene auch nicht nachteilig ist. So konnten für die fünf Kerndimensionen „Empirik“, „Kreativität“, „Subjektivität“, „Sozial und Kulturell“ sowie „Gesetz und Theorie“ für die Interventionsgruppe weder signifikante Verbesserungen noch signifikante Verschlechterungen ermittelt werden.

Unter Berücksichtigung der Einflussfaktoren Interesse und Berufswunsch der Schülerinnen und Schüler können für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“ sowie „Vorläufigkeit“ sowohl für die Interventions- als auch Kontrollgruppe signifikante Verschlechterungen, für die Kerndimension „Subjektivität“ unter Berücksichtigung der Tätigkeit beider Elternteile ausschließlich für die Kontrollgruppe eine signifikante Verbesserung festgestellt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass Schülerinnen und Schüler die einen naturwissenschaftlich geprägten Beruf erlernen wollen nicht vom Schulgarten als Lernort profitieren. Somit wird deutlich, dass in dieser Altersgruppe auch das Thema Berufswahl verstärkt in den Biologieunterricht und den anderen naturwissenschaftlichen Unterricht integriert werden sollte. Besonders förderliche Einflussfaktoren auf das Interesse an den Naturwissenschaften in Bezug auf die Berufswahl sind beispielsweise alltagsweltliche Bezüge oder das praktische Arbeiten (Dierks, Höffler & Parchmann, 2014). Vermutlich kann für diese Schülerinnen und Schüler der Lernort Schulgarten besonders förderlich wirken, da hier die eigene praktische Tätigkeit und das naturwissenschaftliche Arbeiten besonders gut umsetzbar sind. Eine mögliche Erklärung für die signifikanten Verschlechterungen für die Interventionsgruppe kann in der Ausgestaltung der Unterrichtseinheit liegen. Sie wurde als förderlich für ein Lernen über das Wesen der Naturwissenschaften gekennzeichnet (siehe Kapitel IV - 2.2), berücksichtigt aber die bereits oben angesprochenen Interessen der Schülerinnen und Schüler am naturwissenschaftlichen Unterricht oder deren spätere Berufswahl nicht ausreichend. Eine Differenzierung des Unterrichts nach Interessen und/oder Berufswünschen der Schülerinnen und Schüler wären weitere Faktoren gewesen. Die Berücksichtigung zweier Faktoren (Lernort und Interesse bzw. Lernort und Berufswunsch) hätte ein wesentlich komplexeres Forschungsdesign und eine höhere Stichprobe erfordert. Da das Ziel der Untersuchung war,

den Einfluss des Lernorts und nicht den Einfluss der Differenzierung im Unterricht zu erheben, wurde der Unterricht in beiden Gruppen gleich gestaltet. Die Standardisierung des Unterrichts in beiden Gruppen ist eine Forderung, die mit dem quasi-experimentellen Forschungsdesign einhergeht (Eifler, 2014; Wellenreuther, 2015). Dies hat zur Folge, dass das vollständige Potenzial des Schulgartens als Lernort nicht in ausreichendem Maße berücksichtigt werden konnte, da eine entsprechende Standardisierung für die Kontrollgruppe im Klassenraum nicht möglich gewesen ist.

Zukünftige Forschungen können daher im Sinne eines Design-Based Research-Ansatzes einen Beitrag zur Entwicklung von Unterrichtspraxis und Theoriebildung vom Lernen über das Wesen der Naturwissenschaften im Schulgarten leisten. Durch die zyklische Gestaltung des Forschungsansatzes und die damit verbundene formative Evaluation der einzelnen Zyklen kann stärker auf die Berücksichtigung der Schülerinnen und Schüler mit ihren Interessen und spezifischen Voraussetzungen sowie die Potenzialentfaltung des Lernorts abgezielt werden. Dies erlaubt Aussagen zur Gestaltung des Unterrichts am Lernort Schulgarten, so wie dieser sein könnte oder sollte, damit ein Beitrag zum Bildungsauftrag des Faches geleistet werden kann (Bakker, 2019; Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer & Schauble, 2003; van den Akker, Gravemeijer, McKenney & Nieveen, 2011; Walker, 2011).

Im Zuge der Theoriebildung erscheinen Arbeiten zu einer Abgrenzung zwischen Wesen der Naturwissenschaften (Nature of Science) und Wesen der Biologie (Nature of Bioscience) (Dittmer & Zabel, 2019) für das deutsche Bildungssystem als durchaus überlegenswert. Das Konzept vom Wesen der Naturwissenschaften stammt aus dem US-amerikanischen Bereich. Dort erfolgt der naturwissenschaftliche Unterricht häufig in einem integrierten Fach „Science“. Die Studienlage, ob fächerintegrierter oder fächerorientierter Unterricht „besser“ und „effektiver“ ist, entstammt zumeist internationalen Studien und ist nicht eindeutig, da deren Ergebnisse stark von Ziel- und Fragestellung der Untersuchungen abhängen (Gebhard et al., 2017; Langlet, 2013). „Biologie unterscheidet sich von anderen Naturwissenschaften hinsichtlich ihrer Objekte, ihrer Methoden und ihrer Theorien. [...] Das führt dazu, dass die Erklärungen in der Biologie sich in vielen Forschungsfeldern deutlich von denen in der Physik und Chemie unterscheiden. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, dass es in der Biologie keine Naturgesetze im engeren Sinne gibt, die also ausnahmslos gelten und sichere Prognosen erlauben würden“ (Dittmer & Zabel, 2019, S. 98 f.; Lübeck, 2020). Beiträge, die der Biologieunterricht zur Ausbildung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften leisten kann, sind bei der Erstellung des Kodierleitfadens unter Berücksichtigung der Publikationen von Hammann & Asshoff (2015) sowie Kattmann (2014) eingeflossen. Darüber hinaus scheint es zielführend, weitere Überlegungen anzustellen, was der fachorientierte Biologieunterricht zur Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften leisten kann. So bieten sich nach Langlet (2013) für den „Unterricht [...] Themenbereiche an, bei denen wissenschaftstheoretische oder

ideologische Aspekte besonders nahe liegen, wie dies bei der Evolutionsbiologie, Ethnologie und Soziobiologie wie Molekulargenetik, Humangenetik und Anthropologie der Fall ist“ (Langlet, 2013, S. 97; siehe auch Dittmer & Langlet, 2023). Für zukünftige Forschungen wäre eine interessante Fragestellung, ob Schülerinnen und Schüler die Fragen des Pre- und Posttests nach einer ähnlich gearteten Interventionsmaßnahme (explizites und reflektiertes fachpraktisches naturwissenschaftliches Arbeiten) im Chemie- oder Physikunterricht anders beantworten würden. Hieraus könnten Schlussfolgerungen gezogen werden, ob Schülerinnen und Schüler Biologie überhaupt als eine naturwissenschaftliche Disziplin wahrnehmen und eine „stereotype[...] Unterscheidung von ‚harten‘ und ‚weichen‘ Naturwissenschaften“ (Dittmer & Zabel, 2019, S. 99) bei ihnen vorhanden ist und welche Konsequenzen dies für die Unterrichtsgestaltung im fächerorientierten Ansatz zur Erfüllung des Bildungsauftrags der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer hat.



## **2.4 Einfluss des Lernorts Schulgarten auf eine mögliche Vorstellungsänderung vom Wesen der Naturwissenschaften in längerfristiger Perspektive**

### **2.4.1 Zusammenfassung**

Zur Beantwortung der Frage

Welchen Einfluss hat der Lernort auf eine mögliche Vorstellungsänderung auf längerfristige Perspektive betrachtet?

werden die Daten der adaptierten Fassung des geschlossenen Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ (Urhahne et al., 2008) verwendet. Der Fragebogen kam fünf Mal zum Einsatz und wurde bei den unterschiedlichen Einsätzen von insgesamt 72 (letzter Einsatz) bzw. 100 (erster Einsatz) Schülerinnen und Schülern bearbeitet. Der Datensatz umfasst 75 Fälle und wurde mit Angaben zum Lernort ergänzt. Als längerfristig werden die 26 bis 27 Wochen zwischen erstem und letztem Einsatz definiert (siehe Tabelle 7). Mittels Wilcoxon-Test wurde berechnet, ob signifikante Unterschiede in den zentralen Tendenzen innerhalb der beiden Gruppen zwischen den aufeinanderfolgenden Erhebungszeitpunkten vorliegen. Zusätzlich wurde berechnet, ob es zu signifikanten Unterschieden in den zentralen Tendenzen vom ersten zum letzten Erhebungszeitpunkt kommt.

Es zeigen sich keine Veränderungen auf längerfristige Perspektive betrachtet für die Kerndimensionen „Rechtfertigung“ sowie „Kreativität“. Dies gilt sowohl für die Interventions- als auch für die Kontrollgruppe. Für die Kerndimensionen „Herkunft“ und „Zweck“ liegen signifikante Veränderungen lediglich für die Kontrollgruppe, für die Kerndimension „Einfachheit“ ausschließlich für die Interventionsgruppe vor. Bei den Kerndimensionen „Sicherheit“ sowie „Entwicklung“ kommt es zu signifikanten Veränderungen der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften über die längere Zeit betrachtet sowohl in der Interventions- als auch in der Kontrollgruppe.

Lediglich für die Kerndimensionen „Herkunft“, „Sicherheit“, „Entwicklung“ sowie „Einfachheit“ können signifikante Unterschiede in den zentralen Tendenzen vom ersten zum letzten Erhebungszeitpunkt ermittelt werden. Dies trifft für die Kerndimensionen „Entwicklung“ sowie „Einfachheit“ auf die Interventionsgruppe, für die Kerndimension „Herkunft“ auf die Kontrollgruppe und für die Kerndimension „Sicherheit“ auf beide Gruppen zu.

Insgesamt ist zu erkennen, dass es sich bei den signifikanten Veränderungen über die unterschiedlichen Erhebungszeitpunkte mehrheitlich, nämlich in 12 von 17 Fällen, um signifikante Verbesserungen handelt. Auffällig ist dabei, dass es sich bei den Veränderungen für die Kerndimension „Sicherheit“ in beiden Gruppen stets um signifikante Verbesserungen, bei den Veränderungen für die Kerndimension „Entwicklung“ stets um signifikante Verschlechterungen handelt.

Eine Aussage zur Veränderung vom zweiten auf den dritten und vom dritten auf den vierten Erhebungszeitpunkt ist für die Kerndimension „Kreativität“ aufgrund fehlender Reliabilität der Skala für den dritten Erhebungszeitpunkt nicht möglich.

Betrachtet man die Veränderungen der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften innerhalb der beiden Gruppen zwischen erster und letzter Erhebung, so wird Hypothese H<sub>04</sub> angenommen. Es kommt über die Dauer von knapp sechs Monaten zu einer Niveaustufenveränderungen. Dies trifft jedoch sowohl auf die Schülerinnen und Schüler der Interventions- als auch auf diejenigen in der Kontrollgruppe zu. Die Veränderung kann somit nicht ausschließlich dem Unterricht am Lernort Schulgarten zugeschrieben werden.

### **2.4.2 Diskussion**

Die Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe dieser Stichprobe haben bereits mehrere Jahre naturwissenschaftlichen Fachunterricht in Biologie aber auch in Chemie, Physik und Mathematik erfahren. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass neben vorunterrichtlichen Vorstellungen (Alltagsvorstellungen) auch unterrichtsbedingten Vorstellungen bei den Schülerinnen und Schülern vorhanden sind, deren Quelle im vorangegangenen Unterricht begründet liegt. „Die Unterscheidung zwischen vorunterrichtlichen [und unterrichtsbedingten Vorstellungen] ist bedeutsam. Es müssen nämlich unterschiedliche Schlussfolgerungen gezogen werden. Nur bei den vorunterrichtlichen Schülervorstellungen ist es möglich, durch einen Vergleich von Schülervorstellungen und fachlichen Vorstellungen den Lernbedarf für ein Thema zu ermitteln. Bei den Schülervorstellungen, die auf unbeabsichtigten Wirkungen des Unterrichts beruhen, müssen die Schlussfolgerungen den Unterricht betreffen“ (Hamman & Asshoff, 2015, S. 19). Bei dieser Arbeit wird von den vorunterrichtlichen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler ausgegangen. Diese haben sich im Alltag der Schülerinnen und Schüler bewährt und stellen für diese schlüssige Erklärungen dar. Sie gelten daher als tief verankert und schwer veränderbar (Gebhard, 2013, 2023; Hamman & Asshoff, 2015).

Die Ergebnisse der Betrachtung des Einflusses des Lernorts auf eine mögliche Veränderung der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler dieser Stichprobe vom Wesen der Naturwissenschaften in kurzfristiger Perspektive zeigen, dass der Lernort keinen signifikanten Einfluss hat. Lernen im Sinne eines Verinnerlichens, Durchdenkens und In-Beziehung-Setzens bedarf jedoch Zeit (Braun & Scheich, 2020; Herrmann, 2020). Daher erfolgt auch die ergänzende Betrachtung einer möglichen Veränderung der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften über einen längeren Zeitraum.

Bei der Einschätzung und Diskussion der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass eine signifikante Veränderung über die Zeit bedeuten würde, dass die Schülerinnen und Schüler ihre Vorstellungen (exakter gesagt den Grad der Zustimmung zum jeweiligen Item) verändern. Keine signifikante Veränderung würde bedeuten, dass die Schülerinnen und Schüler zu den fünf unterschiedlichen Erhebungszeitpunkten immer gleich oder sehr ähnlich der jeweiligen Aussage zustimmten. Dies entspräche dem Wissen, dass Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler schwer zu verändern sind.

Betrachtet man die Antworten der Schülerinnen und Schüler bei der ersten Erhebung unmittelbar nach Bearbeitung des Posttests, so fällt auf, dass die Schülerinnen und Schüler für die fünf Kerndimensionen „Herkunft“, „Sicherheit“, „Entwicklung“, „Rechtfertigung“ sowie „Zweck“ bereits einen sehr hohen Grad an Zustimmung (gemessen über die Antworten „stimmt ziemlich“ und „stimmt völlig“) gaben. Lediglich für die Kerndimensionen „Einfachheit“ sowie „Kreativität“ liegt der Anteil an „stimmt ziemlich“ und „stimmt völlig“ Antworten lediglich zwischen 40 (Kerndimension „Einfachheit“ für die Kontrollgruppe) und 50 (Kerndimension „Kreativität“ für die Interventionsgruppe) Prozent. Ein hoher Grad an Zustimmung der Antwortmöglichkeit „stimmt ziemlich“ und „stimmt völlig“ entspricht dabei einer Vorstellung, die als fachlich angemessen bezeichnet werden kann.

Es kann daher festgestellt werden, dass es für die Interventionsgruppe für die drei Kerndimensionen „Herkunft“, „Rechtfertigung“ sowie „Zweck“ zu keinen signifikanten Veränderungen über die Zeit gekommen ist, da hier der Grad der Zustimmung bereits relativ hoch war. Im Vergleich zur Kontrollgruppe ist bei der Interventionsgruppe über die Zeit sogar eine signifikante Verbesserung für die Kerndimension „Einfachheit“ wahrzunehmen. Hier hat sich der Grad der Zustimmung der Schülerinnen und Schüler über die Dauer der sechs Monate erhöht. Gleiches zeigt sich auch für die Kerndimension „Sicherheit“. Für diese Kerndimension kommt es jedoch in beiden Gruppen zu signifikanten Verbesserung über die Dauer der sechs Monate. Als nicht erwünschtes Ergebnis muss die signifikante Verschlechterung für die Kerndimension „Entwicklung“ für die Interventionsgruppe über die Zeit betrachtet werden. Hier hat sich der Anteil der Zustimmungen zu einer fachlich angemessenen Aussage reduziert.

Ob die signifikanten Veränderungen zwischen den verschiedenen Erhebungszeitpunkten im Zusammenhang mit dem Lernort stehen, kann nicht abschließend geklärt werden. Hierzu bedarf es weiterer Forschung. Die Ergebnisse stärken jedoch die Annahme, dass Lernen (im Sinne eines „Durchdenkens“ und „Verküpfens“ mit bereits Bekanntem) Zeit braucht. Eine denkbare Begründung wäre, dass im während der Zeitspanne von erster und letzter Erhebung stattfindenden naturwissenschaftlichen Fachunterricht Themen behandelt wurden, deren Inhalte durch die Schülerinnen und Schüler vernetzt wurden. Aufgrund fehlender Daten ist hierzu jedoch keine fundierte Aussage möglich. Es soll daher an dieser Stelle auf mögliche Ermüdungserscheinungen und abnehmende Motivation (Bühner, 2011) zur Beantwortung der

Fragebögen, die damit einhergehende Bereinigung des Datensatzes und die generelle Aussagekraft des geschlossenen Fragebogens eingegangen werden.

Der geschlossene Fragebogen wurde über die Dauer von sechs Monaten zu fünf unterschiedlichen Zeitpunkten zur Bearbeitung an die Schülerinnen und Schüler gegeben. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass es durch die doch relativ lange Zeitspanne zu Ermüdungserscheinungen und einer sinkenden Motivation zur Bearbeitung des Fragebogens gekommen ist. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass sich die Anzahl der bearbeiteten Fragebögen über die Zeit tatsächlich verringerte. So haben zum ersten Erhebungszeitpunkt 100, zum letzten Erhebungszeitpunkt nur noch 72 Schülerinnen und Schüler die Fragebögen bearbeitet. Es zeigt sich dabei, dass die Anzahl der bearbeiteten Fragebögen, die nicht verwendet werden konnten, da Antworttendenzen und Muster vorhanden waren, vom dritten zum vierten und vom vierten zum fünften Erhebungszeitpunkt zugenommen hat. Dies hat einen unmittelbaren Einfluss auf den bereinigten Datensatz. So mussten vollständig bearbeitete Fragebögen für den ersten und zweiten Erhebungszeitpunkt bspw. aus dem Datensatz entfernt werden, wenn sich für die dritte, vierte und fünfte Erhebung Antworttendenzen oder Muster zeigten, da dadurch die Kriterien zur Auswahl der Fälle für die vierte Fragestellung nicht mehr erfüllt wurden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass trotz kritischer Prüfung im zugrunde gelegten Datensatz zur Beantwortung der vierten Fragestellung Fälle vorhanden sind, die nicht wahrheitsgemäß geantwortet haben und der Datensatz somit verzerrt ist.




Zur Absicherung erfolgten die Berechnungen für die vierte Fragestellung erneut. Grundlage dieser erneuten Berechnung bilden jetzt die Antworten der Schülerinnen und Schüler dieser Stichprobe, die zu allen fünf Erhebungszeitpunkten die Fragebögen bearbeitet haben und die den Kriterien der Bereinigung des Datensatzes zur vierten Fragestellung (siehe Kapitel IV - 4.5 ) entsprechen. Die Ergebnisse dieser erneuten Berechnung zeigen jedoch keine wesentlichen Unterschiede zur bisherigen Berechnung. Von den insgesamt 19 signifikanten Veränderungen über die Zeit handelt es sich bei 16 Veränderungen um eine signifikante Verbesserung und lediglich bei drei Veränderungen um eine signifikante Verschlechterung. Es kann somit geschlussfolgert werden, dass es durch die Bereinigung des Datensatzes nicht zu einer unverhältnismäßigen Verzerrung gekommen ist. Eine vergleichende Betrachtung der beiden Berechnungen ist in Tabelle 20 dargestellt.

Für zukünftige Forschungen bedeutet dies, dass „Testmüdigkeit“ als Phänomen bei der Konzeption der Dauer und Zeitpunkte der Datenerhebung bereits im Vorfeld zu berücksichtigen und mitzudenken ist. Sie sollte minimiert, im Ideal- und Optimalfall verhindert werden. Die eigenen Daten (siehe Tabelle 20) zeigen jedoch, dass die Tendenz der Aussage auch unter Anwesenheit von Testmüdigkeit gültig bleibt.

Tabelle 20: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ – Übersicht der verschiedenen Erhebungszeitpunkte (vergleichende Betrachtung)

Erhebungszeitpunkt		t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub>		t <sub>2</sub> - t <sub>3</sub>		t <sub>3</sub> - t <sub>4</sub>		t <sub>4</sub> - t <sub>5</sub>		t <sub>1</sub> - t <sub>5</sub>	
Kerndimension	Gruppe	n = 75	n = 35	n = 75	n = 35	n = 75	n = 35	n = 75	n = 35	n = 75	n = 35
Herkunft	Interventionsgruppe										
	Kontrollgruppe	++	+			++	+			++	+++
Sicherheit	Interventionsgruppe	+	++			+	-	+	+	+	+
	Kontrollgruppe	+	+							+	+
Entwicklung	Interventionsgruppe		+	-				-		-	
	Kontrollgruppe		+					-	-		
Rechtfertigung	Interventionsgruppe										
	Kontrollgruppe										
Einfachheit	Interventionsgruppe	+	+		+					+	+++
	Kontrollgruppe										
Zweck	Interventionsgruppe		+++			+					++
	Kontrollgruppe			--	--	+					
Kreativität	Interventionsgruppe										
	Kontrollgruppe										

Legende:

	signifikante Veränderung		keine signifikante Veränderung		Berechnung der Teststatistik nicht möglich
+	Steigerung der Zustimmung	-	Reduktion der Zustimmung		
+ / -	schwacher Effekt (Cohen, 2009)	++ / --	mittlerer Effekt (Cohen, 2009)	+++ / ---	starker Effekt (Cohen, 2009)

Der geschlossene Fragebogen als Forschungsinstrument zur Erhebung von Vorstellungen wurde in Kapitel III dieser Arbeit legitimiert. Es wurden positive und negative Aspekte genannt und der Einsatz des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ begründet. Kritisch wird betrachtet, ob mit einem geschlossenen Fragebogen überhaupt Vorstellungen erhoben werden können. Bei der Beantwortung des Fragebogens wird lediglich der Grad der Zustimmung zu einer bereits vorhandenen Vorstellung einer anderen Person erhoben. Dies muss nicht zwangsläufig mit den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler einhergehen.

Eine weitere Herausforderung stellen Aikenhead & Ryan (1992) dar. Die Autoren weisen darauf hin, dass Probandinnen und Probanden auf den gleichen Sachverhalt durchaus unterschiedlich bei offenen und geschlossenen Befragungsformen antworten. Dies wurde auch bei der Hauptuntersuchung festgestellt und ist oben am Beispiel der Kerndimension „Kreativität“ dargestellt (siehe Abbildung 8). Der geschlossene Fragebogen ist hinsichtlich der Gütekriterien bewertet und für tauglich befunden. Nebst dieser Einschätzung bleibt für diese Diskussion dennoch die Frage, ob der Fragebogen die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften, deren Grad der Zustimmung zur vorhandenen Aussage oder Skala oder eine Klassifikation in fachlich eher nicht oder fachlich eher angemessene Vorstellungen adäquat abbildet. Somit kann der Fragebogen über die Zeit betrachtet durchaus eine relative Veränderung darstellen. Ob dies der tatsächlichen Veränderung der Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften entspricht, kann in Frage gestellt werden.

### **3 Evaluation des Forschungsdesigns**

Gütekriterien kommt für die Bewertung von Forschungsergebnissen eine bedeutende Rolle zu. Die Bewertung der beiden verwendeten Fragebögen hinsichtlich der klassischen Gütekriterien erfolgte bereits sowohl für den Vortest als auch die Hauptuntersuchung (siehe Kapitel III - 2.2.3). Sie kann als zufriedenstellend betrachtet werden. Es wird daher aufbauend auf die Ausführungen in Kapitel III - 2.2.3 nachfolgend diskutiert, ob auch das Forschungsdesign entsprechenden Kriterien standhält.

#### **3.1 Gütekriterien quantitativer Forschung**

Das Forschungsdesign ist schwerpunktmäßig quantitativ orientiert. Als Gütekriterien der quantitativen Forschung gelten Validität (Gültigkeit) und Relevanz (Bedeutsamkeit) (Bortz & Döring, 2016; Krebs & Menold, 2014).

##### **3.1.1 Validität**

Validität eines Forschungsdesigns gewährleistet „eine angemessene Interpretation des Forschungsergebnisses und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen bezüglich des Forschungsziels“ (Krebs & Menold, 2014, S. 435). Es werden bei der Validität des Forschungsdesigns folgende drei Formen unterschieden:

- Externe Validität (Generalisierbarkeit) kennzeichnet, inwieweit die Ergebnisse über die Stichprobe hinaus auf die Grundgesamtheit verallgemeinert werden können. Voraussetzung hierfür ist die Validität des Forschungsinstrumentes.
- Interne Validität (Eindeutigkeit) kennzeichnet, inwieweit die Ergebnisse eindeutig auf die abhängige Variable zurückgeführt werden können.

- Statistische Validität (statistische Signifikanz) ist ebenfalls ein Kennzeichen der Eindeutigkeit. Die statistische Validität lässt eine Aussage darüber zu, inwieweit ein Ergebnis nicht zufallsbasiert eintritt, sondern unter Berücksichtigung einer Irrtumswahrscheinlichkeit auf die abhängige Variable zurückzuführen ist (Bortz & Döring, 2016; Krebs & Menold, 2014; Schnell et al., 2018).

Um die externe Validität sicherzustellen, wurden die Ergebnisse der Validitätsprüfung der Forschungsinstrumente präsentiert (siehe oben und Kreher & Retzlaff-Fürst, 2021). Bezüglich der Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse hat das Forschungsdesign Schwächen, die durch die fehlende Randomisierung bedingt sind. Durch den Feldcharakter des quasi-experimentell angelegten Forschungsdesigns wird die „Abweichung der Erhebungssituation von der natürlichen Situation“ (Krebs & Menold, 2014, S. 435) als ein weiteres Merkmal externer Validität gemindert. Die Erhöhung der externen Validität wirkt sich jedoch teilweise nachteilig auf die interne Validität aus. So konnten bekannte Störfaktoren der internen Validität (z. B. zwischenzeitliches Geschehen, natürliche Reifeprozesse, Messeffekte) bedingt durch das Forschungsdesign nicht verhindert werden. Unter Berücksichtigung des Ziels dieser Arbeit – der authentischen Schulforschung – ist eine Elimination dieser Störfaktoren gar nicht nötig sondern sogar hinderlich. Jedoch wurde versucht, die interne Validität dadurch sicherzustellen, dass neben der Auswertung der Ergebnisse für die Interventions- und die Kontrollgruppe auch die fünf Klassen jeweils einzeln innerhalb der beiden Gruppen betrachtet wurden. Dem geht die Annahme voraus, dass wenn es zu signifikanten Ergebnissen in allen fünf Klassen kommt, diese nur auf die Interventionsmaßnahme zurückgeführt werden kann, da sich die Klassen in allen anderen Merkmalen (andere (naturwissenschaftliche) Fachlehrerinnen und Fachlehrer, Uhrzeit des Unterrichts, ...) unterscheiden. Der statistischen Validität wurde dahingehend Rechnung getragen, dass die Signifikanz nach gängigen Standards und Berücksichtigung gängiger Irrtumswahrscheinlichkeiten berechnet wurde.

### **3.1.2 Relevanz**

Relevanz eines Forschungsdesigns kennzeichnet die praktische Bedeutsamkeit der Ergebnisse. Die Relevanz ist, im Gegensatz zur statistischen Validität, unabhängig von der Stichprobengröße und bezieht sich auf die Größe des analysierten Zusammenhangs. Die Relevanz wird als Maßzahl über die Effektstärke dargestellt (Bortz & Döring, 2016; Krebs & Menold, 2014).

Das Gütekriterium der Relevanz wurde dahingehend sichergestellt, dass neben den Ergebnissen der Signifikanztests zur Berechnung der statistischen Validität (Signifikanz) auch die Relevanz (Effektstärke) mit angegeben wurde (Krebs & Menold, 2014).

### 3.2 Gütekriterien qualitativer Forschung

Hinsichtlich des Forschungsdesigns, der Stichprobe, der Leitfragen der Forschungsarbeit und eines der beiden Forschungsinstrumente weist diese Arbeit Elemente der quantitativen Forschung auf, deren Ziel die Quantifizierung der Beobachtung ist (Bortz & Döring, 2016; Schecker, Parchmann & Krüger, 2014; Stein, 2014). Daher wurden im vorherigen Abschnitt die Gütekriterien der quantitativen Forschung betrachtet. Der offene Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ inkl. der Interviews sowie die damit verbundene „Interpretation [des] verbalen Materials“ (Bortz & Döring, 2016, S. 296) ist forschungsmethodisch jedoch kennzeichnend für qualitative Forschung. Die strikte Trennung zwischen quantitativer und qualitativer Forschung ist historisch bedingt. „Qualitative Methoden [...] werden im Forschungsalltag oftmals mit quantitativen Verfahren kombiniert“ (Bortz & Döring, 2016, S. 296), so auch in dieser Arbeit. Daher soll in diesem Abschnitt näher auf die Gütekriterien qualitativer Forschung eingegangen werden.

Im Gegensatz zu den Gütekriterien der quantitativen Forschung gibt es keinen allgemein akzeptierten Kriteriensatz, mit dem die Güte qualitativer Forschung beurteilt werden kann (Flick, 2014). Bezüglich der Forschungsinstrumente sind die klassischen Gütekriterien der qualitativen Forschung ebenfalls anzuwenden. Sie dürfen dabei jedoch nur als Ideal gesehen werden, auf das hingestrebt wird, jedoch unter Relativierung (Einschränkung und Betonung) der „eigentlichen Stärken“ (Flick, 2014, S. 412) quantitativer Forschungsinstrumente. Entsprechende Einschränkungen (z. B. kommunikative Validierung, Krippendorffs Alpha, halbstrukturierte Leitfadeninterviews) wurden bereits bei der Beurteilung der Gütekriterien für die Forschungsinstrumente der Hauptstudien benannt (siehe Kapitel IV - 3).

Eine weitere Möglichkeit, um qualitative Forschung hinsichtlich ihrer Güte zu charakterisieren, wird in der Triangulation und der Transparenz gesehen. In Anlehnung an die „Investigator Triangulation“ (Flick, 2014) wurde diesem für diese Arbeit dadurch Rechnung getragen, dass mit insgesamt fünf Kodierenden und Kodierer eine doch relativ hohe Anzahl an Personen die Kodierung der Antworten der Schülerinnen und Schüler vornahm, um zusätzlich zu allen bisherigen Maßnahmen der Objektivitätswahrung „subjektive Einflüsse Einzelner auszugleichen“ (Flick, 2014, S. 418). Transparenz wird u. a. durch diese Monografie sichergestellt.

Ein ganz anderer Ansatz zur Bewertung der Güte qualitativer Forschung findet sich mit den Big-Tent. Anders als bei den Kriterien der qualitativen Forschung, bei der einzelne Schritte des Forschungsprozesses geprüft werden (z. B. Reliabilitätsprüfung), „wird hier der Forschungsansatz als Ganzes bewertet [...] [, sodass] ein weit gefasstes, aber spezifisches Konzept vor[liegt]“ (Flick, 2014, S. 422). Es wird daher nachfolgend das Big-Tent sowie seine Berücksichtigung im Rahmen dieser Forschungsarbeit präsentiert:



- Bedeutsamkeit des Themas (worthy topic) meint, dass das Forschungsthema aktuell, relevant, wichtig und zeitgemäß ist.
- Klare Stringenz (rich rigor) geht von einem angemessenen und umfangreichen theoretischen Rahmen und erhobenen Daten sowie einer überlegten Auswahl der Stichprobe aus.
- Ernsthaftigkeit (sincerity) ist durch eine selbstreflexive Haltung der oder des Forschenden sowie Transparenz bzgl. der Methodenauswahl und deren Herausforderungen gekennzeichnet.
- Glaubwürdigkeit (credibility) bezieht sich auf die erhobenen Daten, wie sie beschrieben und erklärt sowie ggf. trianguliert werden.
- Resonanz (resonance) im Sinne eines „Mitschwingens“ bezieht sich auf die adäquate Darstellung der Ergebnisse für die Leserinnen und Leser inkl. möglicher Übertragbarkeit.
- Wesentlicher Beitrag (significant contribution) bedeutet, dass die Forschung einen Beitrag zum Erkenntnisgewinn im Themenfeld leisten sollte.
- Ethik (ethics) bezieht sich auf forschungsethische Aspekte (z. B. Informationspflicht, Freiwilligkeit) und die Beteiligung der Forscherin oder des Forschers im Forschungsprozess.
- Sinnvoller Zusammenhang (meaningful coherence) bedeutet, dass die Forschung bzgl. Methoden und Design so ausgerichtet ist, dass sie ihren erklärten Zweck erreichen kann. Hierzu sind bereits vorhandene Forschungsergebnisse in der Literaturrecherche zu berücksichtigen (Tracy, 2010).

Durch den Problemaufriss, der theoretischen Rahmung sowie die Beschreibung des Untersuchungsdesigns wurde die Aktualität des Themas und die damit verbundenen Forschungsfragen sowie deren empirische Erhebung dargelegt (Bedeutsamkeit des Themas, klare Stringenz, Ernsthaftigkeit). Die Methodenauswahl und die damit verbundenen Herausforderungen wurden dargestellt, ebenso der Vortest des Forschungsvorhabens, die Rolle des Verfassers dieser Arbeit bei der Datenerhebung und Datenauswertung sowie der Interventionsmaßnahme. Ausführungen zur Datenaufbereitung und Datenbereinigung für die Datenauswertung wurden ebenfalls transparent gemacht (klare Stringenz, Glaubwürdigkeit, Ethik). Die Arbeit ist methodisch darauf ausgerichtet, Antworten auf die Leit- und Forschungsfrage geben zu können, bisherige theoretische und empirische Belege im Forschungsgebiet wurden berücksichtigt (wesentlicher Beitrag und sinnvoller Zusammenhang). Eigene Veröffentlichungen, Posterpräsentationen und diese Monografie dienen der Präsentation und Diskussion der Ergebnisse. Bezüglich der Übertragbarkeit der Ergebnisse wurde sich bereits weiter oben geäußert (Resonanz).

#### 4 Fazit und Ausblick

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, mittels einer empirischen Forschungsarbeit eine Aussage geben zu können, ob durch naturwissenschaftliches Arbeiten im Schulgarten während des regulären Biologieunterrichts eine Veränderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I möglich ist. Die im Rahmen des Forschungsvorhabens verwendeten Fragebögen mussten teilweise erst nach wissenschaftlichem Standard übersetzt werden. Beide Fragebögen wurden auf die Gütekriterien der klassischen Testtheorie geprüft (siehe Kapitel III - 2.2.3).

An der Hauptuntersuchung nahmen 112, am regulären Biologieunterricht 110 Schülerinnen und Schüler teil. Es werden für die Leitfrage und die vier Forschungsfragen dieser Arbeit folgende Erkenntnisse gezogen:

- Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe dieser Stichprobe verfügen bereits über Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften. Diese müssen jedoch als überwiegend naiv und somit fachlich unangemessen bezeichnet werden (Fragestellung 1).
- Ein Unterricht, dessen Schwerpunkt im expliziten und reflektierten fachpraktischen naturwissenschaftlichen Arbeiten liegt, ist dazu geeignet, Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vom Wesen der Naturwissenschaften zu verändern. Dies liegt für die Schülerinnen und Schüler dieser Stichprobe darin begründet, dass diese nach der Interventionsmaßnahme eher willens oder in der Lage waren, Antworten zu schreiben, die einer der drei Niveaustufen zugeordnet werden können (Fragestellung 2).
- Der Schulgarten als Lernort hat in dieser Studie keinen Einfluss auf eine Änderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei den Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe dieser Stichprobe im Vergleich vom Pre- zum Posttest. Es zeigt sich, dass hier der Lernort Schulgarten weder im Positiven noch im Negativen einen signifikanten Einfluss ausübt. Er fördert somit nicht, er verhindert die Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften aber auch nicht. Unter Berücksichtigung lernortunabhängiger Faktoren (Interesse und späterer Berufswunsch der Schülerinnen und Schüler sowie Tätigkeit der Eltern) wirkt der Lernort Schulgarten durchaus. So konnte gezeigt werden, dass der Lernort Schulgarten signifikant auf eine Änderung der Vorstellungen für die Kerndimension „Beobachtung und Deutung“ wirkt, wenn die Schülerinnen und Schüler nach eigener Aussage nicht an Biologie oder Chemie, Physik und Mathematik als weiterem naturwissenschaftlichen Unterrichtsfach interessiert sind (Fragestellung 3).

- Eine sichere Aussage zum Einfluss des gewählten Lernorts auf eine Änderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften der Schülerinnen und Schülern der 9. Jahrgangsstufe dieser Stichprobe auf längerfristige Perspektive betrachtet kann auf Basis dieser Forschungsarbeit nicht abschließend gegeben werden. Es deutet sich an, dass der Lernort Schulgarten einen geringen, dann aber überwiegend positiven Einfluss ausübt. Dies trifft in ähnlicher Art und Weise auch auf den Lernort Klassenraum zu (Fragestellung 4).

Der Schulgarten als Lernort dient nicht nur dem fachlichen Lernen sondern auch zur Erfüllung überfachlicher Aufgaben. Er unterstützt einen natürlichen Bewegungsdrang der Schülerinnen und Schüler, regt zum Fragenstellen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen an, fördert Interesse und Motivation sowie ein soziales Miteinander (siehe Kapitel II - 3.4). Dies kann durch eigene unsystematische Beobachtungen der Schülerinnen und Schüler während deren Aufenthalt im Schulgarten vor, während und nach dem Unterricht bestätigt werden.

Die Förderung eines adäquaten Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften ist erklärtes bildungspolitisches Ziel. Empirische Erkenntnisse zu Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern höherer Jahrgangsstufen nach dem Minimalkonsens aus der Biologiedidaktik fehlen bisweilen. Hier leistet diese Forschungsarbeit einen entsprechenden Beitrag. Die Erkenntnisse können als Grundlage für weitere Forschungsarbeiten dienen. Folgende Schwerpunktsetzungen wären dabei denkbar:

- Inhaltliche Erweiterung des zugrunde gelegten Kodierleitfadens um Aspekte, die ausschließlich oder überwiegend nur der Biologieunterricht zu den Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften leistet oder leisten kann, verbunden mit einer feingliedrigeren Ausgestaltung des Kodierleitfadens, sodass bei zukünftigen Forschungen auch Änderungen innerhalb einer Niveaustufe sichtbar werden.
- Erhebung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II, da hier der wissenschaftspropädeutische Unterricht einen wesentlich höheren Stellenwert als in der Sekundarstufe I hat.
- Betrachtung des Lernorts Schulgarten für die Förderung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften in einem eher explorativen Design, sodass durch eine nicht notwendige Kontrollgruppe das Potenzial, das der Lernort Schulgarten bietet, stärker ausgeschöpft werden kann.
- Betrachtung der Effektivität der unterrichtlichen Einbindung weiterer Lernorte (z. B. Forschungslabore) des Biologieunterrichts, die durch Authentizität eine Förderung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften begünstigen.

- Betrachtung der Vorstellungen vom Wesen der Naturwissenschaften bei Lehramtsstudierenden sowie im Schuldienst tätigen Lehrerinnen und Lehrern der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer mit dem Ziel Empfehlungen für Aus-, Fort- und Weiterbildungen geben zu können.
- Entsprechend gestaltete Lehrinhalte

„Die verstärkte Orientierung am Bildungsziel der naturwissenschaftlichen Grundbildung wird in den letzten Jahren zunehmend bemerkbar“ (Arndt et al., 2020, S. 36). Die bisher aus der Biologiedidaktik stammenden theoretischen Arbeiten zum Wesen der Naturwissenschaften, die Erkenntnisse dieser Untersuchung, die Erkenntnisse laufender Forschungsarbeiten („Analyse von biologie-spezifischen nature of science-Merkmalen im Biologieunterricht (Bio-NOS)“, Projektkennung DFG – 423393239) und die Erkenntnisse darauf aufbauender noch kommender Arbeiten leisten alle ihren Beitrag dazu, Schülerinnen und Schüler im Sinne des schulischen Bildungsauftrags zu mündigen Bürgerinnen und Bürgern zu bilden.

## VI Literaturverzeichnis

---

- a Campo, A., Langlet, J., Kremer, M. & Philipp, W. (2003). *Lernen und Können im naturwissenschaftlichen Unterricht. Denkanstöße und Empfehlungen zur Entwicklung von Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik (Sekundarbereich I)*.
- AAAS (American Association for the Advancement of Science). (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- AAAS (American Association for the Advancement of Science). (1996). *Summary Comparison of Content between National Science Education Standards and Benchmarks for Science Literacy Science for All Americans*.
- Abd-El-Khalick, F. (2006). Over and over again: College Students' View of nature of Science. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Hrsg.), *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (S. 389–42). Dordrecht: Springer.
- Aikenhead, G. S. & Ryan, A. G. (1992). The Development of a new Instrument: "View on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477–491.
- Akreml, L. (2014). Stichprobenziehung in der qualitativen Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 265–282). Wiesbaden: Springer VS.
- Arndt, L., Billion-Kramer, T., Wilhelm, M. & Rehm, M. (2020). NoS-Modellierungen - Ein theoretischer Konflikt mit fehlender empirischer Basis. *Progress in Science Education*, 3(1), 35–45.
- BAGS (Bundesarbeitsgemeinschaft Schulgarten e. V.). (2015). *Cottbuser Appell*.
- BAGS (Bundesarbeitsgemeinschaft Schulgarten e. V.). (2019). *Neue Schule? Schulgarten! Empfehlungen für die Vorhaltung einer potenziellen Schulgarten-Fläche bei Schulneubauten*.
- Bakker, A. (2019). *Design research in education. A practical guide for early career researchers*. Abingdon, Oxon, New York: Routledge.
- Bardy-Durchhalter, M. & Radits, F. (2010). Wissenschaftsverständnis von SchülerInnen. Exploration sozial konstruierter Bilder über die Naturwissenschaft Biologie. In D. Krüger, A. Upmeyer zu Belzen & S. Nitz (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik 9* (S. 39–54). Neumünster.

- Bardy-Durchhalter, M. & Radits, F. (2011). Wissenschaftsverständnis von SchülerInnen an authentischen Lernorten. In S. Holzheu (Hrsg.), *Internationale Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB) im Vbio (Tagungsband)* (S. 9–11). Bamberg: Difo-Druck GmbH.
- Baske, S. (1998). Schulen und Hochschulen. In C.-L. Furck & C. Führ (Hrsg.), *Handbuch der deutschen Bildungsgeschichte. Band VI 1945 bis zur Gegenwart. Zweiter Teilband Deutsche Demokratische Republik und neue Bundesländer* (S. 159–202). München: C.H. Beck.
- Baumert, J., Stanat, P. & Demmrich, A. (2001). PISA 2000. Untersuchungsgegenstand, theoretische Grundlagen und Durchführung der Studien. In Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 15–68). Opladen: Leske + Budrich.
- Baur, N. (2011). Das Ordinalskalenproblem. In L. Akremi, N. Baur & S. Fromm (Hrsg.), *Datenanalyse mit SPSS für Fortgeschrittene 1. Datenaufbereitung und uni- und bivariate Statistik* (S. 211–221). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bayrhuber, H., Etschenberg, K., Gebhard, U., Gehlhaar, K.-H., Hedewig, R., Hesse, M., ... Schmidt, E. G. (1999). *Biologie und Bildung*. Kiel: IPN 166.
- Begon, M., Howarth, R. W. & Townsend, C. R. (2017). *Ökologie*. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Behr, D., Braun, M. & Dorer, B. (2015). *Messinstrumente in internationalen Studien*. Mannheim: GESIS - Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften (GESIS Survey Guidelines).
- Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A. & Lederman, N. G. (2003). Just Do It? Impact of a Science Apprenticeship Program on High School Students' Understandings of the Nature of Science and Scientific Inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487–509.
- Bell, R. L. & Lederman, N. G. (2003). Understanding of the Nature of Science and Decision Making in Science and Technology Based Issus. *Science Education*, 87(3), 352–377.
- Benkowitz, D. (2013). *Wirkung von Schulgartenerfahrung auf die Wahrnehmung pflanzlicher Biodiversität durch Grundschul Kinder*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Benkowitz, D. & Retzlaff-Fürst, C. (2023). Der Schulgarten als Lernort für BNE. *Unterricht Biologie*, 47(483), 2–8.

- Benkowitz, D. & Wenzel, K. (2023). AG „Schulgartenunterricht.“
- Berck, K.-H. (†) & Graf, D. (2018). *Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.
- Berner, E. & Stolz, S. (2006). *Literaturanalyse zu Entwicklung, Anwendung und insbesondere Implementation von Standards in Schulsystemen: Nordamerika*. Im Auftrag der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren EDK. Durchgeführt am Pädagogischen Institut der Universität Zürich.
- Beywl, W. & Zierer, K. (2013). *Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von Visible Learning*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Billion-Kramer, T. (2021). *Nature of Science. Lernen über das Wesen der Naturwissenschaften*. Wiesbaden: Springer VS.
- Blair, D. (2009). The Child in the Garden: An Evaluative Review of the Benefits of School Gardening. *The Journal of Environmental Education*, 40(2), 15–38.
- Blanz, M. (2015). *Forschungsmethoden und Statistik für die Soziale Arbeit. Grundlagen und Anwendungen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Blasius, J. (2014). Skalierungsverfahren. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 1051–1062). Wiesbaden: Springer VS.
- BLK (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung) (Hrsg.) (1997). *Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“*. Bonn: BLK, Geschäftsstelle.
- Bortz, J. & Döring, N. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer-Verlag.
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Brade, J. & Dühlmeier, B. (2015). Lehren und Lernen in außerschulischen Lernorten. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (S. 434–441). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

- Braun, A. K. & Scheich, H. (2020). Lernen in der Kindheit optimiert das Gehirn. In U. Herrmann (Hrsg.), *Neurodidaktik. Grundlagen für eine Neuropsychologie des Lernens* (S. 48–66). Weinheim: Beltz Pädagogik.
- Brockmeyer, R. & Zedler, P. (1992). Grundbildung. Aufgaben und Herausforderungen des Unterrichts in der Sekundarstufe I. In P. Zedler (Hrsg.), *Strukturprobleme, Disparitäten, Grundbildung in der Sekundarstufe I* (S. 203–228). Weinheim: Deutscher Studienverlag.
- Brosius, F. (2018). *SPSS. Umfassendes Handbuch zu Statistik und Datenanalyse*. Frechen: mitp.
- Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. Hallbergmoos: Pearson.
- Burgin, S. R. & Sadler, T. D. (2016). Learning Nature of Science Concepts Through a Research Apprenticeship Program: A Comparative Study of Three Approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(1), 31–59.
- Busker, M. (2014). Entwicklung eines Fragebogens zur Untersuchung des Fachinteresses. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 269–281). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy – Mythos oder Realität? In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 21–42). Opladen: Leske + Budrich.
- Chen, S. (2006). Development of an Instrument to Assess Views on nature of Science and Attitudes Toward Teaching Science. *Science Education*, 90(5), 803–819.
- Close, D. (1996). *National Standards and Benchmarks in Science Education: A Primer*.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13.
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M. & Vergara, C. (2019). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. *Science & Education*, 28(3–5), 205–248.
- Cofré, H., Vergara, C., Lederman, N. G., Lederman, J. S., Santibáñez, D., Jiménez, J. & Yancovic, M. (2014). Improving Chilean In-service Elementary Teachers' Understanding of Nature of Science Using



- Self-contained NOS and Content-Embedded Mini-Courses. *Journal of Science Teacher Education*, 25(7), 759–783.
- Cohen, J. (2009). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Science*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Comenius, J. A. (2018). *Große Didaktik*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Criblez, L., Oelkers, J., Reusser, K., Berner, E., Halbheer, U. & Huber, C. (2009). *Bildungsstandards*. Seelze-Velber: Kallmeyer in Verbindung mit Klett.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–333.
- DeBoer, G. (1997). Historical Perspectives on Scientific Literacy. In W. Gräber & C. Bolte (Hrsg.), *Scientific Literacy. An International Symposium* (S. 69–86). IPN 154.
- Deng, F., Chen, D.-T., Tsai, C.-C. & Chai, C. S. (2011). Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research. *Science Education*, 95(6), 961–999.
- Dittmer, A. & Langlet, J. (2023). Kultur der Naturwissenschaften. In H. Gropengießer & U. Harms (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 420–441). Hannover: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH.
- Dittmer, A. & Zabel, J. (2019). Das Wesen der Biologie verstehen: Impulse für den wissenschaftspropädeutischen Unterricht. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 93–110). Berlin: Springer Spektrum.
- Döbert, H. (2010). Deutschland. In H. Döbert, W. Hörner, B. von Kopp & L. R. Reuter (Hrsg.), *Die Bildungssysteme Europas* (S. 175–203). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Duit, R. (2003). Naturwissenschaftliches Arbeiten. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 84(8), 4–8.
- Duit, R., Gropengießer, H. & Stäudel, L. (Hrsg. . (2007). *Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht und Material 5-10*. Seelze-Velber: Erhard Friedrich Verlag.
- Eckbrecht, D. & Schneeweiß, H. (2003). *Naturwissenschaftliche Bildung Gedanken und Beispiele zur Umsetzung von Scientific Literacy. Naturwissenschaftliche Reihe*. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.

- Eifler, S. (2014). Experiment. In N. Bauer & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 195–209). Wiesbaden: Springer VS.
- Eikel, A. & Diemer, T. (2005). *Schule als Polis*.
- Eisner, B., Kattmann, U., Kremer, M., Langlet, J., Plappert, D. & Ralle, B. (2017). Gemeinsamer Referenzrahmen für Naturwissenschaften (GeRRN). Wie Bildung bezogen auf Naturwissenschaften aussehen sollte. Ein Vorschlag.
- ESS (European Social Survey). (2014). *ESS Round 7 Translation Guidelines*. London: ESS ERIC Headquartes.
- Fischler, H., Gebhard, U. & Rehm, M. (2018). Naturwissenschaftliche Bildung und Scientific Literacy. In D. Krüger, I. Parchmann & H. (Hrsg. . Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschafts-didaktischen Forschung* (S. 11–29). Berlin: Springer.
- Flick, U. (2000). *Qualitative Forschung. Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften*.
- Flick, U. (2014). Gütekriterien qualitativer Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 411–423). Wiesbaden: Springer VS.
- Fricke, K. & Reinisch, B. (2023). Evaluation of Nature of Science Representations in Biology School Textbooks Based on a Differentiated Family Resemblance Approach. *Science & Education*, 32(5), 1583–1611.
- Furck, C.-L. (1998). Schulen und Hochschulen. In C. Führ & C.-L. Furck (Hrsg.), *Handbuch der deutschen Bildungsgeschichte. Band VI 1945 bis zur Gegenwart. Erster Teilband Bundesrepublik Deutschland* (S. 245–260). München: C.H. Beck.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts). (1992). *Resolution „Schulgärten“*. Berlin.
- Gebauer, M. (2012). Der Schulgarten als Ausdruck des Verhältnisses von Mensch, Natur und Kultur. In N. Pütz & S. Wittkowske (Hrsg.), *Schulgarten- und Freilandarbeit. Lernen, studieren und forschen* (S. 65–84). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gebhard, U. (2003). Die Sinndimension im schulischen Lernen: Die Lesbarkeit der Welt - Grundsätzliche Überlegungen zum Lehren und Lernen im Anschluss an PISA. In B. Moschner, H. Kiper &

- U. Kattmann (Hrsg.), *PISA 2000 als Herausforderung. Perspektiven für Lehren und Lernen* (S. 205–224). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Gebhard, U. (2013). Schülerinnen und Schüler. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 198–211). Hallbergmoos: Aulis Verlag.
- Gebhard, U. (2023). Die Lernenden: Schülerinnen und Schüler. In H. Gropengießer & U. Harms (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 124–140). Hannover: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH.
- Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften. Ein Studienbuch*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Giest, H. (2009). Zum Bildungswert des Schulgartens - Komplexe Lerngegenstände im fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht. In H. Giest (Hrsg.), *Zur Didaktik des Sachunterrichts. Aktuelle Probleme, Fragen und Antworten* (S. 106–115). Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.
- Giest, H. (2012). Kategoriale Bildung im Schulgarten - komplexe Lerngegenstände im fächerübergreifenden Unterricht. In N. Pütz & S. Wittkowske (Hrsg.), *Schulgarten- und Freilandarbeit. Lernen, studieren und forschen* (S. 13–39). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Giest, H. (2015). Schulgarten. In A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.), *Basiswissen Sachunterricht Band 5 Unterrichtsplanung und Methoden* (S. 156–164). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Giest, H. & Möller, R. (2009). Naturwissenschaftliches Lernen im Schulgarten. In H. Giest (Hrsg.), *Zur Didaktik des Sachunterrichts. Aktuelle Probleme, Fragen und Antworten* (S. 116–127). Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.
- Gilbert, P. & Richter, R. (2004). Einheitliche Prüfungsanforderungen (EPA) für das Fach Biologie. *Mathematischer Und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 57(1), 173–176.
- Goldsmith, T. H. (1996). The Challenges of Benchmarks and Standards in the Reform of Science Education. In R. W. Bybee (Hrsg.), *National Standards and the Science Curriculum: Challenges, opportunities, and recommendations* (S. 19–24). Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt.
- 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). Opladen: Leske + Budrich.

- Graeber, C. (1907). *Ideal-Schulgarten im XX. Jahrhundert*. Frankfurt/Oder: Trowitzsch.
- Graham, H., Beall, D. L., Lussier, M., McLaughlin, P. & Zidenberg-Cherr, S. (2005). Use of School Gardens in Academic Instruction. *Journal of Nutrition Education an Behavior*, 37(3), 147–151.
- Gropengießer, H. (2013). Schulbücher. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 390–394). Hallbergmoos: Aulis Verlag.
- Gropengießer, H. (2023). Schulbücher. In H. Gropengießer & U. Harms (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 396–400). Hannover: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH.
- Gropengießer, H. & Harms, U. (2023). *Fachdidaktik Biologie*. Hannover: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH.
- Gropengießer, H., Harms, U. & Kattmann, U. (2013). *Fachdidaktik Biologie. Die Biologiedidaktik begründet von Dieter Eschenhagen, Ulrich Kattmann und Dieter Rodi*. Halbergmoos: Aulis Verlag.
- Groß, J. (2007). *Biologie verstehen: Wirkungen außerschulischer Lernangebote*. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- Haas, H. (2009). Übersetzungsprobleme in der interkulturellen Bildung. *Interculture Journal*, 8(10), 61–76.
- Häder, M. (2019). *Empirische Sozialforschung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Häder, M. & Häder, S. (2014). Stichprobenziehung in der quantitativen Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 283–297). Wiesbaden: Springer VS.
- Hammann, M. & Asshoff, R. (2015). *Schülervorstellungen im Biologieunterricht. Ursachen für Lernschwierigkeiten*. Seelze: Klett/Kallmeyer.
- Hammann, M. & Jördens, J. (2014). Offene Aufgaben codieren. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 169–178). Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- Harkness, J. A., Edwards, B., Hansen, S. E., Miller, D. R. & Villar, A. (2010). Designing Questionnaires for Multipopulation Research. In J. A. Harkness, M. Braun, B. Edward, T. P. Johnson, L. Lyberg, P. P. Mahler, ... T. W. Smith (Hrsg.), *Survey Methods in Multinational, Multiregional, and*

- Multicultural Context* (S. 33–57). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Harkness, J. A., Villar, A. & Edwards, B. (2010). Translation, Adaption, and Design. In J. A. Harkness, M. Braun, B. Edward, T. P. Johnson, L. Lyberg, P. P. Mahler, ... T. W. Smith (Hrsg.), *Survey Methods in Multinational, Multiregional, and Multicultural Context* (S. 117–139). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Harms, U. (2013a). Botanischer Garten, Zoo und Naturkundemuseum. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 441–445). Halbergmoos: Aulis Verlag.
- Harms, U. (2013b). Kompetenzen im Biologieunterricht. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 48–50). Halbergmoos: Aulis Verlag.
- Harms, U. (2023). Bildungsstandards und Kompetenzen. In H. Gropengießer & U. Harms (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 82–87). Hannover: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH.
- Harms, U. & Kattmann, U. (2023). Begründung des Biologieunterrichts. In H. Gropengießer & U. Harms (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 48–54). Hannover: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH.
- Harms, U., Mayer, J., Hammann, M., Bayrhuber, H. & Kattmann, U. (2004). Kerncurriculum und Standards für den Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe. In H.-E. Tenorth (Hrsg.), *Kerncurriculum Oberstufe II. Biologie, Chemie, Physik, Geschichte, Politik. Expertisen – im Auftrag der Ständigen Konferenz der Kultusminister* (S. 22–84). Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Hayes, A. F. & Krippendorff, K. (2007). Answering the Call for a Standard Reliability Measure for Coding Data. *Communication Methods and Measures*, 1(1), 77–89.
- Heering, P. & Kremer, K. (2018). Nature of Science. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 105–119). Berlin: Springer.
- Heidinger, C. & Radits, F. (2010). Die Spinne im Labor kennt keine echten Bäume! Evaluation der authentischen Lernumgebung für Inquiry Learning in KIP. In F. Radits et al. (Hrsg.), *KiP: Kids Participation in Educational Research. Forschendes Lernen in biowissenschaftlichen Projekten* (S. 26–44). Universität Wien.
- Hellberg-Rode, G. (2015). Außerschulische Lernorte. In A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.), *Basiswissen Sachunterricht Band 5 Unterrichtsplanung und Methoden* (S. 145–149). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

- Hericks, U. (2004). Grundbildung, Allgemeinbildung und Fachunterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 7(2), 192–206.
- Herrmann, U. (2020). Neue Wege des Lehrens und Lernens aus neurowissenschaftlicher Sicht. In U. Herrmann (Hrsg.), *Neurodidaktik. Grundlagen für eine Neuropsychologie des Lernens* (S. 10–22). Weinheim: Beltz Pädagogik.
- Heymann, H. W. (1990). Überlegungen zu einem zeitgemäßen Allgemeinbildungskonzept. In H. W. Heymann & W. van Lück (Hrsg.), *Allgemeinbildung und öffentliche Schule: Klärungsversuche* (S. 21–26). Bielefeld: Institut für Didaktik der Mathematik.
- Heymann, H. W. (Hrsg.) (1997). *Allgemeinbildung und Fachunterricht*. Hamburg: Bergmann + Helbig Verlag.
- Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534–2553.
- 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)*. Siegen: Fachbereich 8.
- Hößle, C., Höttecke, D. & Kircher, E. (Hrsg.) (2004). *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Höttecke, D. (2001a). *Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen (Dissertation)*. Berlin: Logos Verlag.
- Höttecke, D. (2001b). Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaften“. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 7, 7–23.
- Höttecke, D. (2004). Schülervorstellungen über die „Natur der Naturwissenschaften“. In C. Hößle, D. Höttecke & E. Kircher (Hrsg.), *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften* (S. 264–277). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Höttecke, D. & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 271–287). Berlin: Springer Verlag.

- Huber, C., Späni, M., Schmellentin, C. & Criblez, L. (2006). *Bildungsstandards in Deutschland, Österreich, England, Australien, Neuseeland und Südostasien. Literaturbericht zur Entwicklung, Implantation und Gebrauch von Standards in nationalen Schulsystemen.*
- Hussy, W., Schreier, M. & Echterhoff, G. (2013). *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Jäger, C. (2013). *Vom Hortus Medicus zur modernen Umweltbildung. Die Geschichte der Schulgärten in den Franckeschen Stiftungen.* Halle: Franckesche Stiftungen zu Halle.
- Jäkel, L. & Wittkowske, S. (2015). Schulgarten. In J. Kahlert, Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (S. 510–515). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Jansen, J. & Laatz, W. (2017). *Statistische Datenanalyse mit SPSS. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests.* Berlin: Springer-Verlag.
- Karpa, D., Lübbecke, G. & Adam, B. (2015). Außerschulische Lernorte - Theoretische Grundlagen und praktische Beispiele. In D. Karpa, G. Lübbecke & B. Adam (Hrsg.), *Außerschulische Lernorte. Theorie, Praxis und Erforschung außerschulischer Lerngelegenheiten* (S. 11–12). Immenhausen bei Kassel: Prolog Verlag.
- Kastorff, T., Rönnebeck, S., Neumann, K., Seßler, S., Diedrich, J. & Schiepe-Tiska, A. (2023). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2022. Entwicklungen und mögliche Herausforderungen. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022 Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland.* Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Kattmann, U. (2003). „Vom Blatt zum Planeten“ - Scientific Literacy und kumulatives Lernen im Biologieunterricht und darüber hinaus. In B. Moschner, H. Kiper & U. Sattmann (Hrsg.), *PISA 2000 als Herausforderung* (S. 115–137). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Kattmann, U. (2013a). Begründung des Biologieunterrichts. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 24–28). Halbergmoos: Aulis Verlag.
- Kattmann, U. (2013b). Brückenfach Biologie. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie.* (S. 144–147). Halbergmoos: Aulis Verlag.

- Kattmann, U. (2016). *Schüler besser verstehen. Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht*. Hallbergmoos: Aulis Verlag.
- Kattmann, U. (2017). Die Bedeutung der Alltagsvorstellungen für den Biologieunterricht. In U. Kattmann (Hrsg.), *Biologie unterrichten mit Alltagsvorstellungen. Didaktische Rekonstruktion in Unterrichtseinheiten* (S. 6–13). Seelze: Kallmeyer in Verbindung mit Klett.
- Kattmann, U. (Hrsg.) (2014). *Biologie unterrichten mit Alltagsvorstellungen. Didaktische Rekonstruktion in Unterrichtseinheiten*. Seelze: Klett/Kallmeyer.
- Kelle, U. (2014). Mixed Methods. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 153–166). Wiesbaden: Springer VS.
- Kelle, U. & Metje, B. (2010). Mixed Methods in der Evaluationsforschung. Das Verhältnis zwischen Qualität und Quantität in der Wirkungsanalyse. In N. Knolle (Hrsg.), *Evaluationsforschung in der Musikpädagogik* (S. 9–39). Essen: DIE BLAUE EULE.
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of Explicit and Reflective versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sixth Graders' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578.
- Kiani, F., Karimi, M. H., Mohammadi, M. & Shamshiri, B. (2018). Study on Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS D+) from experts' point of view in Iran. *Pragmatics Journal*, 28(1), 55–71.
- Killermann, W., Hering, P. & Starosta, B. (2013). *Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik*. Donauwörth: Auer Verlag.
- Kircher, E. & Dittmer, A. (2004). Lehren und lernen über die Natur der Naturwissenschaften. In C. Hößle, D. Höttecke & E. Kircher (Hrsg.), *Lehren und lernen über die Natur der Naturwissenschaften* (S. 2–22). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Klafki, W. (2007). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. Weinheim: Beltz.
- Klemmer, C. D., Waliczek, T. M. & Zajicek, J. M. (2005). Growing Minds: The Effect of a School Gardening Program on the Science Achievement of Elementary Students. *HortTechnology*, 15(3), 448–452.



- Klieme, E. & Steinert, B. (2004). Einführung der KMK-Bildungsstandards. Zielsetzung, Konzeption und Einführung in den Schulen am Beispiel der Mathematik. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 57(3), 132–137.
- KMK (Kultusministerkonferenz). (1995). *Weiterentwicklung der Prinzipien der gymnasialen Oberstufe und des Abiturs. Abschlußbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Expertenkommission*. Kiel: Druckerei und Verlag Schmidt & Klaunig.
- KMK (Kultusministerkonferenz). (1997). *Grundsätzliche Überlegungen zu Leistungsvergleichen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland – Konstanzer Beschluss – (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.10.1997)*.
- KMK (Kultusministerkonferenz). (2004a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*.
- KMK (Kultusministerkonferenz). (2004b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*.
- KMK (Kultusministerkonferenz). (2004c). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*.
- KMK (Kultusministerkonferenz). (2024). *Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Biologie (MSA) (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 13.06.2024) (2024)*.
- KMK (Kultusministerkonferenz). (2004d). *Einheitliche Prüfungsanforderung in der Abiturprüfung Biologie (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004)*.
- KMK (Kultusministerkonferenz). (2005). *Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz. Erläuterungen zur Konzeption und Entwicklung*.
- KMK (Kultusministerkonferenz). (2014). *Geschäftsordnung der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland gemäß Beschluss vom 19. November 1955 i. d. F. vom 29. August 2014*.
- KMK (Kultusministerkonferenz). (2018). *Vereinbarungen zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und der Abiturprüfungen (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004)*.

- KMK (Kultusministerkonferenz). (2020). *Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020)*.
- Konrad, K. (2015). *Mündliche und schriftliche Befragung. Ein Lehrbuch*. Landau: Verlag Empirische Pädagogik.
- Krebs, D. & Menold, N. (2014). Gütekriterien quantitativer Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 425–438). Wiesbaden: Springer VS.
- Kreher, T. & Retzlaff-Fürst, C. (2021). Forschungsinstrumente zur Erhebung von Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Wesen der Naturwissenschaften - Übersetzung und Pilotierung. In S. Kapelari & P. Schmiemann (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik (Band 9)* (S. 127–143). Innsbruck: Studienverlag.
- Kreher, T. & Retzlaff-Fürst, C. (2022). Grün tut gut Auswirkung des Lernens und praktischen Arbeitens an „grünen“ Lernorten auf das Wohlbefinden von Pädagog\*innen, Studierenden und Schüler\*innen. In L. Kirner, B. Stürmer & E. Hainfellner (Hrsg.), *Vom grünen Lernort bis zur Direktvermarktung: aktuelle Beiträge zur Agrar- und Umweltpädagogik* (S. 9–22). Innsbruck Wien: StudienVerlag.
- Kremer, K. (2010). *Die Natur der Naturwissenschaften verstehen - Untersuchungen zur Struktur und Entwicklung von Kompetenzen in der Sekundarstufe I (Dissertation)*. Kassel: Fachbereich 10.
- Kremer, K., Specht, C., Urhahne, D. & Mayer, J. (2014). The relationship in biology between the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Biological Education*, 48(1), 1–8.
- Kremer, K., Urhahne, D. & Mayer, J. (2007). Naturwissenschaftsverständnis und wissenschaftliches Denken bei Schülerinnen und Schülern der Sek I. In U. Harms & A. Sandmann (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik (Band 3)* (S. 29–43). Innsbruck: Studien Verlag.
- Krippendorff, K. (2013). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. Los Angeles; London; New Delhi; Singapore: Sage.
- Krüger, D. (2018). Biologieunterricht zeichnet sich durch Begegnung mit dem Lebendigen aus - Die grosse Herausforderung. In M. Wilhelm (Hrsg.), *Wirksamer Biologieunterricht* (S. 96–104). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Lange, H. (2001). Qualitätssicherung und Leistungsmessung in der Schule auf internationaler und nationaler Ebene. In J. Oelkers (Hrsg.), *Zukunftsfragen der Bildung. Zeitschrift für Pädagogik*, 43.

*Beiheft* (S. 127–150).

- Langlet, J. (2013). Kultur der Naturwissenschaften. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 80–97). Hallbergmoos: Aulis Verlag.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84(1), 71–94.
- Lederman, N. G. (2004). Syntax of Nature of Science within Inquiry and Science Instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Hrsg.), *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (S. 301–317). Dordrecht: Kluger Academic Publisher.
- Lederman, N. G. (2010). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 831–879). New York London: Routledge.
- Lederman, N. G. (2018). Nature of Scientific Knowledge and scientific Inquiry in Biology Teaching. In K. Kampourakis & M. J. Reiss (Hrsg.), *Teaching Biology in Schools* (S. 216–235). New York: Routledge.
- 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.
- Lederman, N. G., Bartos, S. A. & Lederman, J. S. (2014). The Development, Use, and Interpretation of Nature of Science Assessments. In M. R. Matthews (Hrsg.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (S. 971–997). Dordrecht: Springer Science+Business.
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2010). Views of Nature of Science Questionnaire - Version D+. Retrieved from <https://www.physport.org/assessments/guides/open.cfm?G=81&D=232>
- Lederman, N. G. & Lederman, J. S. (2014). Research on Teaching and Learning of Nature of Science. In N. G. Lederman & J. S. Lederman (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education Volume II* (S. 600–620). New York und London: Routledge.
- Lederman, N. G., Wade, P. D. & Bell, R. L. (1998). Assessing the Nature of Science: What is the Nature of Our Assessments? *Science and Education*, 7(6), 595–615.
- Lehnert, H.-J. (2018). Weil Schulgarten nicht gleich Schulgarten ist ... Ein Blick auf unterschiedliche Formen von Schulgärten. *Green Care. Fachzeitschrift für naturgestützte Interaktion*, 3, 3–5.

- Lehnert, H.-J. & Köhler, K. (2016). Science im Garten - die (natur)wissenschaftliche Brille. In H.-J. Lehnert, K. Köhler & D. Benkowitz (Hrsg.), *Schulgärten anlegen, pflegen, nutzen* (S. 144–150). Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- Lethmate, J. (2006). Experimentelle Lehrformen und Scientific Literacy. *Praxis Geographie*, 36(11), 4–11.
- Lind, G., Kroß, A. & Mayer, J. (1998). *BLK-Programmförderung „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“*. Erläuterungen zum Modul 2 *Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Unterricht*.
- Lübeck, M. (2020). *>Basiskonzepte< der Erkenntnisgewinnung im Biologieunterricht*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Lück, D. (2011). Mängel am Datensatz beseitigen. In L. Akremi, N. Baur & S. Fromm (Hrsg.), *Datenanalyse mit SPSS für Fortgeschrittene 1. Datenaufbereitung und uni- und bivariate Statistik* (S. 66–80). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Lück, D. & Landrock, U. (2014). Datenaufbereitung und Datenbereinigung in der quantitativen Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 397–409). Wiesbaden: Springer VS.
- Madsen, A. & McKagan, S. (2018). PhysPort Implementation Guide: View of Nature of Science Questionnaire (VNOS) Version D+.
- Marniok, K. & Reiners, C. S. (2016). Die Repräsentation der Natur der Naturwissenschaften in Schulbüchern. *CHEMKON*, 23(2), 65–70.
- Mayer, J. (2013a). Erkenntnisse mit naturwissenschaftlichen Methoden gewinnen. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 56–61). Halbergmoos: Aulis Verlag.
- Mayer, J. (2013b). Freiland, Umweltzentren und Schülerlabore. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 429–440). Halbergmoos: Aulis Verlag.
- Mayer, J. (2023). Erkenntnisse mit naturwissenschaftlichen Methoden gewinnen. In H. Gropengießer & U. Harms (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 96–103). Hannover: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH.

- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- MBK (Ministerium für Bildung und Kindertagesförderung) (Hrsg.). (2021). *Rahmenplan für die Sekundarstufe I Regionale Schule, Gesamtschule Biologie*.
- MBK (Ministerium für Bildung und Kindertagesförderung) (Hrsg.). (2022a). *Rahmenplan für den Sekundarbereich I Gymnasium / Gesamtschule Biologie. Erprobungsfassung*.
- MBK (Ministerium für Bildung und Kindertagesförderung) (Hrsg.). (2022b). *Rahmenplan für die Orientierungsstufe Biologie*.
- MBK (Ministerium für Bildung und Kindertagesförderung) (Hrsg.). (2022c). *Rahmenplan für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe Biologie. Erprobungsfassung*.
- MBWK (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern) (Hrsg.) (o. J.). *Bildung und Erziehung in der Orientierungsstufe und dem Sekundarbereich I*.
- MBWK (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern) (Hrsg.) (2006). *Kerncurriculum für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe*.
- MBWK (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern) (Hrsg.) (2010a). *Rahmenplan Biologie für die Jahrgangsstufen 5 und 6 an der Regionalen Schule sowie an der Integrierten Gesamtschule.No Title*.
- MBWK (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern) (Hrsg.) (2010b). *Rahmenplan Naturwissenschaften für die Jahrgangsstufen 5 und 6 an der Integrierten Gesamtschule sowie an der Regionalen Schule*.
- MBWK (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern) (Hrsg.) (2011a). *Rahmenplan Biologie für die Jahrgangsstufen 7 bis 10 des gymnasialen Bildungsgangs*.
- MBWK (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern) (Hrsg.) (2011b). *Rahmenplan Biologie für die Jahrgangsstufen 7 bis 10 des nichtgymnasialen Bildungsgangs*.
- MBWK (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern) (Hrsg.) (2019). *Rahmenplan für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufen*.

- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the Nature of Science: Dispelling the Myths. In W. F. McComas (Hrsg.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (S. 3–39). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F. (2015). The Nature of Science & the Next Generation of Biology Education. *The American Biology Teacher*, 77(7), 485–491.
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa, H. (1998). The Role and character of the Nature of Science in Science Education. In W. F. McComas (Hrsg.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (S. 3–39). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (1998). The Nature of Science in International Science Education Standard Documents. In W. F. McComas (Hrsg.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (S. 41–52). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Messner, R., Rumpf, H. & Buck, P. (1997). Natur und Bildung. Über Aufgaben des naturwissenschaftlichen Unterrichts und Formen des Naturwissens. *Chemica didactica. Zeitschrift für Didaktik der Chemie*, 23, 5–31.
- Miethaner, A. (1994). Die Bedeutung des Schulgeländes für Bildung und Erziehung in der Schule. In F. Brandl, A. M. Engel, M. Pappler & W. Seidel (Hrsg.), *Hundertundeine Idee zur Gestaltung des Schulgeländes. Akademiebericht Nr. 246* (S. 17–25). Dillingen: Akademie für Lehrerfortbildung.
- Millar, R. (1996). Towards a Science Curriculum for Public Understanding. *The School Science Review*, 77(280), 7–18.
- Möller, A., Mayer, J. & Harms, U. (2023). Biologie lernen außerhalb der Schule. In H. Gropengießer & U. Harms (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 228–245). Hannover: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH.
- Mozer, N. (1989). *Der Schulgarten mit Alternativen für draußen und drinnen*. Frankfurt am Main: Cornelsen.
- Müller, M., Gimbel, K., Ziepprecht, K. & Wodzinski, R. (2020). Nature of Science im Unterricht und in Lehrerfortbildungen. *MNU-Journal*, 73(4), 276–281.
- Nerdel, C. (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik. Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule*. Berlin: Springer-Verlag GmbH.

- Neuner, G. (1973). *Zur Theorie der sozialistischen Allgemeinbildung*. Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag.
- Niebert, K. & Gropengießer, H. (2014). Leitfadengestützte Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 121–132). Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
- NRC (National Research Council). (1996). *National Science Education Standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Nuxoll, J., Goller, A. & Markert, J. (2022). Der Schulgarten als potenzieller Lernort einer Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung - eine Befragung von Expertinnen und Experten. *HiBiFo*, 11(3), 66–78.
- o. A. (o. J.). *VNOS answer key*. Retrieved from <https://www.physport.org/assessments/guides/Open.cfm?G=81&K=234>
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2000). *Measuring student knowledge and skills: the PISA 2000 assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. Paris: OECD.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What „ideas-about-science“ should be taught in school science? A Delphie study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720.
- Pavez, J. M., Vergara, C. A., Santibáñez, D. & Cofré, H. (2016). Using a Professional Development Program for Enhancing Chilean Biology Teacher’s Understanding of Nature of Science (NOS) and Their Perception About Using Histroy of Science to Teach NOS. *Science & Education*, 25(3–4), 383–405.
- Pfeifer, P. (2003). Was heißt naturwissenschaftliches Arbeiten? *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 76/77, 7–14.
- Pöge, A. (2005). Persönliche Codes bei Längsschnittstudien: ein Erfahrungsbericht. *ZA-Informationen/Zentralarchiv Für Empirische Sozialforschung*, 56, 50–69.
- Pöge, A. (2008). Persönliche Codes „reloaded“. *Methoden – Daten – Analysen. Zeitschrift für empirische Sozialforschung*, 2(1), 59–70.

- Pöge, A. (2011). Persönliche Codes bei Längsschnittuntersuchungen III. *Methoden – Daten – Analysen. Zeitschrift für empirische Sozialforschung*, 5(1), 109–134.
- Pollin, S. (2022). *Der Schulgarten - ein Ort mit Gesundheitspotenzial. Eine empirische Untersuchung zur Förderung des psychischen Wohlbefindens bei Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 6 durch naturwissenschaftlich-biologischen Unterricht im Schulgarten*. Rostock: Universität Rostock.
- Pollin, S. & Retzlaff-Fürst, C. (2018). Förderung von Wohlbefinden und sozialer Kompetenz bei Schüler\*innen durch naturwissenschaftlichen Unterricht im Schulgarten. In M. Hammann & M. Lindner (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik (Band 8)* (S. 191–206). Innsbruck: Studien Verlag.
- Pongratz, L. A. & Bünger, C. (2008). Bildung. In H. Faulstich-Wieland & P. Faulstich (Hrsg.), *Erziehungswissenschaft. Eine Einführung* (S. 110–129). Reinbek bei Hamburg: Rowolt Taschenbuch Verlag.
- Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J., Blum, W., Hammann, M., Klieme, E. & Pekrun, R. (Hrsg.) (2007). *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie*. Münster: Waxmann.
- Prenzel, M., Rost, J., Senkbeil, M., Häußler, P. & Klopp, A. (2001). Naturwissenschaftliche Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, ... M. Weiß (Hrsg.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 191–248). Opladen: Leske + Budrich.
- Prenzel, M., Schöps, K., Rönnebeck, S., Senkbeil, M., Walter, O., Carstensen, C. H. & Hammann, M. (2007). Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich. In M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.), *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie* (S. 63–105). Münster: Waxmann.
- Priemer, B. (2006). Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 159–175.
- Pütz, N. (2012). Botanik in der Sekundarstufe I – Kann ein ungeliebter Themenbereich durch Schulgartenarbeit aufgewertet werden? In N. Pütz & S. Wittkowske (Hrsg.), *Schulgarten- und Freilandarbeit. Lernen, studieren und forschen* (S. 53–63). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Pütz, N., Schweer, M. K. W., Geissler, F., Thies, B. & Gerwinat, A. (2010). Das Gartenlabor - Ergebnisse



- einer Pilotstudie zu den Effekten eines offeneren, situierten Botanikunterrichts in der Sekundarstufe I. *Unterrichtswissenschaft*, 38(4), 366–384.
- Pütz, N., Wittkowske, S. & Weusmann, B. (2012). Freilandarbeit im Sachunterricht und in der Biologie der Sekundarstufe I. In N. Pütz & S. Wittkowske (Hrsg.), *Schulgarten- und Freilandarbeit. Lernen, studieren und forschen* (S. 85–99). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Queren, M.-D. (2014). *Agro-Biodiversität im Biologieunterricht. Implementation und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zum ästhetischen Schülerurteil am Beispiel der Sojabohne (Glycine max (L.) Merr.)*. Hamburg: Kovač.
- Randler, C. (2013). Unterricht mit Lebewesen. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 299–311). Halbergmoos: Aulis Verlag.
- Randler, C. (2023). Unterrichten mit Lebewesen. In H. Gropengießer & U. Harms (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 290–299). Hannover: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH.
- Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V. & Jackson, R. (2016). *Campbell Biologie*. Halbergmoos: Pearson.
- Reinders, H. (2016). *Qualitative Interviews mit Jugendlichen führen. Ein Leitfaden*. Oldenbourg: De Gruyter.
- Reiss, K., Sälzer, C., Schiepe-Tiska, A., Klieme, E. & Köller, O. (2016). *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation*. Münster: Waxmann.
- Rennie, L. J. (2007). Learning Science Outside of School. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Hrsg.), *Handbook of research on science education. Volume 1* (S. 125–167). New York: Routledge.
- Rennie, L. J. (2014). Learning Science Outside of School. In N. G. L. Lederman & S. K. Abell (Hrsg.), *Handbook of research on science education. Volume 2* (S. 120–144). New York u.a.: Routledge.
- Retzlaff-Fürst, C. (2013). Schulgelände und Schulgarten. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 421–428). Halbergmoos: Aulis Verlag.
- Retzlaff-Fürst, C. (2016). Biology Education & Health Education: A School Garden as a Location of Learning & Well-being. *Universal Journal of Educational Research*, 4(8), 1848–1857.
- Retzlaff-Fürst, C. (2023). Biologieunterricht im Lernraum Schule. In H. Gropengießer & U. Harms (Hrsg.),

- Fachdidaktik Biologie* (S. 208–226). Hannover: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH.
- Reuband, K.-H. (2014). Schriftlich-postalische Befragung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 643–660). Wiesbaden: Springer VS.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2014). Entwicklung eines Leistungstests für fachdidaktisches Wissen. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 257–267). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- 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, ... & P. Stanat (Hrsg.), *PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt* (S. 177–198). Münster: Waxmann.
- Rössler, P. (2010). *Inhaltsanalyse*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft mbH.
- Rost, J., Walter, O., Carstensen, C. H., Senkbeil, M. & Prenzel, M. (2004). Naturwissenschaftliche Kompetenz. In PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.) (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 109–146). Münster: Waxmann.
- Rudge, D. W. & Howe, E. M. (2009). An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & Education*, 18, 561–580.
- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.
- Sadava, D., Hillis, D. M., Heller, H. C. & Hacker, S. D. (2011). *Purves Biologie*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Salzmann, C. (2007). Lehren und Lernen in außerschulischen Lernorten. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, D. von Reeken & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (S. 433–438). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Schaefer, G. (2002a). *Allgemeinbildung und Naturwissenschaften. Denkschrift der GDNÄ-Bildungskommission*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Schaefer, G. (2002b). Scientific Literacy im Dienst der Entwicklung allgemeiner Kompetenzen – „Fachübergreifende Fächer“ im Schulunterricht. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans

- (Hrsg.), *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 7–20). Opladen: Leske + Budrich.
- Scharfenberg, F.-J. & Guder, J. (2013). *Schulgärten an bayrischen Gymnasien. Eine Bestandsaufnahme zur unterrichtlichen Einbindung, zu Nutzungsformen und Zielvorstellungen*.
- Schecker, H., Bethge, T., Breuer, E., von Dwingelo-Lütten, R., Graf, H.-U., Gropengießer, I. & Langensiepen, B. (1996). Naturwissenschaftlicher Unterricht im Kontext allgemeiner Bildung. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 49(8), 488–492.
- Schecker, H., Parchmann, I. & Krüger, D. (2014). Formate und Methoden naturwissenschaftsdidaktischer Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 1–15). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S. & Neumann, K. (2019). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2018 – aktueller Stand, Veränderungen und Implikationen für die naturwissenschaftliche Bildung in Deutschland. In K. Reiss, M. Weis, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2018 Grundbildung im internationalen Vergleich* (S. 211–240). Münster: Waxmann.
- 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 *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation*. Münster: Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A., Schöps, K., Rönnebeck, S., Köller, O. & Prenzel, M. (2013). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2012: Ergebnisse und Herausforderungen. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 189–215). Münster: Waxmann.
- Schlittgen, R. (2009). *Multivariate Statistik*. München: Oldenbourg.
- Schmiemann, P. & Lücken, M. (2014). Validität - Misst mein Test, was er soll? In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 107–118). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Schnell, R., Hill, P. B. & Esser, E. (2018). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. Oldenbourg: De Gruyter.

- Schrenk, M., Gropengießer, H., Groß, J., Hammann, M., Weitzel, H. & Zabel, J. (2019). Schülervorstellungen im Biologieunterricht. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 3–20). Berlin: Springer Spektrum.
- 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 Teacher Education*, 88(4), 610–645.
- Schwieb, H.-J. (2001). Historische Betrachtung ökologischer Lernorte. In H. Baier (†) & S. Wittkowske (Hrsg.), *Ökologisierung des Lernortes Schule*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Solomon, J., Scott, L. & Duveen, J. (1996). Large-Scale Exploration of Pupils' Understanding of the Nature of Science. *Science Education*, 80(5), 493–508.
- Spies, W. & Westphalen, K. (1987). *Die Gestaltung unserer Schule. Verfassung, Zustand und Wandel einer gesellschaftlichen Institution*. Stuttgart: Klett.
- Stäudel, L. (2005). Kompetenzanforderungen versus Beispielaufgaben. Wie man naturwissenschaftliche Grundausbildung macht (oder verhindert). In G. Becker, A. Bremerich-Vos, M. Demmer, K. Maag Merki, B. Pribe, K. Schwippert, ... K.-J. Tillmann (Hrsg.), *Standards. Unterrichten zwischen Kompetenzen, zentralen Prüfungen und Vergleichsarbeiten. Friedrich Jahresheft XXIII 2005* (S. 96–99).
- Stäudel, L. (2014). *Lernen fördern: Naturwissenschaften. Unterricht in der Sekundarstufe I*. Seelze: Klett/Kallmeyer.
- Stein, P. (2014). Forschungsdesigns für die quantitative Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 135–151). Wiesbaden: Springer VS.
- Strobl, G. (2008a). Naturwissenschaftliche Bildung – fachorientiert oder Fächer übergreifend? In K. P. Ohly & G. Strobl (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung. Konzepte und Praxisbeispiele für die Oberstufe* (S. 31–45). Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Strobl, G. (2008b). Naturwissenschaftliche Bildung für alle auf der Oberstufe – Begründung, Ziele und Realisierungsfragen. In K. P. Ohly & G. Strobl (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung. Konzepte und Praxisbeispiele für die Oberstufe* (S. 16–30). Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Strobl, G. (2008c). Naturwissenschaftliche Bildung und die Debatte um Scientific Literacy. In K. P. Ohly

- & G. Strobl (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung. Konzepte und Praxisbeispiele für die Oberstufe* (S. 46–59). Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Sumfleth, E., Klebba, N., Kauertz, A., Mayer, J., Fischer, H. E., Walpuski, M. & Wellnitz, N. (2013). Das Kompetenzstrukturmodell in den naturwissenschaftlichen Fächern. In H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.), *IQB-Ländervergleich 2012 Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I* (S. 38–42). Münster: Waxmann.
- Sumfleth, E., Klebba, N., Kauertz, A., Mayer, J., Fischer, H. E., Walpuski, M. & Wellnitz, N. (2019). Das Kompetenzstrukturmodell in den naturwissenschaftlichen Fächern. In P. Stanat, S. Schipolowski, N. Mahler, S. Weirich & S. Henschel (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2018 Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich* (S. 36–40). Münster: Waxmann.
- Tenorth, H.-E. (1994). *Alle Alles zu lehren. Möglichkeiten und Perspektiven Allgemeiner Bildung*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Tenorth, H.-E. (2004). Stichwort „Grundbildung“ und „Basiskompetenzen“. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*, 7(2), 169–182.
- Tiemann, R. & Körbs, C. (2014). Die Fragebogenmethode, ein Klassiker der empirischen didaktischen Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 283–295). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Tracy, S. J. (2010). Qualitative Quality: Eight “Big-Tent” Criteria for Excellent Qualitative Research. *Qualitative Inquiry*, 16(10), 837–851.
- Trendel, G. & Fischer, H. E. (2007). Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 60(7), 388–394.
- Urhahne, D., Kremer, K. & Mayer, J. (2008). Welches Verständnis haben Jugendliche von Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens. *Unterrichtswissenschaft*, 36(1), 71–93.
- van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (2011). Introducing educational design research. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Hrsg.), *Educational Design Research* (S. 3–7). London: Routledge.

- von Aufschnaiter, C. (2014). Laborstudien zur Untersuchung von Lernprozessen. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 81–94). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Wagner, P. & Hering, L. (2014). Online-Befragung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 661–673). Wiesbaden: Springer VS.
- Walder, F. (2002). *Der Schulgarten in seiner Bedeutung für Unterricht und Erziehung. Deutsche Schulgartenbestrebungen vom Kaiserreich bis zum Nationalsozialismus*. Bad Heilbrunn/OBB.: Julius Klinkhardt.
- Walker, D. (2011). Toward productive design studies. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Hrsg.), *Educational Design Research* (S. 8–13). London: Routledge.
- Walpuski, M., Kauertz, A., Kampa, N., Fischer, H. E., Mayer, J., Sumfleth, E. & Wellnitz, N. (2010). ESNaS – Evaluation der Standards für die Naturwissenschaften in der Sekundarstufe I. In A. Gehrman, U. Hericks & M. Lüders (Hrsg.), *Bildungsstandards und Kompetenzmodelle. Beiträge zu einer aktuellen Diskussion über Schule, Lehrerbildung und Unterricht* (S. 171–184). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Weichbold, M. (2014). Pretest. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 299–304). Wiesbaden: Springer VS.
- Wellenreuther, M. (2015). *Lehren und Lernen - aber wie?* Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Wilde, M., Retzlaff-Fürst, C., Scheersoi, A., Basten, M. & Groß, J. (2019). Non-formales Biologielernen mit Schulbezug. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 251–268). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- Wilhelm, M. (2018). Was ist nun wirksamer Biologieunterricht? Versuch einer Zusammenschau. In M. Wilhelm (Hrsg.), *Wirksamer Biologieunterricht* (S. 200–223). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Williams, D. R. & Dixon, P. S. (2013). Impact of Garden-Based Learning on Academic Outcomes in Schools: Synthesis of Research Between 1990 and 2010. *Review of Educational Research*, 83(2), 211–235.

- Winkel, G. (1997). *Das Schulgartenhandbuch*. Seelze: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität. Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Göttingen: Hogrefe-Verlag.
- Wittkowske, S. (2012a). Der Schulgarten - ein idealer Ort für nachhaltiges Lernen. Mehr als ein Plädoyer für die Ökologisierung der Schule. *Grundschulunterricht. Sachunterricht*, 59(1), 4–7.
- Wittkowske, S. (2012b). Schulgartenarbeit von Anfang an - Aspekte und Möglichkeiten für Kindertagesstätten und Schulen. In N. Pütz & S. Wittkowske (Hrsg.), *Schulgarten- und Freilandarbeit. Lernen, studieren und forschen* (S. 41–51). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Witzel, A. (2000). Das problemzentrierte Interview. *Forum Qualitative Sozialforschung*, 1(1), 1-15.

## VII Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Schematische Darstellung der ersten Schritte des Übersetzungsprozesses (eigene Darstellung).....	45
Abbildung 2: Schüler*innenantwort auf Frage 7 im Vortest (Schüler*in IPN15T) .....	49
Abbildung 3: Schüler*innenantwort auf Frage 6 im Vortest (Schüler*in IPN15T) .....	50
Abbildung 4: Fragen des Fragebogens „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften (VNOS - D+)“ für die Hauptuntersuchung.....	51
Abbildung 5: Seite 1 des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaft“ .....	55
Abbildung 6: Seite 2 des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaft“ .....	56
Abbildung 7: Vorschrift zur Bildung der persönlichen ID der Schülerinnen oder des Schülers .....	58
Abbildung 8: Antwortverhalten bei offenem und geschlossenem Fragenformat für die Kerndimension „Kreativität“ .....	141
Abbildung 9: Bewertung der Leistungen der Schülerinnen und Schüler (§ 62 Abs. 4 und 5 SchulG M-V).....	143
Abbildung 10: Veränderter Kodierleitfaden (Gliederungsebenen) .....	144
Abbildung 11: Veränderter Kodierleitfaden (Likertskala-ähnliche Abstufung) .....	144

## VIII Diagrammverzeichnis

---

Diagramm 1: Ausprägung der Niveaustufen für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pretest).....	84
Diagramm 2: Ausprägung der Niveaustufen und deren Veränderung für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre- und Posttest mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	89
Diagramm 3: Ausprägung der Niveaustufen und deren Veränderung für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre- und Posttest ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	94
Diagramm 4: Ausprägung der Niveaustufen für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Posttest mit und ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	98
Diagramm 5: Ausprägung des Grades der Zustimmung zu den Skalen für die Kerndimensionen für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ (erste Erhebung).....	125



## IX Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1: Kerndimensionen vom Wesen der Naturwissenschaften (nach Lederman et al., 2002).....	16
Tabelle 2: Kerndimensionen vom Wesen der Naturwissenschaften (nach Urhahne et al., 2008).....	17
Tabelle 3: Reliabilität der einzelnen Skalen des Fragebogens „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ .....	54
Tabelle 4: Schwerpunktmäßige naturwissenschaftliche Arbeitsweise der jeweiligen Unterrichtsstunde .....	64
Tabelle 5: Im Rahmen der Unterrichtseinheit zu fördernde Standards, Basiskonzepte und Kompetenzbereiche .....	65
Tabelle 6: Zusammensetzung der Stichprobe für die Hauptuntersuchung.....	72
Tabelle 7: Übersicht über den zeitlichen Ablauf Datenerhebung .....	74
Tabelle 8: Krippendorffs Alpha .....	78
Tabelle 9: Krippendorffs Alpha .....	79
Tabelle 10: Cronbachs Alpha .....	80
Tabelle 11: Niveausprägung Mittelwertberechnung an einem fiktiven Beispiel.....	82
Tabelle 12: Variable Veränderung_KD_[Name der KD]_wil_Pre_Post für den fiktiven Datensatz.....	88
Tabelle 13: Einschränkende Betrachtung zum Wilcoxon-Test für den fiktiven Datensatz.....	90
Tabelle 14: Variable Veränderung_KD_[Name der KD]_wil_o09_Pre_Post für den fiktiven Datensatz .....	92
Tabelle 15: Skalenbildung durch Summen- und Indexbildung für den fiktiven Datensatz .....	122
Tabelle 16: Skalenbildung für den fiktiven Datensatz.....	122
Tabelle 17: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ – Übersicht der Einflussfaktoren (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	134
Tabelle 18: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ – Übersicht der Einflussfaktoren (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	135
Tabelle 19: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ – Übersicht der verschiedenen Erhebungszeitpunkte .....	136
Tabelle 20: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ – Übersicht der verschiedenen Erhebungszeitpunkte (vergleichende Betrachtung) ...	163
Tabelle 21: Vergleich von „Benchmarks for Science Literacy“ und „National Science Education Standards“.....	209
Tabelle 22: Teilbereiche von Nature of Science.....	210

Tabelle 23: Kompetenzbereiche der Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Bildungsabschluss und die Allgemeine Hochschulreife.....	211
Tabelle 24: Übersicht über die fachgemäßen Arbeitsweisen im Unterricht Biologie bzw. Naturwissenschaften der Jahrgangsstufen 5 bis 12 in Mecklenburg-Vorpommern.....	213
Tabelle 25: Themenfelder im Unterricht Biologie bzw. Naturwissenschaften der Jahrgangsstufen 5 bis 12 in Mecklenburg-Vorpommern.....	214
Tabelle 26: Niveaueausprägung für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pretest) .....	215
Tabelle 27: Niveaueausprägung für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre- und Posttest).....	216
Tabelle 28: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung und keine Angabe).....	217
Tabelle 29: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung und keine Angabe).....	218
Tabelle 30: Ausprägung der Veränderung der Niveaustufen für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	219
Tabelle 31: Ausprägung der Veränderung der Niveaustufen für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	220
Tabelle 32: Niveaueausprägung für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Posttest) (mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	221
Tabelle 33: Niveaueausprägung für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pretest) (ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	222
Tabelle 34: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pretest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	223
Tabelle 35: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pretest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	224
Tabelle 36: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	225

Tabelle 37: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	226
Tabelle 38: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	227
Tabelle 39: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	228
Tabelle 40: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ unter Berücksichtigung der Äußerung zu Biologie als Lieblingsunterrichtsfach (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	229
Tabelle 41: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ unter Berücksichtigung der Äußerung zu Biologie als Lieblingsunterrichtsfach (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	230
Tabelle 42: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler für die Biologie ein Lieblingsunterrichtsfach ist (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	231
Tabelle 43: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler für die Biologie ein Lieblingsunterrichtsfach ist (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	232
Tabelle 44: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler für die Biologie kein Lieblingsunterrichtsfach ist (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	233
Tabelle 45: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler für die Biologie kein Lieblingsunterrichtsfach ist (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	234
Tabelle 46: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ unter Berücksichtigung der Äußerung zum Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	235
Tabelle 47: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ unter Berücksichtigung der Äußerung zum Interesse an	

Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	236
Tabelle 48: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die ein Interesse an Chemie, Mathematik und Physik haben (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	237
Tabelle 49: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die ein Interesse an Chemie, Mathematik und Physik haben (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	238
Tabelle 50: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die kein Interesse an Chemie, Mathematik und Physik haben (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung „eine Zuordnung bzw. keine Angabe).....	239
Tabelle 51: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die kein Interesse an Chemie, Mathematik und Physik haben (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	240
Tabelle 52: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ unter Berücksichtigung des Interesses am naturwissenschaftlichen Fachunterricht (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	241
Tabelle 53: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ unter Berücksichtigung des Interesses am naturwissenschaftlichen Fachunterricht (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	242
Tabelle 54: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	243
Tabelle 55: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	244
Tabelle 56: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres	

naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	245
Tabelle 57: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	246
Tabelle 58: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und auch kein Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	247
Tabelle 59: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und auch kein Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	248
Tabelle 60: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ unter Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Prägung des Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	249
Tabelle 61: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ unter Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Prägung des Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) ....	250
Tabelle 62: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie einen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	251
Tabelle 63: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie einen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	252
Tabelle 64: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie keinen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	253
Tabelle 65: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie	

keinen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	254
Tabelle 66: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, nicht zu wissen, ob sie einen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	255
Tabelle 67: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, nicht zu wissen, ob sie einen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	256
Tabelle 68: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+ für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“ sowie „Subjektivität“ unter Berücksichtigung der ausgeübten Tätigkeit der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	257
Tabelle 69: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“ sowie „Subjektivität“ unter Berücksichtigung der ausgeübten Tätigkeit der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	258
Tabelle 70: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Kerndimensionen „Sozial und Kulturell“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ unter Berücksichtigung der ausgeübten Tätigkeit der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	259
Tabelle 71: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Kerndimensionen „Sozial und Kulturell“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ unter Berücksichtigung der ausgeübten Tätigkeit der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	260
Tabelle 72: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass beide Elternteile eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausüben (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	261
Tabelle 73: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass beide Elternteile eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausüben (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	262

Tabelle 74: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass mindestens ein Elternteil eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausübt (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	263
Tabelle 75: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass mindestens ein Elternteil eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausübt (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	264
Tabelle 76: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass beide Elternteile keine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausüben (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	265
Tabelle 77: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass beide Elternteile keine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausüben (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	266
Tabelle 78: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass ein Elternteil eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausübt, bei dem anderen Elternteil ist naturwissenschaftliche Prägung der Tätigkeit unklar (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	267
Tabelle 79: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass ein Elternteil eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausübt bei dem anderen Elternteil ist naturwissenschaftliche Prägung der Tätigkeit unklar (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	268
Tabelle 80: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“ sowie „Subjektivität“ unter Berücksichtigung des naturwissenschaftlichen Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler sowie des ausgeübten Tätigkeitsfeldes der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	269
Tabelle 81: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“ sowie „Subjektivität“ unter Berücksichtigung des naturwissenschaftlichen Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler sowie des ausgeübten Tätigkeitsfeldes der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	270
Tabelle 82: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Kerndimensionen „Sozial und Kulturell“, Vorläufig sowie „Gesetz und Theorie“ unter Berücksichtigung des naturwissenschaftlichen	

Berufswunſches der Schölerinnen und Schöler ſowie des ausgeübten Tätigkeitsfeldes der Eltern (Poſttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	271
Tabelle 83: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweiſen zum Weſen der Naturwiſſenſchaften - Verſion D+“ für die Kerndimensionen „Sozial und Kulturell“, Vorläufig ſowie „Geſetz und Theorie“ unter Berücksichtigung des naturwiſſenſchaftlichen Berufswunſches der Schölerinnen und Schöler ſowie des ausgeübten Tätigkeitsfeldes der Eltern (Poſttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	272
Tabelle 84: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweiſen zum Weſen der Naturwiſſenſchaften - Verſion D+“ für Schölerinnen und Schöler die angaben, daſſ ſie und mindestens ein Elternteil naturwiſſenſchaftlich tätig ſein wollen bzw. ſind (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	273
Tabelle 85: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweiſen zum Weſen der Naturwiſſenſchaften - Verſion D+“ für Schölerinnen und Schöler die angaben, daſſ ſie und mindestens ein Elternteil naturwiſſenſchaftlich tätig ſein wollen bzw. ſind (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	274
Tabelle 86: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweiſen zum Weſen der Naturwiſſenſchaften - Verſion D+“ für Schölerinnen und Schöler die angaben, daſſ ſie (inklusive Antwort weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwiſſenſchaftlich tätig ſein wollen bzw. ſind (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	275
Tabelle 87: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweiſen zum Weſen der Naturwiſſenſchaften - Verſion D+“ für Schölerinnen und Schöler die angaben, daſſ ſie (inklusive Antwort weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwiſſenſchaftlich tätig ſein wollen bzw. ſind (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	276
Tabelle 88: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweiſen zum Weſen der Naturwiſſenſchaften - Verſion D+“ für Schölerinnen und Schöler die angaben, daſſ ihr Berufswunſch und naturwiſſenſchaftliche Tätigkeit der Eltern unklar (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	277
Tabelle 89: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweiſen zum Weſen der Naturwiſſenſchaften - Verſion D+“ für Schölerinnen und Schöler die angaben, daſſ ihr Berufswunſch und naturwiſſenſchaftliche Tätigkeit der Eltern unklar (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe).....	278
Tabelle 90: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweiſen zum Weſen der Naturwiſſenſchaften - Verſion D+“ für Schölerinnen und Schöler die angaben, daſſ eine naturwiſſenſchaftliche Tätigkeit vorhanden iſt (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	279



Tabelle 91: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass eine naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden ist (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe) .....	280
Tabelle 92: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe unter Fallausschluss (Klasse 3)).....	281
Tabelle 93: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe unter Fallausschluss (Klasse 3)).....	282
Tabelle 94: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe unter Fallausschluss (Klasse 3)) .....	283
Tabelle 95: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe unter Fallausschluss (Klasse 3)) .....	284
Tabelle 96: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für den ersten Erhebungszeitpunkt .....	285
Tabelle 97: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für den zweiten Erhebungszeitpunkt .....	286
Tabelle 98: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für den dritten Erhebungszeitpunkt .....	287
Tabelle 99: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für den vierten Erhebungszeitpunkt .....	288
Tabelle 100: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für den fünften Erhebungszeitpunkt .....	289
Tabelle 101: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Herkunft“ .....	290
Tabelle 102: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Sicherheit“ .....	291
Tabelle 103: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Entwicklung“ .....	292
Tabelle 104: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Rechtfertigung“.....	293
Tabelle 105: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Einfachheit“ .....	294

Tabelle 106: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Zweck“ .....	295
Tabelle 107: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Kreativität“ .....	296

**X Anhang**

**1 Tabellen**

Tabelle 21: Vergleich von „Benchmarks for Science Literacy“ und „National Science Education Standards“

(eigene Darstellung nach AAAS, 1993, 1996; Close, 1996; Goldsmith, 1996; NRC, 1996)

	Dokument		
	Kriterium	„Benchmarks for Science Literacy“	„National Science Education Standards“
<b>Gemeinsamkeiten</b>	<b>Absicht</b>	Gemeinsam ist beiden Dokumenten ihr Bezug zu „Science for All Americans“ und ihr damit untrennbar verbundenes Ziel von Scientific Literacy, unabhängig vom Geschlecht, kulturellen, religiösen und ethischen Hintergrund, intrinsischen Interesse und Motivation oder beruflicher Orientierung.	
	<b>Inhalt</b>	Beide Dokumente präsentieren nach Altersstufen gestaffelte Fähigkeiten und Fertigkeiten, die sich aus der Veröffentlichung „Science for All Americans“ ergeben, weiterführender und detaillierter als das Basisdokument dies ermöglicht. Als solches stehen beide Dokumente gleichwertig ergänzend, nicht ersetzend zu „Science for All Americans“.	
	<b>Allgemeine Zielsetzung</b>	Beide Dokumente können der Politik zur Ausgestaltung von Curricula für schulischen Unterricht dienen, stehen aber überdies hinaus noch weiteren Interessengruppen, die im Bildungssektor mitwirken, zur Orientierung zur Seite (z. B. Hochschulen, um Leistungsstände zu erkennen und Studienpläne sowie (Lehr-)Veranstaltungen zu planen). Als solches liefern sie einen wichtigen Beitrag zur Qualitätssicherung im Bildungsbereich. Als Dokumente zur Qualitätssicherung ermöglichen sie, ein kumulatives Lernen über die Entwicklungsstufe des Individuums bzw. unterschiedlicher Bildungssektoren hinweg, da bei gewissenhafter Umsetzung der Ideen aus „Benchmarks for Scientific Literacy“ und den „National Science Education Standards“ in einem Curriculum sowohl die AAAS als auch das NRC davon ausgehen, dass der überwiegende Teil der Lernenden in das Lage ist, in Abhängigkeit der jeweiligen Altersstufe, das entsprechende Bildungsziel zu erreichen.	
<b>Unterschiede</b>	<b>Jahr der Veröffentlichung</b>	1993	1996
	<b>Formale Struktur</b>	Gliederung nach Inhaltsebenen: Die zwölf thematischen Bereiche werden inhaltlich im jeweiligen Kapitel näher ausgeführt. Erst innerhalb der näheren Erläuterungen zu den Bereichen werden die zu erreichenden Fähigkeiten und Fertigkeiten nach Altersstufen präsentiert.	Gliederung nach Klassenstufen: Es werden sechs Standards in vier altersgemäße Abstufungen präsentiert. Dies werden durch Inhaltsstandards konkretisiert. In den Inhaltsstandards finden sich die zu erreichenden Fähigkeiten und Fertigkeiten.
	<b>Verständnis von Scientific Inquiry</b>	Scientific Inquiry ist Teil vom Wesens der Naturwissenschaften.	Scientific Inquiry steht eigenständig neben dem Wesen der Naturwissenschaften.
	<b>konkretere Zielsetzung</b>	Dient eher als Vorlage zur Gestaltung von Curricula.	Ergänzt die „Benchmarks for Science Literacy“, da sie Qualitätsmerkmale für bspw. Unterrichtsgestaltung oder Bewertung von Bildungsprozessen darstellen.

Tabelle 22: Teilbereiche von Nature of Science

(eigene Darstellung nach Lederman, 2004; McComas & Olson, 1998; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar & Duschl, 2003)

<b>Teilbereiche von Nature of Science</b>		
<b>(nach Osborne et al.)</b>	<b>(nach Ledermann)</b>	<b>(nach McComas &amp; Olson)</b>
Science and Certainty	The Tentative Nature of Scientific Knowledge	Scientific Knowledge is Tentative
Analysis and Interpretation of Data	The Empirical Nature of Scientific Knowledge	Science Relies on Empirical Evidence
Scientific Method and Critical Testing	The Theory-Laden Nature of Scientific Knowledge	Science Relies on Empirical and Truthful Reporting
Hypothesis and Predication	Scientific Theories and Laws	Science is an Attempt to Explain Phenomena
Creativity Science and Questioning	The Creative and Imaginative Nature of Scientific Knowledge	Scientists are Creative
Historical Development of Scientific Knowledge	The Social and Cultural Embedness of Scientific Knowledge	Scientific Ideas have been Affected by their Social and Historical milieu
Cooperation and Collaboration in the Development of Scientific Knowledge		Science is Part of Social Tradition
Science and Technology		Science has Play an Important Role in Technology
Diversity of Scientific Thinking		
		Changes in Science Occur Gradually
		Science has Global Implications
		New Knowledge must be Reported Clearly and Openly

grau unterlegt sind sich stark ähnelnde Teilbereich von Nature of Science

Tabelle 23: Kompetenzbereiche der Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Bildungsabschluss und die Allgemeine Hochschulreife

(eigene Darstellung nach KMK, 2004a, 2020)

<b>Kompetenzbereiche im Fachunterricht Biologie nach ...</b>	
<b>... Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss</b>	<b>... Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife</b>
<b>Fachwissen</b>	<b>Sachkompetenz</b>
„Lebewesen, biologische Phänomene, Begriffe, Prinzipien und Fakten kennen und den Basis-konzepten System, Struktur und Funktion und Entwicklung zuordnen“.	„Die Sachkompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis naturwissenschaftlicher Kon-zepte, Theorien und Verfahren und der Fähigkeit, diese zu beschreiben und zu erklären sowie geeignet auszuwählen und zu nutzen, um Sachverhalte aus fach- und alltagsbezogenen An-wendungsbereichen zu verarbeiten“.
<b>Erkenntnisgewinnung</b>	<b>Erkenntnisgewinnungskompetenz</b>
„Beobachten, Vergleichen, Experimentieren, Modelle nutzen und Arbeitstechniken anwenden“.	„Die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von wissen-schaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren“.
<p>„Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>E 1 mikroskopieren Zellen und stellen sie in einer Zeichnung dar,</p> <p>E 2 beschreiben und vergleichen Anatomie und Morphologie von Organismen,</p> <p>E 3 analysieren die stammesgeschichtliche Verwandtschaft bzw. ökologisch bedingte Ähn-lichkeit bei Organismen durch kriteriengeleitetes Vergleichen,</p> <p>E 4 ermitteln mithilfe geeigneter Bestimmungsliteratur im Ökosystem häufig vorkommende Arten,</p> <p>E 5 führen Untersuchungen mit geeigneten qualifizierenden oder quantifizierenden Verfahren durch,</p> <p>E 6 planen einfache Experimente, führen die Experimente durch und/ oder werten sie aus,</p> <p>E 7 wenden Schritte aus dem experimentellen Weg der Erkenntnisgewinnung zur Erklärung an,</p> <p>E 8 erörtern Tragweite und Grenzen von Untersuchungsanlage, -schritten und -ergebnissen,</p> <p>E 9 wenden Modelle zur Veranschaulichung von Struktur und Funktion an,</p>	<p>„Die Lernenden ...</p> <p>E1 beschreiben Phänomene und Beobachtungen als Ausgangspunkte von Untersuchungen;</p> <p>E2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu biologischen Sachverhalten;</p> <p>E3 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf. [...]</p> <p>E4 planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie;</p> <p>E5 berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge;</p> <p>E6 berücksichtigen die Variablenkontrolle beim Experimentieren;</p> <p>E7 nehmen qualitative und quantitative Daten auch mithilfe digitaler Werkzeuge auf und wer-ten sie aus;</p> <p>E 8 wenden Labor- und freilandbiologische Geräte und Techniken sachgerecht und unter Be-rücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen an. [...]</p>

<p>E 10 analysieren Wechselwirkungen mit Hilfe von Modellen,  E 11 beschreiben Speicherung und Weitergabe genetischer Information auch unter Anwendung geeigneter Modelle  E 12 erklären dynamische Prozesse in Ökosystemen mithilfe von Modellvorstellungen,  E 13 beurteilen die Aussagekraft eines Modells.“</p>	<p>E9 finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen;  E 10 beurteilen die Gültigkeit von Daten und ermitteln mögliche Fehlerquellen;  E 11 widerlegen oder stützen die Hypothese (Hypothesenrückbezug);  E 12 diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen;  E13 reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung;  E 14 stellen bei der Interpretation von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her. [...]  E 15 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse (z. B. Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Inter“Subjektivität“, logische Konsistenz, „Vorläufigkeit“);  E16 reflektieren die Kriterien wissenschaftlicher Wissensproduktion (Evidenzbasierung, Theorieorientierung);  E 17 reflektieren Bedingungen und Eigenschaften biologischer Erkenntnisgewinnung.“</p>
<p style="text-align: center;"><b>Kommunikation</b></p> <p>„Informationen sach- und fachgerecht erschließen und austauschen“.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Kommunikationskompetenz</b></p> <p>„Die Kommunikationskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen. Biologisch kompetent Kommunizieren bedingt ein Durchdringen der Teilkompetenzbereiche Erschließen, Aufbereiten und Austauschen“.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Bewertung</b></p> <p>„Biologische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten“.</p> <p style="text-align: right;">(KMK, 2004a, S. 13-15)</p>	<p style="text-align: center;"><b>Bewertungskompetenz</b></p> <p>Die Bewertungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von fachlichen und überfachlichen Perspektiven und Bewertungsverfahren und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um Aussagen bzw. Daten anhand verschiedener Kriterien zu beurteilen, sich dazu begründet Meinungen zu bilden, Entscheidungen auch auf ethischer Grundlage zu treffen und Entscheidungsprozesse und deren Folgen zu reflektieren“.</p> <p style="text-align: right;">(KMK, 2020, S. 12-17)</p>

Tabelle 24: Übersicht über die fachgemäßen Arbeitsweisen im Unterricht Biologie bzw. Naturwissenschaften der Jahrgangsstufen 5 bis 12 in Mecklenburg-Vorpommern

(eigenen Darstellung nach MBK 2021, 2022a, 2022b, 2022c; MBWK 2019, 2010b; 2011a, 2011b)

<b>Naturwissenschaftliche (fachgemäße) Arbeitsweisen in Mecklenburg-Vorpommern</b>							
Sekundarstufe I				Sekundarstufe II			
Jahrgangsstufe 5 und 6		Jahrgangsstufe 7 bis 10				Jahrgangsstufe 11 und 12	
Rahmenplan Biologie der Orientierungsstufe	Rahmenplan Naturwissenschaften der Orientierungsstufe	Rahmenplan Biologie des nichtgymnasialen Bildungsgangs	Rahmenplan für die Sekundarstufe I Regionale Schule, Gesamtschule Biologie	Rahmenplan Biologie des gymnasialen Bildungsgangs	Rahmenplan für den Sekundarbereich I Gymnasium/ Gesamtschule Biologie	Rahmenplan für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	Rahmenplan für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit mit Modellen</li> <li>• Beobachten</li> <li>• Experimentieren</li> <li>• Mikroskopieren</li> <li>• Vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beobachten</li> <li>• Beschreiben</li> <li>• Bestimmen</li> <li>• Messen</li> <li>• Mikroskopieren</li> <li>• Untersuchen</li> <li>• Vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beobachten</li> <li>• Bestimmen</li> <li>• Experimentieren</li> <li>• Modellieren</li> <li>• Untersuchen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit mit Modellen</li> <li>• Beobachten</li> <li>• Experimentieren</li> <li>• Mikroskopieren</li> <li>• Vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beobachten</li> <li>• Bestimmen</li> <li>• Experimentieren</li> <li>• Modellieren</li> <li>• Untersuchen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit mit Modellen</li> <li>• Beobachten</li> <li>• Experimentieren</li> <li>• Mikroskopieren</li> <li>• Vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit mit Modellen</li> <li>• Beobachten</li> <li>• Experimentieren</li> <li>• Mikroskopieren</li> <li>• Vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beobachten</li> <li>• Vergleichen/ Ordnen</li> <li>• Experimentieren</li> <li>• Modellieren</li> </ul>
(MBK, 2022b)	(MBWK, 2010b)	(MBWK, 2011b)	(MBK, 2021)	(MBWK, 2011a)	(MBK, 2022a)	(MBWK, 2019)	(MBK, 2022c)

Tabelle 25: Themenfelder im Unterricht Biologie bzw. Naturwissenschaften der Jahrgangsstufen 5 bis 12 in Mecklenburg-Vorpommern

(eigenen Darstellung nach MBWK, 2006; 2010a; 2010b; 2011a; 2011b)

Themenfelder im Unterricht Biologie bzw. Naturwissenschaften in Mecklenburg-Vorpommern							
Sekundarstufe I				Sekundarstufe II			
Jahrgangsstufe 5 und 6		Jahrgangsstufe 7 bis 10				Jahrgangsstufe 11 und 12	
Rahmenplan Biologie der Orientierungsstufe	Rahmenplan Naturwissenschaften der Orientierungsstufe	Rahmenplan Biologie des nichtgymnasialen Bildungsgangs	Rahmenplan für die Sekundarstufe I Regionale Schule, Gesamtschule Biologie	Rahmenplan Biologie des gymnasialen Bildungsgangs	Rahmenplan für den Sekundarbereich I Gymnasium/ Gesamtschule Biologie	Rahmenplan für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe	Rahmenplan für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebendes und Nichtlebendes</li> <li>• Wirbeltierklasse Fische</li> <li>• Wirbeltierklasse Lurche</li> <li>• Wirbeltierklasse Kriechtiere</li> <li>• Wirbeltierklasse Vögel</li> <li>• Wirbeltierklasse Säugetiere und der Mensch</li> <li>• Samenpflanzen</li> <li>• Lebensgemeinschaft Wald</li> <li>• Zellen und Mikroskopieren</li> <li>• Wirbellose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das Fach</li> <li>• Wasser in unserem Leben</li> <li>• Die Luft, die ich atme</li> <li>• Die Sonne, unser Stern</li> <li>• Tiere in unserem Leben</li> <li>• Pflanzen in unserem Leben</li> <li>• Der Boden unter meinen Füßen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientierung des Menschen in seiner Umwelt</li> <li>• Sexualität, Fortpflanzung und Entwicklung des Menschen</li> <li>• Stoff- und Energie- wechsel des Men- schen</li> <li>• Gesundheit und soziale Verantwortung</li> <li>• Pflanzen und ihre Bedeutung</li> <li>• Organismen in ihrer Umwelt</li> <li>• Vererbung</li> <li>• Evolution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroorganismen und ihre Bedeutung: Pilze, Bakterien und Viren</li> <li>• Ernährung des Menschen</li> <li>• Verdauung</li> <li>• Sexualbildung</li> <li>• Stoff- und Energiewechsel des Menschen</li> <li>• Atmung und Herz-Kreis- laufsysteem</li> <li>• Viren, Immunreaktion und Immunisierung</li> <li>• Reizbarkeit und Sinne</li> <li>• Nervensystem</li> <li>• Grundlagen der Ökologie</li> <li>• Abiotische Umweltfaktoren</li> <li>• Biotische Umweltfaktoren</li> <li>• Unser Planet im Wandel</li> <li>• Zelluläre Grundlagen der Genetik</li> <li>• Molekulare Genetik</li> <li>• Klassische Genetik</li> <li>• Entstehung des Lebens auf der Erde</li> <li>• Evolutionstheorien</li> <li>• Evolutionsfaktoren und Ergebnisse der Evolution</li> <li>• Belege der Evolution und Anthropogenese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Mensch                             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundlagen des Stoff- und Ener- giewechsels</li> <li>◦ Aufnahme und Verarbeitung von Informationen – Nervensystem und hormonelle Regelung</li> <li>◦ Menschliche Se- xualität und Se- xualerziehung</li> <li>◦ Mensch und Mik- roorganismen</li> </ul> </li> <li>• Pflanzen und ihre Bedeutung</li> <li>• Ökologie</li> <li>• Genetik</li> <li>• Evolution der Lebewesen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroorganismen und ihre Bedeutung: Pilze, Bakterien und Viren</li> <li>• Ernährung des Menschen</li> <li>• Verdauung</li> <li>• Sexualbildung</li> <li>• Stoff- und Energiewechsel des Menschen</li> <li>• Atmung und Herz-Kreislaufsyst- em</li> <li>• Viren, Immunreaktion und Immunisierung</li> <li>• Reizbarkeit und Sinne</li> <li>• Nervensystem</li> <li>• Grundlagen der Ökologie</li> <li>• Abiotische Umweltfaktoren</li> <li>• Biotische Umweltfaktoren</li> <li>• Ökosysteme</li> <li>• Unser Planet im Wandel</li> <li>• Zelluläre Grundlagen der Genetik</li> <li>• Molekulare Genetik</li> <li>• Klassische Genetik</li> <li>• Evolution: Entstehung des Lebens auf der Erde</li> <li>• Evolutionstheorien</li> <li>• Evolutionsfaktoren und Ergebnisse der Evolution</li> <li>• Belege der Evolution und Anthro- pogenese</li> <li>• Zytologie – Von der Zelle zum Organismus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zytologie</li> <li>• Stoffwechsel- physiologie</li> <li>• Neurophysiologie</li> <li>• Ökologie</li> <li>• Genetik</li> <li>• Evolution</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genetik</li> <li>• Evolution</li> <li>• Zytologie I</li> <li>• Zytologie II</li> <li>• Stoffwechsel- physiologie</li> <li>• Neurophysiologie</li> <li>• Ökologie</li> <li>• Genetik</li> <li>• Evolution</li> </ul>
(MBK, 2022b)	(MBWK, 2010b)	(MBWK, 2011b)	(MBK, 2021)	(MBWK, 2011a)	(MBK, 2022a)	(MBWK, 2019)	(MBK, 2022c)



Tabelle 26: Niveaueausprägung für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pretest)

Niveaueausprägung	Kerndimension							
	Beobachtung und Deutung	Empirik	Kreativität	Subjektivität	Sozial und Kulturell	Vorläufigkeit	Gesetz und Theorie	
<b>naiv</b>	326 (52,8%)	176 (85,4%)	104 (50,5%)	171 (41,5%)	39 (37,9%)	244 (59,2%)	84 (81,6%)	
<b>transformiert</b>	214 (34,6%)	11 (5,3%)	55 (26,7%)	154 (37,4%)	10 (9,7%)	135 (32,8%)	4 (3,9%)	
<b>informiert</b>	18 (2,9%)	0 (0,0%)	21 (10,2%)	28 (6,8%)	4 (3,9%)	8 (1,9%)	0 (0,0%)	
Median der Niveaueausprägung	naiv ---	naiv ---	naiv ---	trans- formiert ---	naiv ---	naiv ---	naiv ---	
Modus der Niveaueausprägung	naiv ---	naiv ---	naiv ---	naiv ---	naiv ---	naiv ---	naiv ---	
<b>keine Antwort</b>	39 (6,3%)	10 (4,9%)	12 (5,8%)	31 (7,5%)	30 (29,1%)	17 (4,1%)	7 (6,8%)	
<b>keine Auswertung möglich</b>	21 (3,4%)	9 (4,4%)	14 (6,8%)	28 (6,8%)	20 (19,4%)	8 (1,9%)	8 (7,8%)	
<b>Summe</b>	618 (100,0%)	206 (100,0%)	206 (100,0%)	412 (100,0%)	103 (100,0%)	412 (100,0%)	103 (100,0%)	
Anzahl Fragen	6 ---	2 ---	2 ---	4 ---	1 ---	4 ---	1 ---	
Anzahl Fragebögen	103 ---	103 ---	103 ---	103 ---	103 ---	103 ---	103 ---	

Tabelle 27: Niveaueausprägung für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre- und Posttest)

Niveaueausprägung	Kerndimension																				
	Beobachtung und Deutung			Empirik			Kreativität			Subjektivität			Sozial und Kulturell			Vorläufigkeit			Gesetz und Theorie		
	Pre-test	Post-test	V	Pre-test	Post-test	V	Pre-test	Post-test	V	Pre-test	Post-test	V	Pre-test	Post-test	V	Pre-test	Post-test	V	Pre-test	Post-test	V
naiv	289	321	↑	155	163	↑	92	103	↑	151	163	↑	32	27	↓	219	243	↑	73	76	↑
transformiert	180	145	↓	8	6	↓	47	42	↓	131	120	↓	7	14	↑	111	79	↓	2	5	↓
informiert	12	26	↑	0	0	↔	17	21	↑	22	41	↑	4	10	↑	5	10	↑	0	0	↔
Median der Niveaueausprägung	naiv	naiv	↔	naiv	naiv	↔	naiv	naiv	↔	transformiert	naiv	↓	naiv	naiv	↔	naiv	naiv	↔	naiv	naiv	↔
Modus der Niveaueausprägung	naiv	naiv	↔	naiv	naiv	↔	naiv	naiv	↔	naiv	naiv	↔	naiv	naiv	↔	naiv	naiv	↔	naiv	naiv	↔
keine Antwort	34	18	↓	8	6	↓	10	7	↓	26	16	↓	30	28	↓	14	11	↓	7	6	↓
keine Auswertung möglich	19	24	↑	7	3	↓	12	5	↓	26	16	↓	16	10	↓	7	13	↑	7	2	↓
Summe	534	534	↔	178	178	↔	178	178	↔	356	356	↔	89	89	↔	356	356	↔	89	89	↔
Anzahl Fragen	6	6		2	2		2	2		4	4		1	1		4	4		1	1	
Anzahl Fragebögen	89	89		89	89		89	89		89	89		89	89		89	89		89	89	

Legende: V = Veränderung; ↑ = gestiegen; ↓ = gesunken; ↔ unverändert; ↑↓ Änderung im beabsichtigten Maße; ↓↑ = Änderung im nicht beabsichtigten Maße

Tabelle 28: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung und keine Angabe)

	Kerndimension						
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung	Empirik	Kreativität	Subjektivität	Sozial und Kulturell	Vorläufigkeit	Gesetz und Theorie
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	13823,00	279,00	1287,50	8962,00	652,50	3322,50	117,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	13438,00	217,00	923,50	5744,00	250,50	4805,50	36,00
n =	231	31	66	171	42	127	17
W (kleinere Rangsumme) =	13438,00	217,00	923,50	5744,00	250,50	3322,50	36,00
Median Pretest	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	k. Z. / k. A. (0)	naiv (1)	naiv (1)
Median Posttest	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)
z =	-0,201	-0,686	-1,273	-2,643	-2,579	-1,975	-2,183
p =	0,840	0,493	0,203	0,008	0,010	0,048	0,029
r =	---	---	---	0,64	0,27	0,10	0,23
(Cohen, 2009)	---	---	---	starker Effekt	schwacher Effekt	schwacher Effekt	schwacher Effekt

Tabelle 29: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung und keine Angabe)

	Kerndimension						
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung	Empirik	Kreativität	Subjektivität	Sozial und Kulturell	Vorläufigkeit	Gesetz und Theorie
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	6073,00	20,00	506,00	3424,50	44,00	1756,00	12,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	6807,00	25,00	484,00	2353,50	11,00	2522,00	3,00
n =	160	9	44	107	10	92	5
W (kleinere Rangsumme) =	6073,00	20,00	484,50	2353,50	11,00	1756,00	36,00
Median Pretest	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	trans- formiert (2)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)
Median Posttest	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)
z =	-0,697	-0,333	-0,146	-1,855	-1,7519	-1,692	-1,342
p =	0,486	0,739	0,884	0,064	0,080	0,091	0,180
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 30: Ausprägung der Veränderung der Niveaustufen für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension							
Veränderung	Beobachtung und Deutung	Empirik	Kreativität	Subjektivität	Sozial und Kulturell	Vorläufigkeit	Gesetz und Theorie	
<b>keine Veränderung</b>	301 (56,4%)	147 (82,6%)	112 (62,9%)	185 (52,0%)	47 (52,8%)	229 (64,3%)	72 (80,9%)	
<b>Verbesserung</b>	116 (21,7%)	18 (10,1%)	38 (21,3%)	103 (28,9%)	27 (30,3%)	54 (15,2%)	13 (14,6%)	
<b>Verschlechterung</b>	117 (21,9%)	13 (7,3%)	28 (15,7%)	68 (19,1%)	15 (16,9%)	73 (20,5%)	4 (4,5%)	
<b>Gesamt</b>	534 (100,0%)	178 (100,0%)	178 (100,0%)	356 (100,0%)	89 (100,0%)	356 (100,0%)	89 (100,0%)	
Anzahl Fragen	6 ---	2 ---	2 ---	4 ---	1 ---	4 ---	1 ---	
Anzahl Fragebögen	89 ---	89 ---	89 ---	89 ---	89 ---	89 ---	89 ---	

Tabelle 31: Ausprägung der Veränderung der Niveaustufen für die einzelnen Kerndimensionen für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension							
Veränderung	Beobachtung und Deutung	Empirik	Kreativität	Subjektivität	Sozial und Kulturell	Vorläufigkeit	Gesetz und Theorie	
<b>keine Veränderung</b>	290 (64,4%)	146 (94,2%)	106 (70,6%)	175 (62,1%)	21 (67,7%)	224 (70,9%)	67 (93,0%)	
<b>Verbesserung</b>	74 (16,4%)	4 (2,6%)	22 (14,7%)	61 (21,6%)	7 (22,6%)	38 (12,0%)	4 (5,6%)	
<b>Verschlechterung</b>	86 (19,2%)	5 (3,2%)	22 (14,7%)	46 (16,3%)	3 (9,7%)	54 (17,1%)	1 (1,4%)	
<b>Summe</b>	450 (100,0%)	155 (100,0%)	150 (100,0%)	282 (100,0%)	31 (100,0%)	316 (100,0%)	72 (100,0%)	
keine Auswertung	84 ---	23 ---	28 ---	74 ---	58 ---	40 ---	17 ---	
Gesamt	534 ---	178 ---	178 ---	356 ---	89 ---	356 ---	89 ---	
Anzahl Fragen	6 ---	2 ---	2 ---	4 ---	1 ---	4 ---	1 ---	
Anzahl Fragebögen	89 ---	89 ---	89 ---	89 ---	89 ---	89 ---	89 ---	

Tabelle 32: Niveaueausprägung für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Posttest)  
(mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Niveaueausprägung	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
<b>naiv</b>	139 (61,0%)	182 (59,5%)	66 (86,8%)	97 (95,1%)	45 (59,2%)	58 (56,9%)	71 (46,7%)	92 (45,1%)	11 (28,9%)	16 (31,4%)	111 (73,0%)	132 (64,7%)	33 (86,8%)	43 (84,3%)
<b>transformiert</b>	63 (27,6%)	82 (26,8%)	4 (5,3%)	2 (2,0)	15 (19,7%)	27 (26,5%)	49 (32,2%)	71 (34,8%)	4 (10,5%)	10 (19,6%)	30 (19,7%)	49 (24,0%)	1 (2,6%)	4 (7,8%)
<b>informiert</b>	11 (4,8%)	15 (4,9%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	9 (11,8%)	12 (11,8%)	16 (10,5%)	25 (12,3%)	4 (10,5%)	6 (11,8%)	2 (1,3%)	8 (3,9%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Median der Niveaueausprägung	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (0,5)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)
Modus der Niveaueausprägung	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	k.Z./k.A. (0)	k.Z./k.A. (0)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)
<b>keine Zuordnung oder keine Angabe</b>	15 (6,6%)	27 (8,8%)	6 (7,9)	3 (2,9%)	7 (9,2%)	5 (4,9)	16 (10,5%)	16 (7,8%)	19 (50,0%)	19 (37,7%)	9 (5,9%)	15 (7,4%)	4 (10,5%)	4 (7,8%)
<b>Summe</b>	228 (100,0%)	306 (100,0%)	76 (100,0%)	102 (100,0%)	76 (100,0%)	102 (100,0%)	152 (100,0%)	204 (100,0%)	38 (100,0%)	51 (100,0%)	152 (100,0%)	204 (100,0%)	38 (100,0%)	51 (100,0%)
Anzahl Fragen	6	6	2	2	2	2	4	4	1	1	4	4	1	1
Anzahl Fragebögen	38	51	38	51	38	51	38	51	38	51	38	51	38	51

Tabelle 33: Niveaueausprägung für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ (Pretest)  
(ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Niveaueausprägung	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
<b>naiv</b>	139 (65,3%)	182 (65,2%)	66 (94,3%)	97 (98,0%)	45 (65,2%)	58 (59,8%)	71 (52,5%)	92 (48,9%)	11 (57,9%)	16 (50,0%)	111 (77,6%)	132 (69,8%)	33 (97,1%)	43 (91,5%)
<b>transformiert</b>	63 (29,6%)	82 (29,4%)	4 (5,7%)	2 (2,0)	15 (21,7%)	27 (27,8%)	49 (36,0%)	71 (37,8%)	4 (21,1%)	10 (31,3%)	30 (21,0%)	49 (25,9%)	1 (2,9%)	4 (8,5%)
<b>informiert</b>	11 (5,2%)	15 (5,4%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	9 (13,0%)	12 (12,4%)	16 (11,8%)	25 (13,3%)	4 (21,1%)	6 (18,8%)	2 (1,4%)	8 (4,2%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Median der Niveaueausprägung	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	transf. (2)	naiv (0,5)	n/t (1,5)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)
Modus der Niveaueausprägung	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	k.Z./k.A. (0)	k.Z./k.A. (0)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)	naiv (1)
<b>keine Zuordnung oder keine Angabe</b>	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
<b>Summe</b>	213 (100,0%)	279 (100,0%)	70 (100,0%)	99 (100,0%)	69 (100,0%)	97 (100,0%)	136 (100,0%)	188 (100,0%)	19 (100,0%)	32 (100,0%)	143 (100,0%)	189 (100,0%)	34 (100,0%)	47 (100,0%)
Anzahl Fragen	6	6	2	2	2	2	4	4	1	1	4	4	1	1
Anzahl Fragebögen	38	51	38	51	38	51	38	51	38	51	38	51	38	51



Tabelle 34: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 (Pretest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension						
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung	Empirik	Kreativität	Subjektivität	Sozial und Kulturell	Vorläufigkeit	Gesetz und Theorie
Kolmogorov-Smirnov-Z	6,297	5,942	3,519	4,000	1,490	5,897	3,553
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,024	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	279,68	99,81	100,16	196,56	48,39	203,65	56,02
Kontrollgruppe	308,02	102,80	102,53	207,13	53,02	201,60	47,12
U =	43641,500	4867,500	4898,500	19038,500	1139,000	19886,000	1033,000
Z =	-0,801	0,583	-0,309	-0,965	-0,824	-0,202	-2,222
p =	0,423	0,560	0,757	0,335	0,410	0,840	<b>0,026</b>
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	0,22 schwacher Effekt

Tabelle 35: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
(Prettest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension						
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung	Empirik	Kreativität	Subjektivität	Sozial und Kulturell	Vorläufigkeit	Gesetz und Theorie
Kolmogorov-Smirnov-Z	6,813	6,260	3,726	4,413	2,397	5,947	4,321
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	274,11	93,04	88,33	172,58	24,07	194,66	43,89
Kontrollgruppe	274,81	91,12	89,50	175,12	28,15	188,17	43,22
U =	36899,500	4071,000	3787,000	14623,500	274,500	17237,500	886,000
Z =	-0,059	-0,592	-0,171	-0,262	-1,225	-0,680	-0,336
p =	0,953	0,554	0,864	0,794	0,220	0,497	0,737
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 36: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	<b>Kerndimension</b>						
<b>Mann-Whitney-U-Test</b>	<b>Beobachtung und Deutung</b>	<b>Empirik</b>	<b>Kreativität</b>	<b>Subjektivität</b>	<b>Sozial und Kulturell</b>	<b>Vorläufigkeit</b>	<b>Gesetz und Theorie</b>
<b>Kolmogorov-Smirnov-Z</b>	6,712	5,949	3,468	3,958	1,738	6,173	3,809
<b>p =</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,005	0,001	0,001
<b>M<sub>Rang</sub> / M<sub>dn</sub></b>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	270,81	88,66	85,33	172,72	41,33	172,58	43,14
Kontrollgruppe	265,04	90,13	92,61	182,81	47,74	182,91	46,38
<b>U =</b>	34130,000	3812,000	3559,000	14625,500	829,500	14603,500	898,500
<b>Z =</b>	-0,490	-0,391	-1,048	-0,984	-1,227	-1,145	-0,953
<b>p =</b>	0,624	0,696	0,295	0,325	0,220	0,252	0,341
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 37: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension						
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung	Empirik	Kreativität	Subjektivität	Sozial und Kulturell	Vorläufigkeit	Gesetz und Theorie
Kolmogorov-Smirnov-Z	7,172	6,038	3,797	4,347	1,726	6,301	4,064
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,005	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	246,36	86,83	81,33	159,10	25,16	158,65	39,69
Kontrollgruppe	246,60	83,71	85,05	164,96	26,50	172,44	41,95
U =	29684,500	3337,000	3196,500	12321,500	288,000	12391,000	754,500
Z =	-0,022	-1,275	-0,570	-0,614	-0,343	-1,681	-1,022
p =	0,982	0,202	0,569	0,539	0,731	0,093	0,307
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 38: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	1964,50	5158,50	30,00	130,00	240,50	425,00	1431,00	3266,00	139,50	195,00	477,50	1298,50	24,00	38,50
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	2406,50	4711,50	48,00	60,00	165,50	316,00	915,00	2090,00	50,50	81,00	797,50	1704,50	4,00	16,50
W (kleinere Rangsumme) =	1964,50	4711,50	30,00	60,00	165,50	316,00	915,00	2090,00	50,50	81,00	477,50	1298,50	4,00	16,50
z =	-0,901	-0,505	-0,775	-1,606	-0,926	-0,869	-1,663	-2,074	-1,839	-1,780	-1,691	-1,147	-1,890	-1,265
p =	0,368	0,614	0,439	0,108	0,354	0,385	0,096	<b>0,038</b>	0,066	0,075	0,091	0,251	0,059	0,206
n =	93	120	12	19	28	28	68	103	19	23	50	77	7	10
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	0,15 schwacher Effekt	---	---	---	---	---	---

Tabelle 39: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
<b>Summe positiver Ränge (Pretest &lt; Posttest)</b>	1030,00	2120,00	9,00	2,50	120,00	137,50	575,50	1211,00	3,00	26,00	210,00	756,00	1,00	7,50
<b>Summe negativer Ränge (Pretest &gt; Posttest)</b>	1050,00	2536,00	6,00	7,50	90,00	162,50	370,50	869,00	0,00	10,00	420,00	897,00	0,00	2,50
<b>W (kleinere Rangsumme) =</b>	1030,00	2120,00	6,00	2,50	90,00	137,50	370,50	869,00	0,00	10,00	210,00	756,00	0,00	2,50
<b>z =</b>	-0,074	-0,855	-0,447	-1,000	-0,626	-0,408	-1,356	-1,288	-1,414	-1,155	-1,947	-0,634	-1,000	-1,000
<b>p =</b>	0,941	0,393	0,655	0,317	0,532	0,683	0,175	0,198	0,500	0,336	0,052	0,526	1,000	0,625
<b>n =</b>	64	96	6	4	20	24	43	64	2	8	35	57	1	4
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 40: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 unter Berücksichtigung der Äußerung zu Biologie als Lieblingsunterrichtsfach  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach (Bio_Liebling)	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
<b>Kolmogorov-Smirnov-Z</b>	4,037	5,258	3,406	4,815	2,112	2,646	2,592	2,818	0,986	1,387	3,888	4,760	2,000	3,142
<b>p =</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,285	0,043	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>M<sub>Rang</sub> / M<sub>dn</sub></b>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	5163,00	27914,00	579,50	3062,00	596,50	2871,00	2363,00	11476,00	0,00	757,00	2286,50	11751,00	132,00	761,50
Kontrollgruppe	9033,00	34921,00	1016,50	3959,00	999,50	4150,00	3965,00	16490,00	1,00	1013,00	4041,50	16215,00	274,00	1008,50
<b>U =</b>	3174,000	15220,000	350,500	1684,000	333,500	1493,000	1337,000	6016,000	58,500	406,000	1413,500	6291,000	77,000	410,500
<b>Z =</b>	-0,368	-0,265	-0,416	-0,344	-0,502	-1,359	-0,676	-1,751	-1,638	-0,369	-0,210	-1,314	-1,025	-0,452
<b>p =</b>	0,713	0,791	0,677	0,731	0,616	0,174	0,499	0,080	0,113	0,712	0,834	0,189	0,616	0,651
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 41: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 unter Berücksichtigung der Äußerung zu Biologie als Lieblingsunterrichtsfach  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach (Bio_Liebling)	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
<b>Kolmogorov-Smirnov-Z</b>	4,326	5,658	3,325	4,910	2,104	3,072	2,740	3,244	0,837	1,409	3,826	4,864	2,140	3,368
<b>p =</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,485	0,038	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>M<sub>Rang</sub> / M<sub>dn</sub></b>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	4459,50	23681,00	540,00	2760,00	518,00	2476,00	1943,00	9412,00	1,00	386,00	2009,50	10233,00	112,50	613,00
Kontrollgruppe	786,50	29620,00	945,00	3568,00	860,00	3629,00	3208,00	13808,00	1,00	280,00	3555,50	14298,00	238,50	818,00
<b>U =</b>	2806,500	12950,000	315,000	1488,000	299,000	1395,000	1063,000	5134,000	13,000	155,000	1229,500	5382,000	67,500	337,000
<b>Z =</b>	-0,070	-0,264	-1,357	-0,789	-0,314	-0,542	-0,845	-1,280	-0,610	-0,088	-0,540	-1,711	-1,050	-0,359
<b>p =</b>	0,944	0,792	0,175	0,430	0,754	0,588	0,398	0,200	0,703	0,930	0,589	0,087	0,529	0,720
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Tabelle 42: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler für die Biologie ein Lieblingsunterrichtsfach ist  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	125,00	474,50	2,00	31,50	30,00	54,00	136,00	308,50	7,50	21,50	24,00	125,00	4,00	9,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	128,00	606,50	4,00	4,50	15,00	24,00	74,00	219,50	7,50	14,50	54,00	200,00	2,00	6,00
W (kleinere Rangsumme) =	125,00	474,50	2,00	4,50	15,00	24,00	74,00	219,50	7,50	14,50	24,00	125,00	2,00	6,00
z =	-0,052	-0,798	-0,577	-2,121	-1,000	-1,291	-1,221	-0,908	0,000	-0,499	-1,291	-1,134	-0,577	-0,447
p =	0,959	0,425	1,000	<b>0,034</b>	0,508	0,197	0,222	0,364	1,000	0,703	0,197	0,257	1,000	1,000
n =	60	108	20	36	20	36	40	72	10	18	40	72	10	18
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	0,35 mittlerer Effekt	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 43: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler für die Biologie ein Lieblingsunterrichtsfach ist  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	53,50	240,50	1,50	0,00	22,50	9,00	66,00	85,00	Keine Berechnung möglich	1,50	10,00	63,00	0,00	1,50
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	82,50	320,50	1,50	0,00	13,50	6,00	39,00	68,00		1,50	35,00	108,00	0,00	1,50
W (kleinere Rangsumme) =	53,50	240,50	1,50	0,00	13,50	6,00	39,00	68,00		1,50	10,00	63,00	0,00	1,50
z =	-0,814	-0,798	0,000	0,000	-0,707	-0,447	-0,915	-0,447		0,000	-1,667	-1,091	0,000	0,000
p =	0,415	0,425	1,000	1,000	0,727	1,000	0,360	0,655		1,000	0,096	0,275	1,000	1,000
n =	53	92	19	28	18	28	32	55		7	37	63	7	15
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 44: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler für die Biologie kein Lieblingsunterrichtsfach ist  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	1208,50	2209,50	16,00	36,00	94,00	182,00	585,50	1585,50	64,00	92,50	244,00	626,00	10,00	12,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	871,50	2255,50	20,00	30,00	59,00	169,00	404,50	219,50	14,00	27,50	351,00	752,00	0,00	3,00
W (kleinere Rangsumme) =	871,50	2209,50	16,00	30,00	59,00	169,00	404,50	219,50	14,00	27,50	244,00	626,00	0,00	3,00
z =	-1,200	-0,093	-0,302	-0,302	-0,876	-0,181	-1,111	-1,871	-1,993	-1,900	-0,992	-0,633	-2,000	-1,342
p =	0,230	0,926	0,763	0,763	0,381	0,857	0,266	0,061	0,055	0,0570	0,321	0,526	0,125	0,180
n =	156	198	52	66	52	66	104	132	26	33	104	132	26	33
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 45: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler für die Biologie kein Lieblingsunterrichtsfach ist  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
<b>Summe positiver Ränge (Pretest &lt; Posttest)</b>	527,00	946,50	4,00	2,50	35,00	80,00	193,00	667,50	3,00	17,00	125,00	390,00	1,00	3,00
<b>Summe negativer Ränge (Pretest &gt; Posttest)</b>	463,00	1069,50	2,00	7,50	20,00	110,00	132,00	460,50	0,00	4,00	200,00	390,00	0,00	0,00
<b>W (kleinere Rangsumme) =</b>	463,00	946,50	2,00	2,50	20,00	80,00	132,00	460,50	0,00	4,00	125,00	390,00	0,00	0,00
<b>z =</b>	-0,416	-0,474	-0,577	-1,000	-0,832	-0,688	-0,908	-1,234	-1,414	-1,394	-1,134	0,000	-1,000	-1,414
<b>p =</b>	0,677	0,636	0,564	0,317	0,405	0,491	0,3640	0,217	0,500	0,219	0,257	1,000	1,000	0,500
<b>n =</b>	133	163	46	59	41	59	80	107	8	15	93	118	20	28
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 46: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 unter Berücksichtigung der Äußerung zum Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik (CMP_Interesse)	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Kolmogorov-Smirnov-Z	1,650	Keine Berechnung möglich	4,223	4,139	2,608	2,247	3,138	2,509	1,101	1,380	4,459	4,369	2,752	2,537
p =	0,009		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,177	0,044	0,001	0,001	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	15697,50	1,00	1798,50	1551,00	1763,50	1450,50	6984,00	6092,00	0,00	410,00	6641,50	6447,00	420,00	391,50
Kontrollgruppe	19282,50	1,00	2117,50	2365,00	2152,50	2465,50	8592,00	9484,00	1,00	580,00	8934,50	9129,00	570,00	598,50
U =	8437,500	7697,000	941,500	885,000	943,500	784,500	3744,000	3464,000	169,000	229,000	3401,500	3669,000	210,000	220,500
Z =	-0,384	-1,345	-0,295	-0,991	-0,154	-1,468	-0,307	-0,909	-1,770	-0,127	-1,681	-0,299	-1,285	-0,481
p =	0,701	0,179	0,768	0,322	0,878	0,142	0,759	0,363	0,077	0,899	0,093	0,790	0,199	0,630
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 47: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 unter Berücksichtigung der Äußerung zum Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Interesse an Chemie, Mathematik oder Physik (CMP_Interesse)	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Kolmogorov-Smirnov-Z	5,431	4,637	4,161	4,340	2,539	2,771	3,259	2,931	0,850	1,633	4,733	4,263	2,702	2,950
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,465	0,010	0,001	0,001	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	13277,50	12819,00	1604,50	1411,50	1605,00	1183,50	5756,50	5007,50	1,00	140,00	5868,50	5458,50	400,00	277,50
Kontrollgruppe	16368,50	16827,00	1881,50	1258,50	1965,00	2056,50	7123,50	7872,50	2,00	185,00	7992,50	7744,50	546,00	425,50
U =	7172,500	6957,000	800,500	832,500	825,000	718,500	3055,500	2991,500	53,000	65,000	3093,500	3043,500	190,000	149,500
Z =	-0,323	-0,549	-1,247	-0,312	-0,533	-0,377	-0,455	-0,248	-1,159	-0,632	-1,393	-0,699	-1,935	-1,282
p =	0,746	0,583	0,212	0,755	0,594	0,706	0,649	0,804	0,237	0,650	0,164	0,485	0,053	0,200
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 48: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die ein Interesse an Chemie, Mathematik und Physik haben  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	436,00	785,50	10,50	14,00	81,00	64,00	329,00	501,50	38,00	43,50	37,50	210,00	1,00	27,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	839,00	1044,50	17,50	7,00	90,00	56,00	412,00	488,50	28,00	34,50	340,50	255,00	0,00	9,00
W (kleinere Rangsumme) =	436,00	785,50	10,50	7,00	81,00	56,00	329,00	488,50	28,00	34,50	37,50	210,00	0,00	9,00
z =	-2,092	-1,045	-0,632	-0,816	-0,218	-0,246	-0,646	-0,082	-0,465	-0,361	-3,986	-0,522	-1,000	-1,414
p =	<b>0,036</b>	0,296	0,527	0,414	0,827	0,806	0,518	0,935	0,745	0,755	<b>0,001</b>	0,602	1,000	0,289
n =	120	144	40	48	40	48	80	96	20	24	80	96	20	24
r = (Cohen, 2009)	0,19 schwacher Effekt	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,45 mittlerer Effekt	---	---	---

Tabelle 49: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die ein Interesse an Chemie, Mathematik und Physik haben  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	310,50	484,50	4,00	0,00	56,00	18,00	225,00	385,50	3,00	6,50	21,00	137,50	0,00	7,50
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	469,50	550,50	2,00	0,00	64,00	18,00	210,00	280,50	0,00	8,50	189,00	187,50	0,00	2,50
W (kleinere Rangsumme) =	310,50	484,50	2,00	0,00	56,00	18,00	210,00	280,50	0,00	6,50	21,00	137,50	0,00	2,50
z =	-1,221	-0,419	-0,577	0,000	-0,258	0,000	-0,180	-,730	-1,414	-0,276	-3,578	-0,756	0,000	-1,000
p =	0,222	0,675	0,564	1,000	0,796	1,000	0,857	0,465	0,500	1,000	<b>0,001</b>	0,450	1,000	0,625
n =	108	126	36	42	37	41	70	78	5	12	73	89	19	20
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,42 mittlerer Effekt	---	---	---



Tabelle 50: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die kein Interesse an Chemie, Mathematik und Physik haben  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung „eine Zuordnung bzw. keine Angabe“)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	728,00	1527,00	6,00	63,00	42,00	166,00	366,00	1165,50	32,00	59,00	191,00	443,00	17,50	1,50
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	218,00	1476,00	9,00	28,00	13,00	110,00	99,00	545,50	4,00	7,00	85,00	638,00	3,50	1,50
W (kleinere Rangsumme) =	218,00	1476,00	6,00	28,00	13,00	110,00	99,00	545,50	4,00	7,00	85,00	443,00	3,50	1,50
z =	-3,236	-0,139	-0,447	-1,387	-1,539	-0,939	-2,846	-2,553	-1,982	-2,377	-1,753	-1,170	-1,633	0,000
p =	<b>0,001</b>	0,889	0,655	0,166	0,124	0,348	<b>0,004</b>	<b>0,011</b>	0,055	<b>0,021</b>	0,080	0,242	0,219	1,000
n =	108	156	36	52	36	52	72	104	18	26	72	104	18	26
r = (Cohen, 2009)	0,31 mittlerer Effekt	---	---	---	---	---	0,34 mittlerer Effekt	0,25 schwacher Effekt	---	0,47 mittlerer Effekt	---	---	---	---

Tabelle 51: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die kein Interesse an Chemie, Mathematik und Physik haben  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	209,00	507,00	1,50	2,50	12,50	59,50	81,00	385,50	0,00	6,00	75,00	232,50	1,00	0,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	116,00	669,00	1,50	7,50	2,50	76,50	24,00	280,50	0,00	0,00	45,00	263,50	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	116,00	507,00	1,50	2,50	2,50	59,50	24,00	280,50	0,00	0,00	45,00	232,50	0,00	0,00
z =	-1,366	-0,929	-0,000	-1,000	-1,414	-0,500	-1,897	-0,923	0,000	-1,732	-0,943	-0,343	-1,000	0,000
p =	0,172	0,353	1,000	0,317	0,312	0,617	0,058	0,356	1,000	0,250	0,346	0,732	1,000	1,000
n =	87	123	32	43	26	44	50	80	4	9	62	88	10	22
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 52: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 unter Berücksichtigung des Interesses am naturwissenschaftlichen Fachunterricht  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension																				
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung			Empirik			Kreativität			Subjektivität			Sozial und Kulturell			Vorläufigkeit			Gesetz und Theorie		
Interesse am naturwissenschaftlichen Fachunterricht	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP
<b>Kolmogorov-Smirnov-Z</b>	3,546	4,034	3,644	2,898	3,364	3,747	1,760	2,105	1,894	2,318	2,159	2,232	0,732	0,976	1,216	3,147	3,769	3,780	1,757	2,171	2,298
<b>p =</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,658	0,297	0,104	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001
<b>MRang / Mdn</b>	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	Mdn	Mdn	Mdn	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang
Interventionsgruppe	2131,50	8841,50	9524,00	265,50	962,50	1000,50	282,00	940,50	918,00	1070,00	3660,50	3864,00	0,00	0,00	1,00	962,50	3740,50	4070,00	60,00	226,00	256,50
Kontrollgruppe	5128,50	7448,50	13912,00	554,50	867,50	1627,50	538,00	889,50	710,00	2170,00	3599,50	6576,00	1,00	1,00	1,00	2277,50	3591,50	6370,00	150,00	239,00	409,50
<b>U =</b>	1465,500	3878,500	5134,000	148,500	434,500	594,500	132,000	412,500	512,000	574,000	1580,500	2268,000	24,000	92,000	143,5000	662,500	1660,500	2454,000	39,000	90,000	151,500
<b>Z =</b>	-0,320	-0,512	-1,026	-1,524	-0,359	-0,564	-1,151	-0,599	-1,358	-1,109	-1,198	-0,866	-1,583	-0,890	-0,361	-0,132	-0,883	-0,048	-0,398	-1,757	-0,118
<b>p =</b>	0,749	0,609	0,305	0,128	0,720	0,573	0,250	0,549	0,174	0,268	0,231	0,38	0,145	0,373	0,718	0,895	0,377	0,962	0,877	0,079	0,906
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 53: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 unter Berücksichtigung des Interesses am naturwissenschaftlichen Fachunterricht  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension																				
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung			Empirik			Kreativität			Subjektivität			Sozial und Kulturell			Vorläufigkeit			Gesetz und Theorie		
Interesse am naturwissenschaftlichen Fachunterricht	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an CMP	Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an CMP	Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und kein Interesse an CMP
<b>Kolmogorov-Smirnov-Z</b>	3,792	4,246	4,114	2,642	3,481	3,870	1,653	2,153	2,431	2,223	2,585	2,515	0,711	1,134	1,419	3,067	3,943	3,691	1,716	2,307	2,639
<b>p =</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,008	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,693	0,153	0,036	0,001	0,001	0,001	0,006	0,001	0,001
<b>MRang / Mdn</b>	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	Mdn	Mdn	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang	MRang
<b>Interventionsgruppe</b>	1882,50	7281,50	8202,50	265,50	962,50	1000,50	258,00	815,50	762,50	905,00	2882,50	3225,00	1,00	1,00	106,00	890,50	3184,50	3519,00	54,00	210,00	180,00
<b>Kontrollgruppe</b>	4558,50	6084,50	11897,50	554,50	867,50	1627,50	483,00	780,50	1448,50	1796,00	2895,50	5553,00	1,00	1,00	147,00	2112,50	3031,50	5526,00	136,00	225,00	285,00
<b>U =</b>	1252,500	3158,500	4757,500	148,5000	434,5000	594,5000	132,000	350,500	486,500	521,000	1342,500	1950,000	4,000	28,5000	56,000	590,500	1414,500	2034,000	33,000	90,000	95,000
<b>Z =</b>	-0,880	-0,609	-0,179	-1,524	-0,359	-,564	-0,829	-0,765	-0,127	-0,709	-0,607	-0,518	-1,303	-0,350	-0,189	-0,694	-0,986	-0,698	-0,989	-1,491	-1,314
<b>p =</b>	0,379	0,543	0,858	0,128	0,720	0,573	0,407	0,444	0,899	0,478	0,544	0,604	0,436	0,731	0,914	0,488	0,324	0,485	0,544	0,224	0,189
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 54: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 für Schülerinnen und Schüler die Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben  
 (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
<b>Summe positiver Ränge (Pretest &lt; Posttest)</b>	18,00	331,50	1,00	7,50	14,00	24,00	42,00	191,00	2,00	11,50	4,00	85,50	1,00	5,00
<b>Summe negativer Ränge (Pretest &gt; Posttest)</b>	60,00	334,50	0,00	2,50	7,00	12,00	36,00	134,00	4,00	9,50	24,00	104,50	0,00	5,00
<b>W (kleinere Rangsumme) =</b>	18,00	331,50	0,00	2,50	7,00	12,00	36,00	134,00	2,00	9,50	4,00	85,50	0,00	5,00
<b>z =</b>	-1,807	-0,026	-1,000	-1,000	-0,816	-0,905	-0,258	-0,827	-0,577	-0,213	-1,890	-0,426	-1,000	0,000
<b>p =</b>	0,071	0,979	1,000	1,000	0,68	0,563	1,000	0,408	1,000	0,906	0,125	0,670	1,000	1,000
<b>n =</b>	36	84	12	12	12	28	24	56	6	14	24	56	6	14
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 55: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 für Schülerinnen und Schüler die Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach und Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben  
 (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
<b>Summe positiver Ränge (Pretest &lt; Posttest)</b>	16,50	195,50	1,00	0,00	14,00	4,00	38,50	58,50	0,00	1,50	4,00	525,50	0,00	1,50
<b>Summe negativer Ränge (Pretest &gt; Posttest)</b>	49,50	182,50	0,00	0,00	7,00	2,00	27,50	32,50	0,00	1,50	24,00	67,50	0,00	1,50
<b>W (kleinere Rangsumme) =</b>	16,50	182,50	0,00	0,00	7,00	2,00	27,50	32,50	0,00	1,50	4,00	52,50	0,00	1,50
<b>z =</b>	-1,604	-0,173	-1,000	0,000	-0,816	-0,577	-0,535	-1,000	-1,414	0,000	-1,890	-0,471	0,000	0,000
<b>p =</b>	0,109	0,862	1,000	1,000	0,688	1,000	0,795	0,317	0,500	1,000	0,125	0,637	1,000	1,000
<b>n =</b>	35	73	12	24	12	23	23	43	4	7	24	51	5	12
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 56: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	390,50	176,00	7,00	17,50	45,50	33,00	225,00	156,00	24,50	23,00	36,00	54,00	1,50	15,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	470,50	419,00	21,00	3,50	45,50	33,00	240,00	195,00	11,50	13,00	195,00	99,00	1,50	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	390,50	176,00	7,00	3,50	45,50	33,00	225,00	156,00	11,50	13,00	36,00	54,00	1,50	0,00
z =	-0,549	-2,296	-1,265	-1,633	0,000	0,000	-0,162	-0,541	-0,933	-0,722	-2,954	-1,213	0,000	-2,236
p =	0,583	<b>0,022</b>	0,206	0,219	1,000	1,000	0,872	0,588	0,469	0,617	<b>0,003</b>	0,225	1,000	0,063
n =	96	84	32	28	32	28	64	56	16	14	64	56	16	14
r = (Cohen, 2009)	---	0,25 schwacher Effekt	---	---	---	---	---	---	---	---	0,37 mittlerer Effekt	---	---	---

Tabelle 57: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 für Schülerinnen und Schüler die Biologie als ein Lieblingsunterrichtsfach oder Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben  
 (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	211,00	87,50	2,00	0,00	20,00	12,00	76,50	76,00	Keine Berechnung möglich	2,00	15,00	28,00	0,00	3,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	224,00	212,50	4,00	0,00	25,00	16,00	76,50	95,00		4,00	90,00	63,00	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	211,00	87,50	2,00	0,00	20,00	12,00	76,50	76,00		2,00	15,00	28,00	0,00	0,00
z =	-0,156	-2,041	-0,577	0,000	-0,333	-0,378	0,000	-0,471		-0,577	-2,673	-1,387	0,000	-1,414
p =	0,876	<b>0,041</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,637		1,000	<b>0,008</b>	0,166	1,000	0,500
n =	82	72	28	22	27	23	48	47		4	57	50	14	11
r = (Cohen, 2009)	---	0,24 schwacher Effekt	---	---	---	---	---	---	---	0,35 mittlerer Effekt	---	---	---	



Tabelle 58: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und auch kein Interesse  
an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	441,00	1243,00	4,00	25,00	22,00	109,00	202,50	919,50	19,50	40,00	128,50	362,00	10,00	0,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	120,00	1035,00	2,00	20,00	6,00	81,00	50,50	406,50	1,50	5,00	42,50	458,00	0,00	1,00
W (kleinere Rangsumme) =	120,00	1035,00	2,00	20,00	6,00	81,00	50,50	406,50	1,50	5,00	42,50	362,00	0,00	0,00
z =	-3,033	-0,694	-0,577	-0,333	-1,387	-0,617	-2,570	-2,539	-1,903	-2,130	-2,045	-0,705	-2,000	-1,000
p =	<b>0,002</b>	0,488	1,000	0,739	0,219	0,537	<b>0,010</b>	<b>0,011</b>	0,094	<b>0,043</b>	<b>0,041</b>	0,481	0,125	1,000
n =	84	132	28	44	28	44	56	88	14	22	56	88	14	22
r = (Cohen, 2009)	0,33 mittlerer Effekt	---	---	---	---	---	0,34 mittlerer Effekt	0,11 schwacher Effekt	---	0,45 mittlerer Effekt	0,27 schwacher Effekt	---	---	---

Tabelle 59: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die Biologie nicht als ein Lieblingsunterrichtsfach und auch kein Interesse an Chemie, Mathematik und Physik als weiteres naturwissenschaftliches Unterrichtsfach haben

(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	133,50	441,00	1,00	2,50	6,00	45,00	51,00	326,00	3,00	6,00	58,50	210,00	1,00	0,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	76,50	462,00	0,00	7,50	0,00	60,00	15,00	202,00	0,00	0,00	32,50	196,00	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	76,50	441,00	0,00	2,50	0,00	45,00	15,00	202,00	0,00	0,00	32,50	196,00	0,00	0,00
z =	-1,167	-0,146	-1,000	-1,000	-1,633	-0,535	-1,706	-1,293	0,000	-1,732	-1,000	-0,180	-1,000	0,000
p =	0,243	0,884	1,000	0,317	0,250	0,593	0,088	0,196	1,000	0,250	0,317	0,857	1,000	1,000
n =	69	104	25	39	25	39	41	68	4	9	49	76	8	19
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 60: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 unter Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Prägung des Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

Mann-Whitney-U-Test	Kerndimension																				
	Beobachtung und Deutung			Empirik			Kreativität			Subjektivität			Sozial und Kulturell			Vorläufigkeit			Gesetz und Theorie		
	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht
Kolmogorov-Smirnov-Z	3,147	2,211	4,764	2,415	2,753	4,063	1,380	1,590	2,583	1,830	1,729	2,984	1,220	0,967	1,069	2,806	3,168	3,898	1,464	1,741	2,628
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,044	0,013	0,001	0,002	0,005	0,001	0,102	0,307	0,203	0,001	0,001	0,001	0,028	0,005	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	1047,00	3729,50	13689,00	125,00	380,50	1546,50	118,00	360,50	1535,00	459,00	1497,50	6056,00	0,00	1,00	1,00	477,00	1657,00	5705,00	32,50	96,00	370,00
Kontrollgruppe	1581,00	2825,50	18189,00	175,00	360,50	2023,50	182,00	380,50	2035,00	717,00	1428,50	8140,00	1,00	1,00	1,00	699,00	1268,50	8491,00	45,50	94,00	533,00
U =	582,000	1340,500	7749,000	70,000	170,500	847,500	63,000	150,500	859,000	249,000	677,500	3428,000	5,000	40,500	192,000	267,000	602,500	3077,000	17,500	41,000	199,000
Z =	-0,691	-1,759	-0,054	0,000	-0,594	-0,278	-0,468	-1,004	-0,051	-0,726	-0,479	-0,097	-2,284	-0,390	-0,642	-0,420	-1,425	-1,458	0,000	-0,516	-0,711
p =	0,489	0,079	0,957	1,000	0,553	0,781	0,715	0,316	0,960	0,468	0,632	0,923	0,054	0,728	0,521	0,674	0,154	0,145	1,000	1,000	0,477
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 61: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 unter Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Prägung des Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

Mann-Whitney-U-Test	Kerndimension																				
	Beobachtung und Deutung			Empirik			Kreativität			Subjektivität			Sozial und Kulturell			Vorläufigkeit			Gesetz und Theorie		
	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht	ja	nein	weiß ich nicht
naturwissenschaftlich geprägter Berufswunsch (Bwunsch_S_NW)																					
Kolmogorov-Smirnov-Z	3,312	2,885	4,878	2,415	2,880	3,985	1,280	1,971	2,640	1,600	2,062	3,237	Keine Berechnung möglich	0,991	1,277	2,762	2,796	4,096	1,376	2,000	2,719
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,075	0,001	0,001	0,012	0,001	0,001		0,280	0,077	0,001	0,001	0,001	0,045	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>		M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	987,00	2967,50	11718,00	120,00	125,00	360,50	1,00	303,50	1359,00	399,00	1198,50	5093,50		1,00	1,50	457,00	1227,50	5007,50	27,50	68,00	334,50
Kontrollgruppe	1498,00	2183,50	15543,00	315,00	175,00	342,50	1,00	326,50	1801,00	636,00	1147,50	6841,50		1,50	1,50	671,00	917,50	7553,50	38,50	68,00	485,50
U =	522,000	1193,500	6498,000	70,000	170,500	706,500	53,000	150,500	764,000	189,000	552,500	2836,500		12,5000	76,000	247,000	486,500	2729,500	12,500	32,000	181,500
Z =	-1,199	-0,484	-0,318	0,000	-0,039	-1,374	-0,869	-0,101	-0,011	-1,605	-0,350	-0,227		-0,512	-0,659	-0,802	-0,462	-1,411	-0,913	0,000	-0,737
p =	0,231	0,628	0,750	1,000	0,969	0,169	0,487	0,919	0,991	0,108	0,726	0,821		0,827	0,574	0,422	0,644	0,158	1,000	1,000	0,461
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	

Tabelle 62: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie einen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	5,50	72,50	0,00	10,00	0,00	5,0	4,00	44,50	0,00	3,50	0,00	9,00	0,00	1,50
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	49,50	80,50	0,00	0,00	10,00	5,00	24,00	33,50	10,00	2,50	21,00	27,00	0,00	1,50
W (kleinere Rangsumme) =	5,50	72,50	0,00	0,00	0,00	5,00	4,00	33,50	0,00	2,50	0,00	9,00	0,00	1,50
z =	-2,530	-0,206	0,000	-2,000	-2,000	0,000	-1,890	-0,462	-2,000	0,272	-2,449	-1,414	0,000	0,000
p =	<b>0,011</b>	0,837	1,000	0,125	0,125	1,000	0,125	0,796	0,125	1,000	<b>0,031</b>	0,289	1,000	1,000
n =	30	42	10	14	10	14	20	28	5	7	20	28	5	7
r = (Cohen, 2009)	0,46 mittlerer Effekt	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,55 starker Effekt	---	---	---

Tabelle 63: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie einen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	5,50	45,50	0,00	0,00	0,00	2,00	4,00	17,50	Keine Berechnung möglich	1,50	0,00	8,00	0,00	0,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	49,50	45,50	0,00	0,00	10,000	4,00	24,00	10,50		1,50	21,00	20,00	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	5,50	45,50	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	10,50		1,50	0,00	8,00	0,00	0,00
z =	-2,530	0,000	0,000	0,000	-2,000	-0,577	-1,890	-0,632		0,000	-2,449	-1,134	0,000	0,00
p =	<b>0,011</b>	1,000	1,000	1,000	0,125	1,000	0,125	0,766		1,000	<b>0,031</b>	0,453	1,000	1,000
n =	30	38	10	10	10	12	20	22		4	20	27	5	5
r = (Cohen, 2009)	0,46 mittlerer Effekt	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,55 starker Effekt	---	---	---

Tabelle 64: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie keinen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	239,50	270,50	2,50	7,50	24,50	20,00	151,50	202,50	13,50	13,00	59,50	76,00	4,00	0,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	111,50	225,50	7,50	2,50	20,50	8,00	79,50	73,50	1,50	2,00	60,50	114,00	2,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	111,50	225,50	2,50	2,50	20,50	8,00	79,50	73,50	1,50	2,00	59,50	76,00	2,00	0,00
z =	-1,699	-0,480	-1,000	-1,000	-0,250	-1,134	-1,289	-2,133	-1,656	-1,518	-0,030	-0,853	-0,577	0,000
p =	0,089	0631	0,625	0,000	0,973	0,453	0,197	<b>0,033</b>	0,188	0,250	0,976	0,394	1,000	1,000
n =	60	54	20	18	20	18	40	36	10	9	40	36	10	9
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	0,36 mittlerer Effekt	---	---	---	---	---	---

Tabelle 65: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie keinen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	97,00	60,00	2,00	1,50	17,50	14,00	53,00	80,00	1,00	Keine Berechnung möglich	30,00	30,0	0,00	0,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	56,00	45,00	4,00	1,50	10,50	7,00	25,00	40,00	0,00		25,00	15,00	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	56,00	45,00	2,00	1,50	10,50	7,00	25,00	40,00	0,00		25,00	15,00	0,00	0,00
z =	-1,057	-0,535	-0,577	0,000	-0,632	-0,816	-1,155	-1,921	-1,000		-0,277	-1,000	0,000	0,000
p =	0,290	0,593	1,000	1,000	0,766	0,688	0,255	0,302	1,000		0,782	0,508	1,000	1,000
n =	50	36	19	16	16	17	28	28	3		35	25	6	8
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	



Tabelle 66: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, nicht zu wissen, ob sie einen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	587,00	905,00	9,00	10,50	78,50	81,00	373,50	591,00	28,00	43,00	110,50	273,50	6,00	17,50
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	403,00	986,00	12,00	10,50	26,50	72,00	221,50	399,00	0,00	12,00	165,50	356,50	0,00	3,50
W (kleinere Rangsumme) =	403,00	905,00	9,00	10,50	26,50	72,00	221,50	399,00	0,00	12,00	110,50	273,50	0,00	3,50
z =	-1,146	-0,314	-0,333	0,000	-1,761	-0,232	-1,396	-1,189	-2,414	-1,612	-0,923	-0,745	1,732	-1,633
p =	0,252	0,753	0,739	1,000	0,078	0,817	0,163	0,234	<b>0,016</b>	0,141	0,356	0,457	0,250	0,219
n =	108	144	36	48	36	48	72	96	18	24	72	96	18	24
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	0,57 starker Effekt	---	---	---	---	---

Tabelle 67: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler dieangaben, nicht zu wissen, ob sie einen naturwissenschaftlich geprägten Beruf (Ausbildung oder Studium) erlernen wollen  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	238,50	496,00	3,00	0,00	35,00	15,00	169,00	188,00	1,00	9,00	32,00	188,50	1,00	,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	196,50	632,00	0,00	1,00	10,00	30,00	84,00	163,00	0,00	1,00	88,00	246,50	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	196,50	496,00	0,00	0,00	10,00	15,00	84,00	163,00	0,00	1,00	32,00	188,50	0,00	0,00
z =	-0,493	-0,804	-1,414	-1,000	-1,667	-1,000	-1,519	-0,352	-1,000	-1,512	-1,807	-0,707	-1,000	-1,732
p =	0,622	0,421	0,157	0,317	0,096	0,317	0,129	0,725	1,000	0,250	0,071	0,480	1,000	0,250
n =	90	125	32	43	30	40	58	77	5	12	62	88	15	21
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 68: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+ für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“ sowie „Subjektivität“ unter Berücksichtigung der ausgeübten Tätigkeit der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension															
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung				Empirik				Kreativität				Subjektivität			
naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern (BEItern_NW)	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar
<b>Kolmogorov-Smirnov-Z</b>	3,240	2,988	3,370	3,268	2,367	3,000	3,516	2,510	1,171	1,899	1,682	1,734	0,863	2,705	2,290	1,485
<b>p =</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,129	0,001	0,007	0,005	0,446	0,001	0,001	0,024
<b>M<sub>Rang</sub> / M<sub>dn</sub></b>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	1993,00	4274,00	7417,00	1627,00	240,50	450,00	760,00	198,00	1,00	417,50	692,50	199,00	2,00	1846,00	2898,00	704,50
Kontrollgruppe	2102,00	4504,00	9974,00	3029,00	224,50	540,00	1193,00	330,00	2,00	572,50	1260,50	329,00	2,00	2070,00	8452,00	1375,50
<b>U =</b>	817,000	1876,000	3419,000	961,000	104,500	240,000	452,000	120,000	91,500	207,500	392,500	119,000	351,500	894,000	1722,000	404,500
<b>Z =</b>	-1,732	-1,502	-2,209	-1,050	-0,599	0,000	-0,122	0,000	-0,927	-0,905	-1,012	-0,046	-1,511	-0,612	-0,560	-1,151
<b>p =</b>	0,083	0,133	<b>0,027</b>	0,294	0,549	1,000	0,903	1,000	0,354	0,366	0,311	0,963	0,131	0,541	0,576	0,250
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	0,16 schwacher Effekt	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 69: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“ sowie „Subjektivität“ unter Berücksichtigung der ausgeübten Tätigkeit der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension															
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung				Empirik				Kreativität				Subjektivität			
naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern (BEItern_NW)	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar
Kolmogorov-Smirnov-Z	3,475	4,075	3,045	1,749	2,512	3,056	3,527	2,422	1,171	1,963	2,092	1,972	1,087	2,524	2,415	2,214
p =	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,129	0,001	0,001	0,001	0,188	0,001	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	1761,00	3738,00	6272,50	1390,00	224,50	410,50	667,00	186,00	1,00	378,00	558,50	154,00	2,00	1608,50	2304,00	496,00
Kontrollgruppe	1894,00	3888,00	8262,50	2615,00	210,50	492,50	1044,00	310,00	2,00	525,00	1037,00	252,00	2,00	1794,50	3912,00	989,00
U =	771,000	1808,000	894,000	57,000	104,500	216,500	378,000	100,000	91,500	188,000	348,500	81,000	351,500	828,500	1358,000	286,000
Z =	-1,324	-0,489	-0,776	-0,053	-0,050	-0,137	-1,279	-1,348	-0,927	-0,939	-0,226	-0,572	-1,133	-0,105	-0,693	-0,626
p =	0,186	0,625	0,438	0,958	1,000	0,891	0,201	0,178	0,354	0,348	0,822	0,497	0,257	0,916	0,488	0,531
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 70: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Kerndimensionen „Sozial und Kulturell“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ unter Berücksichtigung der ausgeübten Tätigkeit der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension											
Mann-Whitney-U-Test	Sozial und Kulturell				Vorläufigkeit				Gesetz und Theorie			
naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern (BEItern_NW)	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar
Kolmogorov-Smirnov-Z	0,863	1,362	1,427	0,968	0,949	0,292	0,642	0,678	0,276	0,195	0,285	0,452
p =	0,446	0,049	0,034	0,306	0,329	1,000	0,804	0,748	1,000	1,000	1,000	0,987
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>
Interventionsgruppe	1,00	77,50	211,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kontrollgruppe	2,00	175,50	284,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
U =	13,500	22,500	94,500	27,500	335,000	930,000	1545,500	369,000	28,000	55,000	97,000	23,000
Z =	-1,758	-2,660	-0,849	-0,309	-1,943	-0,322	-1,779	-1,918	0,000	-0,913	-1,002	-1,121
p =	0,083	<b>0,008</b>	0,396	0,764	0,052	0,747	0,075	0,055	1,000	1,000	0,316	0,518
r = (Cohen, 2009)	---	0,57 starker Effekt	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 71: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Kerndimensionen „Sozial und Kulturell“, „Vorläufigkeit“ sowie „Gesetz und Theorie“ unter Berücksichtigung der ausgeübten Tätigkeit der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension											
Mann-Whitney-U-Test	Sozial und Kulturell				Vorläufigkeit				Gesetz und Theorie			
naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern (BEItern_NW)	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar	beide Elternteile	mindestens ein Elternteil	beide Elternteile nicht	ein Elternteil nicht, anderes unklar
Kolmogorov-Smirnov-Z	0,771	1,167	0,535	0,483	1,955	3,352	4,104	2,558	0,309	0,195	0,295	0,000
p =	0,593	0,131	0,937	0,974	0,001	0,001	0,001	0,001	1,000	1,000	1,000	1,000
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	Mdn	Mdn	Mdn	Mdn	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	Mdn	Mdn	Mdn	Mdn
Interventionsgruppe	1,00	1,00	2,00	1,00	769,00	1591,50	2546,50	577,50	1,00	1,00	1,00	1,00
Kontrollgruppe	2,00	2,00	1,00	1,00	884,00	1978,50	3823,50	1252,50	1,00	1,00	1,00	1,00
U =	7,000	3,000	24,500	7,000	304,000	811,500	1545,500	346,500	20,000	55,000	75,000	18,000
Z =	-1,615	-2,266	-0,799	-1,528	-1,929	-0,799	-0,476	-1,295	-1,155	-0,913	-1,106	0,000
p =	0,177	<b>0,045</b>	0,544	0,300	0,054	0,425	0,634	0,195	0,429	1,000	0,516	1,000
r = (Cohen, 2009)	---	0,65 starker Effekt	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 72: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass beide Elternteile eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausüben (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	55,00	117,00	1,50	0,00	14,00	3,00	56,00	45,00	5,00	10,00	8,00	38,50	1,00	1,50
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	81,00	54,00	1,50	0,00	7,00	0,00	22,00	0,00	5,00	0,00	20,00	16,50	0,00	1,50
W (kleinere Rangsumme) =	55,00	54,00	1,50	0,00	7,00	0,00	22,00	0,00	5,00	0,00	8,00	16,50	0,00	1,50
z =	-0,708	-1,528	0,000	0,000	-0,816	-1,414	-1,428	-2,887	0,000	-2,000	-1,134	-1,265	-1,000	0,000
p =	0,479	0,127	1,000	1,000	0,688	0,500	0,153	<b>0,004</b>	1,000	0,125	0,257	0,344	1,000	1,000
n =	48	42	16	14	16	14	32	28	8	7	32	28	8	7
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	0,55 starker Effekt	---	---	---	---	---	---

Tabelle 73: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass beide Elternteile eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausüben  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	34,50	88,00	1,00	0,00	14,00	3,00	51,00	45,00	0,00	3,00	2,50	30,00	0,00	1,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	43,50	48,00	0,00	0,00	7,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	7,50	15,00	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	34,50	48,00	0,00	0,00	7,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00	2,50	15,00	0,00	0,00
z =	-0,367	-1,147	-1,000	0,000	-0,816	-1,414	-1,706	-2,887	0,000	-1,414	-1,000	-1,000	0,000	-1,000
p =	0,714	0,251	1,000	1,000	0,688	0,500	0,088	<b>0,004</b>	1,000	0,500	0,625	0,508	1,000	1,000
n =	43	39	15	14	16	14	30	28	3	4	29	26	7	6
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	0,55 starker Effekt	---	---	---	---	---	---



Tabelle 74: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass mindestens ein Elternteil eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausübt  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	168,00	217,00	3,00	6,00	21,50	15,00	112,50	127,50	0,00	8,50	20,00	45,00	6,00	1,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	63,00	413,00	3,00	9,00	14,50	40,00	40,50	197,50	3,00	1,50	25,00	145,00	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	63,00	217,00	3,00	6,00	14,50	15,00	40,50	127,50	0,00	1,50	20,00	45,00	0,00	0,00
z =	-1,949	-1,742	0,000	-0,447	-0,513	-1,387	-1,780	-1,005	-1,414	-1,300	-0,333	-2,202	-1,732	-1,000
p =	0,051	0,081	1,000	1,000	0,789	0,273	0,075	0,31	0,500	0,275	0,739	<b>0,028</b>	0,250	1,000
n =	60	72	20	24	20	24	40	48	10	12	40	48	10	12
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,32 mittlerer Effekt	---	---

Tabelle 75: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass mindestens ein Elternteil eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausübt  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	64,00	108,00	1,00	2,00	5,00	4,50	18,00	37,50	0,00	1,50	8,00	93,50	0,00	1,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	56,00	168,00	0,00	4,00	5,00	31,50	18,00	67,50	0,00	1,50	20,00	42,50	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	56,00	108,00	0,00	2,00	5,00	4,50	18,00	37,50	0,00	1,50	8,00	42,50	0,00	0,00
z =	-0,258	-1,043	-1,000	-0,577	0,000	-2,121	0,000	1,069	0,000	0,000	-1,134	-1,500	0,000	-1,000
p =	0,796	0,297	1,000	1,000	1,000	0,070	1,000	0,285	1,000	1,000	0,257	0,134	1,000	1,000
n =	53	59	18	22	16	22	31	37	3	7	37	45	7	12
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 76: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass beide Elternteile keine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausüben  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	379,00	750,50	0,00	35,00	16,00	87,00	183,00	674,00	40,00	32,00	100,00	218,50	1,00	7,50
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	182,00	734,50	3,00	10,00	20,00	33,00	117,00	272,00	5,00	46,00	110,00	277,50	0,00	2,50
W (kleinere Rangsumme) =	182,00	734,50	0,00	10,00	16,00	33,00	117,00	272,00	5,00	32,00	100,00	218,50	0,00	2,50
z =	-1,889	-0,073	-1,414	-1,667	-0,302	-1,631	-1,015	-2,561	-2,101	-0,566	-0,209	-0,637	-1,000	-1,000
p =	0,059	0,942	0,500	0,096	1,000	0,103	0,310	<b>0,010</b>	<b>0,043</b>	0,673	0,835	0,524	1,000	0,625
n =	72	114	24	38	24	38	48	76	12	19	48	76	12	19
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	0,29 schwacher Effekt	0,46 mittlerer Effekt	---	---	---	---	---

Tabelle 77: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass beide Elternteile keine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausüben  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	162,00	90,00	0,00	0,00	10,50	20,00	85,00	184,00	Keine Berechnung möglich	6,00	54,00	72,00	0,00	1,50
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	138,00	120,00	1,00	0,00	10,50	8,00	68,00	92,0		4,00	99,00	99,00	0,00	1,50
W (kleinere Rangsumme) =	138,00	90,00	0,00	0,00	10,50	8,00	68,00	92,00		4,00	54,00	72,00	0,00	1,50
z =	-0,379	-0,950	-1,000	0,000	0,000	-1,134	-0,447	-1,569		-0,378	-1,213	-0,655	0,000	0,000
p =	0,705	0,342	1,000	1,000	1,000	0,257	0,655	0,117		1,000	0,225	0,513	1,000	1,000
n =	63	86	22	29	19	30	38	54		6	45	66	9	15
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 78: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass ein Elternteil eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausübt, bei dem anderen Elternteil ist naturwissenschaftliche Prägung der Tätigkeit unklar (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	2,00	144,00	2,00	12,00	10,00	25,00	39,50	100,00	3,00	3,00	24,00	42,00	0,00	1,50
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	13,00	181,00	4,00	3,00	5,00	20,00	51,50	131,00	0,00	0,00	54,00	36,00	1,00	1,50
W (kleinere Rangsumme) =	2,00	144,00	2,00	3,00	5,00	20,00	39,50	100,00	0,00	0,00	24,00	36,00	0,00	1,50
z =	-0,845	-0,551	-0,577	-1,342	-0,707	-0,333	-0,431	-0,592	-1,342	-1,414	-1,222	-0,258	-1,000	0,000
p =	0,398	0,582	1,000	0,375	0,750	1,000	0,723	0,554	0,500	0,500	0,292	0,796	1,000	1,000
n =	36	60	12	20	12	20	24	40	6	10	24	40	6	10
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 79: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler dieangaben, dass ein Elternteil eine naturwissenschaftlich geprägte Tätigkeit ausübt bei dem anderen Elternteil ist naturwissenschaftliche Prägung der Tätigkeit unklar (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	27,50	90,00	1,50	0,00	6,00	6,00	16,00	35,00	1,00	0,00	10,50	30,00	0,00	0,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	38,50	120,00	1,50	1,50	4,00	9,00	12,00	70,00	0,00	0,00	17,50	25,00	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	27,50	90,00	1,50	0,00	4,00	6,00	12,00	35,00	0,00	0,00	10,50	25,00	0,00	0,00
z =	-0,535	-0,626	0,000	-1,000	-0,378	-0,447	-0,351	-1,213	-1,000	0,000	-0,632	-0,277	0,000	0,000
p =	0,795	0,532	1,000	1,000	1,000	1,000	0,672	0,225	1,000	1,000	0,766	0,782	1,000	1,000
n =	28	55	11	16	9	15	15	32	2	5	19	38	4	8
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 80: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“

für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“ sowie „Subjektivität“ unter Berücksichtigung des naturwissenschaftlichen Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler sowie des ausgeübten Tätigkeitsfeldes der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

Mann-Whitney-U-Test	Kerndimension															
	Beobachtung und Deutung				Empirik				Kreativität				Subjektivität			
	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden
<b>Kolmogorov-Smirnov-Z</b>	2,121	2,306	2,142	4,413	1,633	2,853	1,309	3,721	0,816	1,556	1,091	2,169	1,155	2,042	0,772	2,485
<b>p =</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,010	0,001	0,065	0,001	0,518	0,016	0,185	0,005	0,139	0,001	0,591	0,024
<b>M<sub>Rang</sub> / M<sub>dn</sub></b>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	456,00	3189,00	77,00	109,67	52,00	319,50	1,00	1407,50	1,00	1,00	1,00	1365,00	1,00	1239,50	0,50	5514,50
Kontrollgruppe	210,00	3366,00	826,00	12502,00	26,00	421,50	1,00	1367,50	1,50	1,00	1,00	1410,00	1,50	1686,50	1,00	5511,50
<b>U =</b>	132,000	1155,000	56,000	12251,00	16,000	168,500	12,000	666,500	12,000	168,000	11,000	624,000	52,000	696,500	22,000	2588,500
<b>Z =</b>	-0,559	-2,826	-2,202	-0,494	0,000	-0,474	0,000	-0,334	-0,829	-0,266	-0,255	-0,721	-0,876	-0,086	-2,008	-0,603
<b>p =</b>	0,576	<b>0,005</b>	<b>0,028</b>	0,621	1,000	0,635	1,000	0,739	0,547	0,790	0,978	0,486	0,657	0,932	0,067	0,546
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	0,26 schwacher Effekt	0,40 mittlerer Effekt	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 81: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“

für die Kerndimensionen „Beobachtung und Deutung“, „Empirik“, „Kreativität“ sowie „Subjektivität“ unter Berücksichtigung des naturwissenschaftlichen Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler sowie des ausgeübten Tätigkeitsfeldes der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

Mann-Whitney-U-Test	Kerndimension															
	Beobachtung und Deutung				Empirik				Kreativität				Subjektivität			
	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden
<b>Kolmogorov-Smirnov-Z</b>	2,121	2,999	1,892	4,602	1,633	2,761	1,309	3,825	0,816	1,794	1,064	2,321	1,155	2,153	0,985	2,718
<b>p =</b>	0,001	0,001	0,002	0,004	0,010	0,001	0,065	0,001	0,518	0,003	0,207	0,001	0,139	0,001	0,287	0,001
<b>M<sub>Rang</sub> / M<sub>dn</sub></b>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	456,00	2618,50	56,00	10738,00	52,00	288,00	1,00	1260,00	1,00	258,00	1,00	1181,00	1,00	1024,50	1,00	4502,50
Kontrollgruppe	210,00	2634,50	685,00	10583,00	26,00	378,00	1,00	1225,00	1,50	372,00	1,00	1234,00	1,50	1390,50	1,00	4542,50
<b>U =</b>	132,000	1094,500	46,000	5067,000	16,000	147,000	12,000	595,000	12,000	141,000	9,000	551,000	52,000	570,500	16,000	2156,500
<b>Z =</b>	-0,559	-1,630	-1,325	-0,638	0,000	-1,183	0,000	-0,461	-0,829	-0,236	-0,630	-0,603	-0,876	-0,130	-0,835	-0,425
<b>p =</b>	0,576	0,103	0,185	0,523	1,000	0,237	1,000	1,000	0,547	0,880	1,000	0,603	0,657	0,856	1,000	0,671
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Tabelle 82: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Kerndimensionen „Sozial und Kulturell“, Vorläufig sowie „Gesetz und Theorie“ unter Berücksichtigung des naturwissenschaftlichen Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler sowie des ausgeübten Tätigkeitsfeldes der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension											
Mann-Whitney-U-Test	Sozial und Kulturell				Vorläufigkeit				Gesetz und Theorie			
naturwissenschaftlicher Berufswunsch der SuS und Tätigkeit der Eltern (NW_Tätigkeit_S_u_Eltern_II)	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden
Kolmogorov-Smirnov-Z	0,577	1,223	Keine Berechnung möglich	1,031	2,021	3,522	0,772	3,823	1,155	1,687	Keine Berechnung möglich	2,214
p =	0,893	0,101		0,238	0,001	0,001	0,591	0,001	0,139	0,001		0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	0,00	1,50	0,00	1,00	200,00	1394,00	1,00	5393,00	1,00	75,00	1,00	336,50
Kontrollgruppe	1,00	1,00	1,00	1,00	100,00	1532,00	1,00	5633,00	1,00	115,00	1,00	366,50
U =	2,000	29,000	1,000	103,000	64,000	542,000	26,000	2467,000	4,000	39,000	3,000	146,500
Z =	-1,414	-1,296	-1,155	-2,181	0,000	-2,058	-1,712	-1,259	0,000	-0,651	0,000	-1,091
p =	0,333	0,213	0,429	<b>0,029</b>	1,000	<b>0,040</b>	0,140	0,208	1,000	0,618	1,000	0,275
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	0,36 mittlerer Effekt	---	0,24 schwacher Effekt	---	---	---	---	---	---

Tabelle 83: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für die Kerndimensionen „Sozial und Kulturell“, Vorläufig sowie „Gesetz und Theorie“ unter Berücksichtigung des naturwissenschaftlichen Berufswunsches der Schülerinnen und Schüler sowie des ausgeübten Tätigkeitsfeldes der Eltern (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension											
Mann-Whitney-U-Test	Sozial und Kulturell				Vorläufigkeit				Gesetz und Theorie			
naturwissenschaftlicher Berufswunsch der SuS und Tätigkeit der Eltern (NW_Tätigkeit_S_u_Eltern_II)	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden	Schülerin bzw. Schüler und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig	Schülerin bzw. Schüler (inklusive weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig	Berufswunsch Schülerin bzw. Schüler und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar	naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden
Kolmogorov-Smirnov-Z	Keine Berechnung möglich	Keine Berechnung möglich	1,155	1,035	2,021	3,201	1,062	3,943	1,155	1,826	Keine Berechnung möglich	2,333
p =			0,139	0,234	0,001	0,001	0,209	0,001	0,139	0,003		0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>			M <sub>dn</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe			2,00	1,00	200,00	1138,00	1,00	4655,50	1,00	59,50	1,00	263,50
Kontrollgruppe			1,00	2,00	100,00	1208,00	1,00	4935,50	1,00	93,50	1,00	297,50
U =			12,000	45,000	64,000	542,000	22,500	2099,500	4,000	31,500	3,000	110,500
Z =			-1,042	-1,655	0,000	-0,557	-1,204	-1,540	0,000	-0,837	0,000	-1,844
p =			0,470	0,143	1,000	0,578	0,529	0,124	1,000	1,000	1,000	0,065
r = (Cohen, 2009)			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 84: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig sein wollen bzw. sind  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	3,50	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	17,50	12,00	0,00	0,00	6,00	1,00	12,00	1,50	6,00	0,00	6,00	6,00	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	3,50	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
z =	-1,633	-1,342	0,000	0,000	-1,732	-1,000	-1,342	0,000	-1,732	0,000	-1,732	-1,732	0,000	0,000
p =	0,102	0,375	1,000	1,000	0,250	1,000	0,375	1,000	0,250	1,000	0,250	0,250	1,000	1,000
n =	24	12	8	4	8	4	16	8	4	2	16	8	4	2
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 85: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie und mindestens ein Elternteil naturwissenschaftlich tätig sein wollen bzw. sind  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	Keine Berechnung möglich	Keine Berechnung möglich	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	17,50	10,00	0,00	0,00	6,00	1,00	12,00	1,00			6,00	6,00	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
z =	-1,633	-2,000	0,000	0,000	-1,732	-1,000	-1,342	-1,000			-1,732	-1,732	0,000	0,000
p =	0,219	0,125	1,000	1,000	0,250	1,000	0,375	1,000			0,250	0,250	1,000	1,000
n =	24	11	8	4	8	4	16	7			16	8	4	2
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		

Tabelle 86: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie (inklusive Antwort weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig sein wollen bzw. sind  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	200,00	278,50	0,00	12,00	14,00	45,00	112,50	277,50	21,00	18,00	56,00	105,00	0,00	3,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	76,00	217,50	3,00	3,00	14,00	10,00	77,50	73,50	0,00	18,00	49,00	105,00	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	76,00	217,50	0,00	3,00	14,00	10,00	77,50	73,50	0,00	18,00	49,00	105,00	0,00	0,00
z =	-2,004	-0,634	-1,414	-1,342	0,000	-1,941	-0,759	-2,743	-2,232	0,000	-0,243	0,000	0,000	-1,414
p =	<b>0,045</b>	0,526	0,500	0,375	1,000	0,092	0,448	<b>0,006</b>	<b>0,031</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500
n =	48	66	16	22	16	22	32	44	8	11	32	44	8	11
r = (Cohen, 2009)	0,29 schwacher Effekt	---	---	---	---	---	---	0,41 mittlerer Effekt	0,80 starker Effekt	---	---	---	---	---

Tabelle 87: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass sie (inklusive Antwort weiß ich nicht) und beide Eltern nicht naturwissenschaftlich tätig sein wollen bzw. sind  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	83,50	52,50	0,00	0,00	9,00	12,00	63,00	63,00	Keine Berechnung möglich	2,00	24,00	33,00	0,00	1,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	52,50	67,50	1,00	0,00	6,00	3,00	42,00	28,00		1,00	42,00	22,00	0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	52,50	52,50	0,00	0,00	6,00	3,00	42,00	28,00		1,00	24,00	22,00	0,00	0,00
z =	-0,871	-0,471	-1,000	0,000	-0,447	-1,342	-0,728	-1,387		-0,447	-0,905	-0,632	0,000	-1,000
p =	0,384	0,637	1,000	1,000	1,000	0,375	0,633	0,166		1,000	0,549	0,527	1,000	1,000
n =	41	46	15	17	13	17	26	30		3	29	32	7	9
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 88: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“ für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass ihr Berufswunsch und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar (Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	0,00	45,00	0,00	0,00	1,00	2,50	1,50	16,50	Keine Berechnung möglich	1,00	0,00	10,50	Keine Berechnung möglich	0,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	6,00	91,00	0,00	0,00	0,00	7,50	4,50	61,50		0,00	3,00	17,50		0,00
W (kleinere Rangsumme) =	0,00	45,00	0,00	0,00	0,00	2,50	1,50	16,50		0,00	0,00	10,50		0,00
z =	-1,633	-1,929	0,000	0,000	-1,000	-1,000	-0,816	-1,890		-1,000	-1,342	-0,632		0,000
p =	0,102	0,196	1,000	1,000	1,000	0,625	0,750	0,087		1,000	0,180	0,766		1,000
n =	6	36	2	12	2	12	4	24		6	4	24		6
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	

Tabelle 89: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass ihr Berufswunsch und naturwissenschaftliche Tätigkeit der Eltern unklar  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	0,00	32,50	0,00	0,00	Keine Berechnung möglich	0,00	4,00	Keine Berechnung möglich	0,00	0,00	9,00	Keine Berechnung möglich	0,00	0,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	1,00	58,50	0,00	0,00		3,00	32,00		0,00	1,00	12,00		0,00	0,00
W (kleinere Rangsumme) =	0,00	32,50	0,00	0,00		0,00	4,00		0,00	0,00	9,00		0,00	0,00
z =	-1,000	-1,000	0,000	0,000		-1,414	-2,111		0,000	-1,000	-0,333		0,000	0,000
p =	1,000	0,317	1,000	1,000		0,500	0,063		1,000	1,000	1,000		1,000	1,000
n =	4	33	2	12		10	20		3	3	23		6	6
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---		---	---		---	---	---		---	---



Tabelle 90: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass eine naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden ist  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Summe positiver Ränge (Pretest < Posttest)	652,00	643,00	16,00	30,00	93,00	33,00	423,00	370,00	15,00	31,00	0,00	143,00	12,00	9,00
Summe negativer Ränge (Pretest > Posttest)	476,00	582,00	20,00	15,00	43,00	33,00	207,00	225,00	6,00	5,00	3,00	235,00	3,00	6,00
W (kleinere Rangsumme) =	476,00	582,00	16,00	15,00	43,00	33,00	207,00	225,00	6,00	5,00	0,00	143,00	3,00	6,00
z =	-0,988	-0,332	-0,302	-1,000	-1,380	0,000	-1,840	-1,333	-1,000	-1,960	-1,342	-1,226	-1,342	-0,447
p =	0,323	0,740	0,763	0,317	0,167	1,000	0,066	0,183	0,531	0,070	0,180	0,230	0,375	1,000
n =	114	108	38	36	38	36	76	72	19	18	76	72	19	18
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 91: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
für Schülerinnen und Schüler die angaben, dass eine naturwissenschaftliche Tätigkeit vorhanden ist  
(Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe)

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
<b>Summe positiver Ränge (Pretest &lt; Posttest)</b>	265,50	386,00	7,50	2,00	54,00	13,50	167,50	179,50	1,00	7,50	48,00	115,00	0,00	3,00
<b>Summe negativer Ränge (Pretest &gt; Posttest)</b>	262,50	280,00	2,50	4,00	24,00	22,50	85,50	73,50	0,00	2,50	88,00	138,00	0,00	0,00
<b>W (kleinere Rangsumme) =</b>	262,50	280,00	2,50	2,00	24,00	13,50	85,50	73,50	0,00	2,50	48,00	115,00	0,00	0,00
<b>z =</b>	-0,031	-0,932	-1,000	-0,577	-1,291	-0,707	-1,426	-1,895	-1,000	-1,000	-1,147	-0,426	0,000	-1,414
<b>p =</b>	0,976	0,351	0,317	0,564	0,307	,480	0,154	0,058	1,000	0,625	0,251	0,670	1,000	0,500
<b>n =</b>	96	93	34	30	32	32	59	59	7	10	66	66	13	15
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 92: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe unter Fallausschluss (Klasse 3))

	Kerndimension						
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung	Empirik	Kreativität	Subjektivität	Sozial und Kulturell	Vorläufigkeit	Gesetz und Theorie
Kolmogorov-Smirnov-Z	6,008	5,283	3,059	3,712	1,578	5,762	3,275
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,014	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	217,68	71,02	66,69	136,40	31,95	139,82	34,47
Kontrollgruppe	210,62	71,83	74,82	146,71	38,80	144,28	37,06
U =	21197,000	2408,000	2157,000	9036,50	491,500	9444,500	564,500
Z =	-0,672	-0,241	-1,311	-1,126	-1,469	-0,547	-0,799
p =	0,502	0,810	0,190	0,260	0,142	0,584	0,424
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 93: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 (Posttest-Betrachtung Interventionsgruppe - Kontrollgruppe ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe unter Fallausschluss (Klasse 3))

	Kerndimension						
Mann-Whitney-U-Test	Beobachtung und Deutung	Empirik	Kreativität	Subjektivität	Sozial und Kulturell	Vorläufigkeit	Gesetz und Theorie
Kolmogorov-Smirnov-Z	6,536	5,350	3,453	4,151	1,858	5,862	3,577
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,013	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	194,36	69,29	62,95	123,28	18,96	127,20	31,26
Kontrollgruppe	194,60	66,33	67,15	129,47	20,52	135,40	32,49
U =	18283,000	2051,500	1884,500	7300,500	155,500	7869,500	456,500
Z =	-0,026	-1,467	-0,734	-0,739	-0,450	-1,154	-0,615
p =	0,979	0,142	0,463	0,460	0,653	0,248	0,538
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 94: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
(Pre-Posttest-Betrachtung mit Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe unter Fallausschluss (Klasse 3))

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
<b>Summe positiver Ränge (Pretest &lt; Posttest)</b>	1475,50	3201,50	10,50	130,00	138,00	361,50	881,00	1752,50	71,00	119,00	461,00	841,00	24,00	22,50
<b>Summe negativer Ränge (Pretest &gt; Posttest)</b>	1080,50	3584,50	17,50	60,00	93,00	233,50	604,00	2525,50	20,00	71,00	319,00	1112,00	4,00	13,50
<b>W (kleinere Rangsumme) =</b>	1080,50	3201,50	10,50	60,00	93,00	233,50	604,00	1752,50	20,00	71,00	319,00	841,00	4,00	13,50
<b>z =</b>	-1,208	-0,571	-0,632	-1,606	-0,836	-1,197	-1,259	-1,613	-1,854	-0,991	-1,081	-1,055	-1,890	-0,707
<b>p =</b>	0,227	0,568	0,527	0,108	0,403	0,231	0,208	0,107	0,064	0,322	0,280	0,291	0,125	0,480
<b>n =</b>	174	252	58	84	58	84	116	168	29	42	116	168	29	42
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 95: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sichtweisen zum Wesen der Naturwissenschaften - Version D+“  
 (Pre-Posttest-Betrachtung ohne Kodierung keine Zuordnung oder keine Angabe unter Fallausschluss (Klasse 3))

	Kerndimension													
Wilcoxon-Test	Beobachtung und Deutung		Empirik		Kreativität		Subjektivität		Sozial und Kulturell		Vorläufigkeit		Gesetz und Theorie	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
<b>Summe positiver Ränge (Pretest &lt; Posttest)</b>	520,50	1353,00	3,00	2,50	63,00	105,00	303,00	663,50	1,00	18,50	117,00	462,00	1,00	4,0
<b>Summe negativer Ränge (Pretest &gt; Posttest)</b>	560,50	1497,00	0,00	7,50	42,00	105,00	225,00	876,50	0,00	9,50	234,00	484,00	0,00	2,00
<b>W (kleinere Rangsumme) =</b>	520,50	1353,00	0,00	2,50	42,00	105,00	225,00	663,50	0,00	9,50	117,00	462,00	0,00	2,00
<b>z =</b>	-0,242	-0,425	-1,414	-1,000	-0,728	0,000	-0,804	-1,001	-1,000	-0,780	-1,671	-0,149	-1,000	-0,577
<b>p =</b>	0,809	0,671	0,157	0,317	0,467	1,000	0,421	0,317	1,000	0,563	0,095	0,881	1,000	0,564
<b>n =</b>	145	205	52	69	46	69	87	128	5	19	101	147	20	35
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 96: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für den ersten Erhebungszeitpunkt

<b>Kerndimension</b>	<b>Herkunft</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>Entwicklung</b>	<b>Recht- fertigung</b>	<b>Einfachheit</b>	<b>Zweck</b>	<b>Kreativität</b>
<b>Mann-Whitney-U-Test</b>							
<b>Kolmogorov-Smirnov-Z</b>	3,584	4,295	6,210	4,610	2,843	3,896	2,822
<b>p =</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>M<sub>Rang</sub> / M<sub>dn</sub></b>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	190,230	263,820	299,300	320,050	180,920	179,650	185,790
Kontrollgruppe	185,100	255,680	295,940	321,810	176,430	181,220	174,120
<b>U =</b>	16935,000	32363,000	43388,500	50779,000	15347,500	15947,500	14884,500
<b>Z =</b>	-0,477	-0,650	-0,259	-0,126	-0,422	-0,152	-1,109
<b>p =</b>	0,634	0,516	0,796	0,900	0,673	0,879	0,267
<b>n =</b>	374	518	594	641	356	360	358
<b>r =</b> (Cohen, 2009)	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 97: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für den zweiten Erhebungszeitpunkt

Kerndimension	Herkunft	Sicherheit	Entwicklung	Rechtfertigung	Einfachheit	Zweck	Kreativität
Mann-Whitney-U-Test							
Kolmogorov-Smirnov-Z	4,019	4,616	5,484	4,363	2,634	3,627	2,838
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	174,670	252,010	292,010	317,230	193,000	173,020	167,230
Kontrollgruppe	181,060	245,260	276,610	320,630	164,210	181,640	185,160
U =	15158,500	29867,000	37941,000	50090,000	13174,500	14878,500	13893,500
Z =	-0,621	-0,561	-1,215	-0,244	-2,749	-0,858	-1,738
p =	0,535	0,575	0,225	0,807	<b><u>0,006</u></b>	0,391	0,082
n =	355	496	567	637	355	354	352
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	0,15 schwacher Effekt	---	---



Tabelle 98: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für den dritten Erhebungszeitpunkt

Kerndimension	Herkunft	Sicherheit	Entwicklung	Rechtfertigung	Einfachheit	Zweck	Kreativität
Mann-Whitney-U-Test							
Kolmogorov-Smirnov-Z	3,744	4,843	5,002	3,849	2,380	2,540	
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	
Interventionsgruppe	172,650	251,220	274,040	316,570	190,770	189,320	
Kontrollgruppe	173,230	233,990	278,390	304,050	157,760	158,850	
U =	14572,000	26518,500	36850,500	45037,500	11652,500	11866,000	
Z =	-0,060	-1,459	-0,339	-0,902	-3,174	-2,989	
p =	0,952	0,145	0,734	0,367	<b><u>0,002</u></b>	<b><u>0,003</u></b>	
n =	345	482	552	618	343	343	
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---	0,17 schwacher Effekt	0,16 schwacher Effekt	---

Tabelle 99: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für den vierten Erhebungszeitpunkt

Kerndimension	Herkunft	Sicherheit	Entwicklung	Rechtfertigung	Einfachheit	Zweck	Kreativität
Mann-Whitney-U-Test							
Kolmogorov-Smirnov-Z	2,967	3,233	4,512	3,162	1,598	3,206	2,413
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,012	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	108,640	150,810	179,730	202,730	132,850	120,610	113,990
Kontrollgruppe	129,520	181,440	202,330	226,190	110,050	120,410	126,010
U =	5847,000	11295,000	16052,000	20429,500	5792,000	7138,000	6433,500
Z =	-2,494	-3,083	-2,171	-2,040	-2,622	-0,024	-1,405
p =	<b><u>0,013</u></b>	<b><u>0,002</u></b>	<b><u>0,030</u></b>	<b><u>0,041</u></b>	<b><u>0,009</u></b>	0,981	0,160
n =	239	334	383	430	240	240	240
r = (Cohen, 2009)	0,16 schwacher Effekt	0,11 schwacher Effekt	0,11 schwacher Effekt	0,10 schwacher Effekt	0,17 schwacher Effekt	---	---

Tabelle 100: Mann-Whitney-U-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für den fünften Erhebungszeitpunkt

Kerndimension	Herkunft	Sicherheit	Entwicklung	Rechtfertigung	Einfachheit	Zweck	Kreativität
Mann-Whitney-U-Test							
Kolmogorov-Smirnov-Z	2,518	3,906	3,278	2,578	2,967	2,518	2,987
p =	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
M <sub>Rang</sub> / M <sub>dn</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>	M <sub>Rang</sub>
Interventionsgruppe	120,030	178,980	198,480	220,070	139,280	122,000	127,320
Kontrollgruppe	147,880	197,050	230,070	260,580	132,470	146,300	140,230
U =	7143,500	15873,000	19580,500	24098,500	8546,000	7380,000	8011,500
Z =	-3,106	-1,716	-2,771	-3,297	-0,745	-2,718	-1,426
p =	<b><u>0,002</u></b>	0,086	<b><u>0,006</u></b>	<b><u>0,001</u></b>	0,456	<b><u>0,007</u></b>	0,154
n =	270	377	431	484	270	270	268
r = (Cohen, 2009)	0,19 schwacher Effekt	---	0,13 schwacher Effekt	0,20 schwacher Effekt	---	0,20 schwacher Effekt	---

Tabelle 101: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Herkunft“

Kerndimension	Herkunft									
	t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub>		t <sub>2</sub> - t <sub>3</sub>		t <sub>3</sub> - t <sub>4</sub>		t <sub>4</sub> - t <sub>5</sub>		t <sub>1</sub> - t <sub>5</sub>	
Zeitspanne										
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Wilcoxon-Test										
Summe positiver Ränge (t <sub>n</sub> < t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> < t <sub>5</sub> )	3441,50	3329,50	1032,50	1688,50	649,50	1116,00	637,00	454,00	1768,50	3084,00
Summe negativer Ränge (t <sub>n</sub> > t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> > t <sub>5</sub> )	2336,50	1521,50	983,50	2227,50	385,50	480,00	444,00	366,00	1312,50	832,00
W (kleinere Rangsumme) =	2336,50	1521,50	983,50	1688,50	385,50	480,00	444,00	366,00	1312,50	832,00
z =	-1,776	-3,292	-0,177	-1,168	-1,536	-2,679	-1,128	-0,636	-1,182	-4,832
p =	0,076	<b>0.001</b>	0,859	0,243	0,124	<b>0.007</b>	0,259	0,525	0,237	<b>0.001</b>
n =	170	184	145	180	95	125	89	125	120	149
r = (Cohen, 2009)	---	0,24 schwacher Effekt	---	---	---	0,24 schwacher Effekt	---	---	---	0,40 mittlerer Effekt

Tabelle 102: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Sicherheit“

Kerndimension	Sicherheit									
Zeitspanne	t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub>		t <sub>2</sub> - t <sub>3</sub>		t <sub>3</sub> - t <sub>4</sub>		t <sub>4</sub> - t <sub>5</sub>		t <sub>1</sub> - t <sub>5</sub>	
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Wilcoxon-Test										
Summe positiver Ränge (t <sub>n</sub> < t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> < t <sub>5</sub> )	4954,00	7457,00	2475,50	5543,00	500,00	1612,00	1425,50	1177,50	3144,00	5078,00
Summe negativer Ränge (t <sub>n</sub> > t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> > t <sub>5</sub> )	2796,00	4789,00	2180,50	4753,00	391,00	1391,00	590,50	1378,50	2007,00	2425,00
W (kleinere Rangsumme) =	2796,00	4789,00	2180,50	4753,00	391,00	1391,00	590,50	1177,50	2007,00	2425,00
z =	-2,822	-2,473	-0,588	-0,840	-3,316	-0,599	-3,009	-0,606	-1,985	-3,519
p =	<b><u>0.005</u></b>	<b><u>0.013</u></b>	0,557	0,401	<b><u>0.001</u></b>	0,549	<b><u>0.003</u></b>	0,544	<b><u>0.047</u></b>	<b><u>0.001</u></b>
n =	236	253	203	250	131	174	124	174	166	205
r = (Cohen, 2009)	0,18 schwacher Effekt	0,16 schwacher Effekt	---	---	0,29 schwacher Effekt	---	0,27 schwacher Effekt	---	0,15 schwacher Effekt	0,25 schwacher Effekt

Tabelle 103: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Entwicklung“

Kerndimension	Entwicklung									
	t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub>		t <sub>2</sub> - t <sub>3</sub>		t <sub>3</sub> - t <sub>4</sub>		t <sub>4</sub> - t <sub>5</sub>		t <sub>1</sub> - t <sub>5</sub>	
Zeitspanne										
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Wilcoxon-Test										
Summe positiver Ränge (t <sub>n</sub> < t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> < t <sub>5</sub> )	4754,00	5175,50	1536,00	4272,00	603,50	1396,00	1167,50	1167,50	1595,00	4117,00
Summe negativer Ränge (t <sub>n</sub> > t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> > t <sub>5</sub> )	3502,00	5264,50	3717,00	5319,00	992,50	882,00	2318,50	2535,00	3455,00	4661,00
W (kleinere Rangsumme) =	3502,00	5175,50	1536,00	4272,00	603,50	882,00	1167,50	1167,50	1595,00	4117,00
z =	-1,580	-0,093	-3,834	-1,165	-1,664	-1,727	-2,720	-2,325	-3,332	-0,642
p =	0,114	0,926	<b><u>0,001</u></b>	0,244	0,096	0,084	<b><u>0,007</u></b>	<b><u>0,020</u></b>	<b><u>0,001</u></b>	0,521
n =	268	295	232	287	151	200	144	200	189	237
r = (Cohen, 2009)	---	---	0,25 schwacher Effekt	---	---	---	0,23 schwacher Effekt	0,16 schwacher Effekt	0,24 schwacher Effekt	---

Tabelle 104: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Rechtfertigung“

Kerndimension	Rechtfertigung									
	t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub>		t <sub>2</sub> - t <sub>3</sub>		t <sub>3</sub> - t <sub>4</sub>		t <sub>4</sub> - t <sub>5</sub>		t <sub>1</sub> - t <sub>5</sub>	
Zeitspanne										
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Wilcoxon-Test										
Summe positiver Ränge (t <sub>n</sub> < t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> < t <sub>5</sub> )	6142,00	6484,00	3682,50	5575,00	1117,00	2394,00	1199,00	2500,00	3180,50	6202,50
Summe negativer Ränge (t <sub>n</sub> > t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> > t <sub>5</sub> )	5334,00	7211,00	3220,50	7145,00	1733,00	3066,00	1882,00	2990,00	4694,50	7826,50
W (kleinere Rangsumme) =	5334,00	6184,00	3220,50	5575,00	1117,00	2394,00	1199,00	2500,00	3180,50	6202,50
z =	-0,777	-0,623	-0,676	-1,438	-1,723	-1,196	-1,781	-0,792	-1,932	-1,333
p =	0,437	0,533	0,499	0,150	0,085	0,232	0,075	0,428	0,053	0,183
n =	286	317	259	321	169	224	161	224	197	255
r =	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
(Cohen, 2009)										

Tabelle 105: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Einfachheit“

Kerndimension	Einfachheit									
	t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub>		t <sub>2</sub> - t <sub>3</sub>		t <sub>3</sub> - t <sub>4</sub>		t <sub>4</sub> - t <sub>5</sub>		t <sub>1</sub> - t <sub>5</sub>	
Zeitspanne										
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Wilcoxon-Test										
Summe positiver Ränge (t <sub>n</sub> < t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> < t <sub>5</sub> )	3529,50	3169,50	1030,50	2783,00	466,50	1034,00	148,00	735,00	1716,00	2524,00
Summe negativer Ränge (t <sub>n</sub> > t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> > t <sub>5</sub> )	1723,50	2825,50	860,50	2677,00	275,00	919,00	317,00	643,00	562,00	1941,00
W (kleinere Rangsumme) =	1723,50	2825,50	860,50	2677,00	275,00	919,00	148,00	643,00	562,00	1941,00
z =	-3,136	-0,546	-0,646	-0,182	-1,466	-0,430	-1,872	-0,443	-3,709	-1,134
p =	<b><u>0,002</u></b>	0,585	0,518	0,855	0,143	0,667	0,061	0,658	<b><u>0,001</u></b>	0,257
n =	159	177	143	180	94	125	90	125	109	142
r = (Cohen, 2009)	0,25 schwacher Effekt	---	---	---	---	---	---	---	0,36 mittlerer Effekt	---



Tabelle 106: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Zweck“

Kerndimension	Zweck									
	t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub>		t <sub>2</sub> - t <sub>3</sub>		t <sub>3</sub> - t <sub>4</sub>		t <sub>4</sub> - t <sub>5</sub>		t <sub>1</sub> - t <sub>5</sub>	
Zeitspanne										
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Wilcoxon-Test										
Summe positiver Ränge (t <sub>n</sub> < t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> < t <sub>5</sub> )	2831,00	2415,00	690,00	1036,50	418,00	1103,00	513,00	852,00	1142,00	1685,50
Summe negativer Ränge (t <sub>n</sub> > t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> > t <sub>5</sub> )	2020,00	1590,00	585,00	3716,50	758,00	608,00	918,00	918,00	1414,00	1717,50
W (kleinere Rangsumme) =	2020,00	1590,00	585,00	1036,50	418,00	608,00	513,00	852,00	1142,00	1685,50
z =	-1,514	-1,794	-0,559	-5,011	-1,820	-2,183	-1,888	-0,270	-0,819	-0,077
p =	0,130	0,073	0,576	<b>0,001</b>	0,069	<b>0,033</b>	0,059	0,787	0,413	0,939
n =	160	179	143	179	95	125	90	125	110	145
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	0,37 mittlerer Effekt	---	0,19 schwacher Effekt	---	---	---	---

Tabelle 107: Wilcoxon-Test für den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ für die Kerndimension „Kreativität“

Kerndimension	„Kreativität“									
	t <sub>1</sub> - t <sub>2</sub>		t <sub>2</sub> - t <sub>4</sub>				t <sub>4</sub> - t <sub>5</sub>		t <sub>1</sub> - t <sub>5</sub>	
Zeitspanne										
Gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe			Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe	Interventions- gruppe	Kontroll- gruppe
Wilcoxon-Test										
Summe positiver Ränge (t <sub>n</sub> < t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> < t <sub>5</sub> )	2873,00	3796,00	656,00	1056,00			784,00	871,50	1397,00	2443,00
Summe negativer Ränge (t <sub>n</sub> > t <sub>n+1</sub> bzw. t <sub>1</sub> > t <sub>5</sub> )	2905,00	2199,00	997,00	1290,00			594,00	839,50	1231,00	1835,00
W (kleinere Rangsumme) =	2873,00	2199,00	656,00	1056,00			594,00	871,50	1231,00	1835,00
z =	-0,051	-2,509	-1,413	-0,770			-0,900	-0,130	-0,481	-1,232
p =	0,959	0,012	0,158	0,442			0,368	0,897	0,631	0,218
n =	160	175	105	115			90	124	109	142
r = (Cohen, 2009)	---	---	---	---			---	---	---	---

Aufgrund fehlender Reliabilität für die Kerndimension „Kreativität“ für den dritten Erhebungszeitpunkt ist eine Berechnung der Teststatistik nicht möglich.

## 2 Erklärung gemäß § 4 Absatz 1 Buchstaben g und h der Promotionsordnung

Doktorandinnen/Doktoranden-Erklärung gemäß § 4 Absatz 1 Buchstaben g und h der Promotionsordnung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock

Name Torsten Kreher  
(Name, Vorname)

Anschrift ---  
(Straße, PLZ, Wohnort)

Ich habe eine Dissertation zum Thema:

Naturwissenschaftliches Arbeiten am Lernort Schulgarten. Auswirkungen von naturwissenschaftlichem Arbeiten am Lernort Schulgarten auf das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I

an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock angefertigt. Dabei wurde ich von Frau Prof.in Dr.in Carolin Retzlaff-Fürst betreut.

Ich gebe folgende Erklärung ab:

1. Die Gelegenheit zum vorliegenden Promotionsvorhaben ist mir nicht kommerziell vermittelt worden. Insbesondere habe ich keine Organisation eingeschaltet, die gegen Entgelt Betreuerinnen/Betreuer für die Anfertigung von Dissertationen sucht oder die mir obliegenden Pflichten hinsichtlich der Prüfungsleistungen für mich ganz oder teilweise erledigt.
2. Ich versichere hiermit an Eidesstatt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt und ohne fremde Hilfe verfasst habe. Dazu habe ich keine außer den von mir angegebenen Hilfsmitteln und Quellen verwendet und die den benutzten Werken inhaltlich und wörtlich entnommenen Stellen habe ich als solche kenntlich gemacht.

Rostock, 2024  
(Jahr)

Torsten Kreher  
(vollständiger Name)