



*Die soziologische Perspektive auf die Natur der
Naturwissenschaften – der Schulgarten als Analogie zu dem
System Wissenschaft*

Masterarbeit im Fach Physik

Vorgelegt von Vera Christin Munz

Matrikelnummer: 3202145

Betreut durch Prof. Dr. Frank Bertoldi, Jan Heysel

Erstgutachter: Prof. Dr. Frank Bertoldi

Zweitgutachter: Christoph Simon

Wintersemester 2021/2022

Bonn, den 18.03.2022

Selbstständigkeitserklärung

Ich versichere hiermit, dass die Masterarbeit mit dem Titel

*Die soziologische Perspektive auf die Natur der Naturwissenschaften – der Schulgarten als
Analogie zu dem System Wissenschaft*

von mir selbst und ohne jede unerlaubte Hilfe selbständig angefertigt wurde, dass sie noch an keiner anderen Hochschule zur Prüfung vorgelegen hat und dass sie weder ganz noch in Auszügen veröffentlicht worden ist. Die Stellen der Arbeit einschließlich Tabellen, Karten, Abbildungen usw., die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Fall kenntlich gemacht.

Bonn, den 18.03.2022

A handwritten signature in black ink, consisting of the letters 'vea' followed by a stylized 'M'.

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

0.	Abstract	3
1.	Einleitung	3
2.	Schüler*innenvorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften	5
3.	Natur der Naturwissenschaften	7
3.1.	<i>Modellierungsansätze zur Natur der Naturwissenschaften</i>	8
3.1.1.	Minimalkonsens.....	8
3.1.2.	Whole Science	10
3.2.	<i>Perspektiven auf Naturwissenschaften</i>	11
3.2.1.	Die soziologische Perspektive auf die Natur der Naturwissenschaften.....	11
3.2.2.	Die soziologische Perspektive als Ausgangspunkt	14
4.	Wie Lernen über NOS gelingen kann	15
5.	Forschungsdesign	15
5.1.	<i>Design Based Research</i>	16
5.1.1.	Entwicklung der Unterrichtseinheit	17
5.1.2.	Unterrichtseinheit innerhalb der EduChallenge	19
5.2.	<i>Forschungsfragen</i>	20
5.3.	<i>Abgeleitete Forschungsfragen und Datenerhebung</i>	20
5.3.1.	Auswertung des Laborbuchs.....	21
5.3.2.	Transferfrage zum IPCC im Pre-Post-Test	22
5.3.3.	Vorstellungen zu Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen.....	22
5.4.	<i>Datenauswertung</i>	23
6.	Ergebnisse	24
6.1.	<i>Auswertung des Laborbuchs</i>	24
6.2.	<i>Transferfrage zum IPCC im Pre-Post-Test</i>	26
6.3.	<i>Vorstellungen zu Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen</i>	28
6.4.	<i>Ergebnisse der Schüler*innen Interviews</i>	29
7.	Diskussion	32
8.	Fazit und Ausblick	35
9.	Anhang	37
9.1.	<i>Laborbuch-Seiten zur soziologischen Perspektive</i>	37
9.2.	<i>Pre-/Post-Test</i>	39
9.3.	<i>Interview-Leitfaden</i>	43
9.4.	<i>Begründungen der Lernenden zur Existenz von Parallelen zwischen Schulgarten und Wissenschaft</i>	45
9.5.	<i>Antworten Transferfrage zur Zielsetzung des IPCC im Pre-Post-Test</i>	47
9.6.	<i>Kodierte Antworten Tätigkeitsfelder Naturwissenschaftler*innen</i>	49
9.7.	<i>Schüler*innen Interviews zur Schulgarten-Analogie</i>	55
	Literaturverzeichnis	60

0. Abstract

Ein bedeutendes Bildungsziel naturwissenschaftlichen Unterrichts ist es, ein angemessenes Verständnis der Nature of Science (NOS) zu entwickeln. Dies soll den Lernenden ermöglichen, mündig an unserer modernen Informationsgesellschaft teilzuhaben. Wissenschaft als Funktionssystem innerhalb unserer Gesellschaft zu verstehen, ermöglicht es, aus dem gesellschaftlichen Kontext heraus, in dem Wissenschaft eingebettet ist, strukturelle und methodische Praktiken von Wissenschaft zu verstehen. Eine Betrachtung des sozialen Kontextes von Wissenschaft steht daher nicht im Widerspruch zu methodologischen Überlegungen (wie der hypothetisch-deduktiven Methodik), sondern ergänzt diese. Um Lernenden ein Bild der Naturwissenschaften verständlich zu machen, welches aus soziologischen Überlegungen entsteht, wurde ein Unterrichtsansatz entwickelt, in welchem ein Schulgarten als Analogie zur Wissenschaft genutzt wird. Die Lernenden planen hierfür ihren eigenen Schulgarten, um sich mit einem möglichen Aufbau eines sozialen Systems vertraut zu machen. Daraufhin wird der selbst entwickelte Schulgarten als Analogie für das System Wissenschaft betrachtet und diskutiert. Dieser Ansatz wurde an zwei Schulen in Nordrhein-Westfalen an Kursen der Einführungsphase erprobt und evaluiert. Der Ansatz der Analogie kann als erfolgreich betrachtet werden, da bei einigen Schüler*innen ein Erreichen des Unterrichtsziels beobachtet werden konnte. Durch Interviews mit Lehrpersonen und Lernenden konnten zudem Weiterentwicklungsmöglichkeiten der Unterrichtseinheit ausgearbeitet werden.

1. Einleitung

Der Einfluss der Naturwissenschaften auf unsere Kultur ist in nahezu jedem Aspekt des Alltags zu finden (Allchin 2013). Beispiele für hierfür sind die Angaben chemischer Zusammensetzungen auf Lebensmittelverpackungen, Fernsehserien über Naturwissenschaftler*innen, Klimawandelproteste, die dazu auffordern, auf die Wissenschaft zu hören, und die aktuelle pandemische Lage, in der wissenschaftliche Erkenntnisse z.B. zur Wirksamkeit von Masken und Impfstoffen das alltägliche Leben zu gestalten scheinen. In einer Kultur, in der politische Entscheidungen wie auch individuelle Entscheidungen stark von naturwissenschaftlichem Wissen beeinflusst sind, können Individuen nur dann mündiges Mitglied der Gesellschaft sein, wenn sie epistemologische und soziologische Kenntnisse zu naturwissenschaftlichem Wissen besitzen (Höttecke und Allchin 2020).

Dies wurde eindrücklich in den letzten zwei Jahren durch die Sars-Cov-2-Pandemie deutlich, in der die Methodenvielfalt der Naturwissenschaften, die Vorläufigkeit von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und die Kontroversen zwischen Expert*innen es sogar Wissenschaftsjournalist*innen schwer machten, naturwissenschaftliches Wissen zu bewerten und sich zu informieren (Stollorz 2021).

Besonders wichtig wird die Vermittlung eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses in Hinblick auf die Sozialen Medien, durch welche die Rolle der wissenschaftlichen Journale und Wissenschaftsjournalist*innen als informierte Gatekeeper stark eingeschränkt wurde, und das Evaluieren naturwissenschaftlichen Wissens hinsichtlich des epistemologischen Wertes auch Laien zufällt (Stollorz 2021; Höttecke und Allchin 2020; Stadtler et al. 2017). Somit wird Wissenschaftsverständnis zur Grundlage einer „aktiven Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung“ (KMK 2004, S. 6), welches als Ziel der naturwissenschaftlichen Bildung innerhalb der Kultusministerkonferenz 2004 festgestellt wurde.

Ein angemessenes Wissenschaftsverständnis kann nur mit Kenntnissen über *Nature of Science* (mit NOS abgekürzt, oder zu Deutsch: Natur der Naturwissenschaften) entstehen. Auch ein Physikunterricht, der nicht die Förderung eines Wissenschaftsverständnisses zum Ziel hat, verstärkt bestimmte Vorstellungen von Physik als wissenschaftliche Disziplin (Billion-Kramer 2021; Gebhard et al. 2017; Höttecke und Schecker 2021). Die Natur der Naturwissenschaften wird im Physikunterricht stets mit unterrichtet. Es ist also notwendig für Lehrkräfte, wissenschaftlich fundierte Kenntnisse hierzu zu haben und diese bewusst in den Unterricht einfließen zu lassen. Dies stellt ein aktuelles Problem der Fachdidaktik dar (Höttecke und Silva 2011). Es gibt bislang nur wenige Forschungsergebnisse zur Natur der Naturwissenschaften im Fach Physik, welche praktische Anwendung finden können.

Deshalb ist das Ziel dieser Arbeit, eine Unterrichtseinheit zu entwickeln und zu erproben, welche das Verständnis von Lernenden zu NOS im Fach Physik fördern kann. Hierzu wird der Design-Based-Research Ansatz (Wilhelm und Hopf 2014) gewählt, bei dem Lösungen zu konkreten Problemen aus der Unterrichtspraxis theoriegeleitet erarbeitet, evaluiert und aufgrund der Evaluationsergebnisse weiterentwickelt werden. Aufgrund des zeitlichen Umfangs der Masterarbeit kann ein weiterentwickeltes Lernarrangement jedoch nicht getestet und evaluiert werden. In der Fachdidaktik werden zur Zeit noch verschiedene Ansätze dazu diskutiert, was unter *Nature of Science* zu verstehen ist und wie dies unterrichtet werden kann (Arndt et al. 2020; Heysel und Bertoldi 2020).

Innerhalb dieser Arbeit wird eine unterrichtliche Einheit vorgestellt, die durch die soziologische Perspektive auf Naturwissenschaften als Ausgangspunkt funktionale NOS-Vorstellungen fördern kann, und mit verbreiteten Modellierungsansätzen zu NOS vereinbar ist. Diese wurde mit zwei Physikkursen der Einführungsphase in Nordrhein-Westfalen durchgeführt und evaluiert. Als Ausgangspunkt dieser wissenschaftlichen Arbeit werden zunächst empirische Ergebnisse zu bestehenden Schüler*innenvorstellungen zu Naturwissenschaften dargestellt und diskutiert. Daraufhin werden verschiedene Modellierungsansätze der Natur der Naturwissenschaften vorgestellt, um als theoretisches Fundament der Unterrichtseinheit zu dienen. Zudem wird bei der Erarbeitung der

Unterrichtseinheit auf aktuellen Erkenntnissen bezüglich der unterrichtlichen Umsetzung von NOS-Inhalten aufgebaut. Die Evaluation des Unterrichtsansatzes findet mit einem Mixed-Methods Ansatz nach Kuckartz (2014) statt. Zuletzt werden Möglichkeiten der Weiterentwicklung der Unterrichtseinheit aufgezeigt.

2. Schüler*innenvorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften

Die Vorstellungen von Schüler*innen zur Natur der Naturwissenschaften werden empirisch seit vielen Jahren auf unterschiedliche Weisen erhoben (Höttecke und Hopf 2018; Höttecke 2001). Es können dabei Zeichnungen von Schüler*innen zu Naturwissenschaftler*innen (Kelly 2018) und zur Entwicklung der Naturwissenschaften (Henke und Höttecke 2013) untersucht oder Interviews geführt werden (Krüger 2017). Oder es können, basierend auf einem theoretischen Konstrukt zur NOS, Fragebogenerhebungen durchgeführt werden (Lederman et al. 2002; Urhahne et al. 2008). Abhängig von der Art der Erhebung werden unterschiedliche Aspekte der NOS untersucht. Innerhalb dieses Abschnitts werden auch einige, für das Wissenschaftsverständnis problematische, jedoch weitverbreitete Vorstellungen dargestellt.

Es ist darauf hinzuweisen, dass nicht davon auszugehen ist, dass Vorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften kohärent sind (Höttecke und Hopf 2018). Schüler*innen könnten unter anderem davon ausgehen, dass naturwissenschaftliches Wissen in der Schule zwar etwas Festes ist, jedoch naturwissenschaftliches Wissen in aktueller Forschung durchaus ausgehandelt und konstruiert wird. Erhobene Vorstellungen geben also stets nur einen kleinen Einblick in das Verständnis zur Natur der Naturwissenschaften.

Ihren Ursprung finden Schüler*innenvorstellungen nicht nur im naturwissenschaftlichen Schulunterricht sondern auch in medialen Repräsentationen von Naturwissenschaften und Naturwissenschaftler*innen (Allchin 2013; Hüppauf und Weingart 2009). Es kann ein deutlicher Unterschied zwischen dem in Medien dargestellten Bild und dem Selbstbild der Wissenschaftler*innen festgestellt werden (Hüppauf und Weingart 2009). Dies ist ein weiterer Grund, im Schulunterricht das Unterrichten der Natur der Naturwissenschaften zu priorisieren und gegen das weniger realistische, mediale Bild der Wissenschaften zu wirken, um so ein funktionales Wissenschaftsverständnis zu ermöglichen. Ein Zusammenhang zwischen dem Bild von Wissenschaftler*innen in Medien und den Vorstellungen von Schüler*innen kann gefunden werden. So sind über 80% der Wissenschaftler*innen in Spielfilmen männlich (Weingart 2003) und innerhalb des Draw-A-Scientist-Tests zeichnen ca. 72% der Schüler*innen wissenschaftstreibende Personen als männlich (Miller et al. 2018). Dabei liegt der

Anteil der männlichen, wissenschaftlichen Mitarbeitenden an deutschen Hochschulen deutlich niedriger bei 56,5% (Statistisches Bundesamt 2022).

Außerdem besitzen viele Schüler*innen die Vorstellung, dass naturwissenschaftliches Arbeiten wenig schöpferisch-gestaltendes Denken bedarf, da die in der Natur vorliegende Daten von Naturwissenschaftler*innen „nur“ passiv erfasst und zusammengetragen werden müssen (Höttecke und Hopf 2018). Diese Vorstellung der Schüler steht im Gegensatz zum gängigen Verständnis von NOS (McComas und Olson 2002), in dem vor allem die schöpferisch-gestaltende, kreative Komponente zentraler Teil des wissenschaftlichen Arbeitens ist.

Die Tendenz der Schüler*innen, Naturwissenschaften als rein auf Daten und Fakten basierend anzusehen, findet sich auch in anderen Vorstellungen wieder. So haben Schüler*innen oft die Vorstellung, dass naturwissenschaftliche Gesetze in der Natur stecken und nur gefunden werden müssen. Naturwissenschaftliches Wissen ist somit etwas Festes und Unveränderliches, das die Wirklichkeit unmittelbar abbildet (Höttecke 2001). Dies zeichnet sich dadurch aus, dass das Wissen, das in Lehrbüchern zu finden ist, als unveränderlich und immer wahr angesehen wird. Naturwissenschaftliches Wissen ist jedoch gerade dadurch gekennzeichnet, vorläufig zu sein und im sozialen Gefüge der Wissenschaftsgemeinde ausgehandelt zu werden (Kuhn 1962; Fleck 1935; Lederman et al. 2002).

Mit Hinblick auf das Bewerten wissenschaftlicher Kontroversen ist dies vor Allem ein zentraler Aspekt eines funktionalen Wissenschaftsverständnisses und somit zentrales Problem naiver Schüler*innenvorstellungen. Demnach sind soziale Aspekte in den Naturwissenschaften nur relevant, wenn noch nicht alle Fakten bekannt sind und so können im Allgemeinen außerwissenschaftliche Faktoren die Forschung nicht beeinflussen (Lederman et al. 2002). Die Fokussierung auf Daten und Fakten wird vor Allem im Glauben an die eine, wissenschaftliche Methode deutlich (Höttecke und Hopf 2018), nach der naturwissenschaftliche Forschung aus der Abfolge fester Schritte besteht. Diese Vorstellung kann auch aus einem naturwissenschaftlichem Unterricht entspringen, in dem repetitive, induktive Forschungsmethoden oft eine zentrale Rolle spielen (Seidel et al. 2006).

Auch die Vorstellungen zu Tätigkeitsfeldern von Naturwissenschaftler*innen können Hinweise darauf geben, welche Vorstellungen Schüler*innen zu NOS haben. Nach Leiß (2020) können die Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen in Tätigkeitsbereiche nach dem RIASEN-Modell nach Holland (1997) unterteilt werden. RIASEN steht für *realistic* (zu Deutsch: handwerklich), *investigative* (zu Deutsch: analytisch), *artistic* (zu Deutsch: künstlerisch), *social* (zu Deutsch: sozial), *enterprising* (zu Deutsch: unternehmerisch) und *networking* (zu Deutsch: vernetzend). Demnach können viele Tätigkeiten einer dieser Kategorien zugeordnet werden. Schüler*innen haben nach Wentorf et al. (2015) vor allem ein Bild vom Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftler*innen, welches den Tätigkeitsfeldern *realistic*

und *investigative* zugeordnet werden kann. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass Schüler*innen davon ausgehen, dass die Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen von der Arbeit im Labor, der Arbeit mit Formeln und der Durchführung von Berechnungen geprägt seien (Wentorf et al. 2015). Dies ist wiederum auf das Zusammentragen von Daten und Fakten der Naturwissenschaften zurückzuführen. Tätigkeiten, die dem Bereich *enterprising* zugeordnet werden, werden trotz ihrer tatsächlichen Relevanz in der Naturwissenschaft von Schüler*innen als nicht relevant angesehen. Es zeigt sich also, dass Schüler*innenvorstellungen zu NOS oft undifferenziert bleiben und vor allem der unternehmerische Aspekt wissenschaftlicher Forschung und die soziale Konstruktion naturwissenschaftlichen Wissens einen blinden Fleck darstellt.

3. Natur der Naturwissenschaften

Um Lernenden ein differenziertes NOS-Verständnis vermitteln zu können, muss zunächst klar sein, was die Natur der Naturwissenschaften eigentlich ist. Da es sich bei NOS um eine Schnittmenge verschiedener Disziplinen, der Geschichte, Psychologie, Soziologie und Philosophie der Wissenschaft und Naturwissenschaften selbst handelt, ist es eine besondere Herausforderung, NOS eindeutig zu definieren (McComas und Olson 2002). Die Natur der Naturwissenschaften gibt Antwort darauf, „was Naturwissenschaften sind, womit sie sich befassen und wie und warum man dort forscht und arbeitet“ (Gebhard et al. 2017, S. 86). Zu einem differenzierten NOS-Verständnis gehört unter anderem ein „Verständnis über naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung, über soziale Strukturen innerhalb der Naturwissenschaften und über den epistemischen Status naturwissenschaftlicher Aussagen“ (Heering und Kremer 2018, S. 105). Dies ermöglicht es dann Schüler*innen, Grenzen und Ursprung naturwissenschaftlichen Wissens und Handels reflektieren zu können. Dadurch kann zwischen guter, schlechter und Pseudo-Wissenschaft unterschieden und somit der Wahrheitsgehalt von Erkenntnissen, die z.B. für persönliche und öffentliche Entscheidungen relevant sind, kritisch hinterfragt werden (Gebhard et al. 2017).

Die verschiedenen Disziplinen, die zur Natur der Naturwissenschaften forschen, haben kein einheitliches Bild der Naturwissenschaften geschaffen, sondern unterschiedliche Zugänge (Gebhard et al. 2017). Diese müssen innerhalb der Didaktik der Naturwissenschaften zu einem Modell der NOS für den Unterricht zusammengeführt werden. Auch dies hat jedoch noch keine einheitliche Modellierung hervorgebracht (Heysel und Bertoldi 2020). In diesem Kapitel werden verschiedene Modellierungsansätze und Zugänge zu NOS dargestellt und diskutiert.

3.1. Modellierungsansätze zur Natur der Naturwissenschaften

Die Fachdidaktik wird von vier Modellierungsansätzen geprägt (Arndt et al. 2020). Diese sind als *Minimalkonsens-Ansatz* (Arndt et al. 2020; Lederman et al. 2002; McComas 2002), *Whole-Science-Ansatz* (Allchin 2012), *Family-Resemblance-Ansatz* (Dagher und Erduran 2016) und *Narrativer-Ansatz* (Adúriz-Bravo 2014) bekannt. Jeweils zwei der vier Ansätze ähneln sich dabei sehr. Sowohl beim Minimalkonsens- als auch beim Family-Resemblance-Ansatz werden unstrittige, innerhalb der Wissenschaft konsensfähige Eigenschaften der Naturwissenschaften erarbeitet und in Listen festgehalten (Heering und Kremer 2018).

Der Family-Resemblance-Ansatz unterscheidet sich insoweit vom Minimalkonsens, als dass die Familienähnlichkeit nach Wittgenstein (Wittgenstein 2019), auf naturwissenschaftliche Disziplinen angewandt wird und somit nicht alle Eigenschaften von allen Disziplinen erfüllt werden müssen (Dagher und Erduran 2016). Dadurch kann die Vielfalt naturwissenschaftlicher Forschung ebenfalls dargestellt werden. Zudem wird zwischen Naturwissenschaft als kognitiv-epistemisches System und Naturwissenschaft als sozial-institutionelles System klar unterschieden und die Eigenschaften entstehen somit aus den beiden Dimensionen der Naturwissenschaft und stehen miteinander klarer in Verbindung (Dagher und Erduran 2016). Nichtsdestotrotz gehen beide Ansätze strukturierend und Kategorie-bildend vor und basieren auf abstrahierten Aspekten der NOS. Das Vorgehen des Family-Resemblance- und des Minimalkonsens-Ansatzes kann als deduktiv klassifiziert werden (Heering und Kremer 2018).

Der Whole-Science- und der Narrative-Ansatz verfolgen ein induktives Vorgehen (Heering und Kremer 2018). Durch explizite Fallstudien (Allchin 2013) und verschiedene Geschichten (Adúriz-Bravo 2014), werden bei diesen beiden Ansätzen im Unterricht anhand von Einzelfällen Charakteristika der NOS erarbeitet. Dabei kommt der Auswahl und Präsentation der Fallstudien eine besondere Relevanz zu, weil durch diese die Natur der Naturwissenschaften vermittelt wird (Allchin 2013). Somit stützen sich diese beiden Ansätze auch auf Konsenslisten, um Einzelfälle auszuwählen, in denen Eigenschaften der NOS z.B. nach Lederman et al. (2002) vertreten sind. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass NOS kontextabhängig unterrichtet werden muss, um zu einem funktionalen Wissenschaftsverständnis beizutragen (Allchin 2012). Im Folgenden werden der Minimalkonsens- und der Whole-Science-Ansatz als Repräsentanten der beiden unterschiedlichen Herangehensweisen detailliert dargestellt.

3.1.1. Minimalkonsens

Der Minimalkonsens-Ansatz zeichnet sich durch eine Liste (innerhalb der Wissenschaft) konsensfähiger Eigenschaften der Natur der Naturwissenschaften aus. Dabei steht im Fokus der Erstellung einer Liste, dass diese für den Einsatz innerhalb der Schulbildung brauchbar ist, also von Lehrpersonen bei der

Planung von Unterricht genutzt werden kann, da sie der didaktischen Rekonstruktion von NOS dienen kann (Lederman et al. 2002; McComas 2020). Das Ziel besteht also nicht darin, ein ganzheitliches, philosophisch einwandfreies Bild der Naturwissenschaften zu erarbeiten, sondern Charakteristika festzustellen, die geeignet für den einführenden naturwissenschaftlichen Unterricht sind und somit unproblematisch in diesen integriert werden können (Lederman und Lederman 2019). Solche Minimalkonsenslisten wurden zu Beginn der 2000er Jahre von unterschiedlichen Forschungsgruppen erstellt. Dabei wurden Reformdokumente (Lederman et al. 2002), Lehrpläne (McComas 2002) und Expert*innen Aussagen zu NOS (Osborne et al. 2003) analysiert, um konsensfähige Eigenschaften der NOS zu erarbeiten. Trotz der unterschiedlichen Analysegegenstände ähneln sich alle Konsenslisten inhaltlich sehr, und es können sechs Eigenschaften der NOS in allen drei Listen wiedergefunden werden (Koska und Krüger 2012):

1. Naturwissenschaften sind durch Methodenvielfalt gekennzeichnet.
2. Theorien und Gesetze sind unterschiedliche Wissensformen.
3. Naturwissenschaftliches Wissen ist vorläufig.
4. Naturwissenschaftliches Wissen kommt nur durch Kreativität und Vorstellungskraft zustande.
5. Es wird zwischen Beobachtung und Schlussfolgerung unterschieden.
6. Naturwissenschaften stehen unter einem sozialen und kulturellen Einfluss.

Basierend auf diesen Eigenschaften und um die Theoriegeladenheit wissenschaftlichen Wissens erweitert, konnten auch Testinstrumente zur Erhebung der Vorstellungen zu NOS erstellt werden (Lederman et al. 2002).

Durch den Minimalkonsens-Ansatz ist es möglich, minimale Ziele dessen, was Schüler*innen im naturwissenschaftlichen Unterricht über NOS lernen sollen, festzulegen. Es wird jedoch nicht klar, wie die NOS-Elemente in den Unterricht eingebracht werden sollen. Lederman und Lederman (2019) weisen darauf hin, dass die NOS-Charakteristika explizit und reflektierend im Unterricht Platz finden müssen. Dennoch bleibt es den Lehrpersonen überlassen festzulegen, wie dies stattfinden kann. Dabei zeigt sich, dass ein ausgeprägtes NOS-Verständnis bei Lehrpersonen nicht zwingend dazu führt, dass die Natur der Naturwissenschaften ausreichend im Unterricht behandelt wird (Bartos und Lederman 2014). Zudem wird kritisiert, dass der Minimalkonsens-Ansatz dazu verleitet, Schüler*innen deklaratives Wissen zu NOS, jedoch kein prozedurales Wissen zu vermitteln (Allchin 2013). Damit ist gemeint, dass dieser Ansatz dazu verleiten könnte, die Lernenden die Eigenschaften der NOS auswendig lernen zu lassen. Das führt zwar dazu, dass sie die Eigenschaften der NOS kennen, aber befähigt sie vermutlich nicht, diese nutzen zu können, um zwischen vertrauenswürdigen und nicht vertrauenswürdigen Erkenntnissen zu unterscheiden. Minimalkonsens-Befürworter*innen plädieren allerdings stets dafür, dass dieser Ansatz eben nur ein Ausgangspunkt für das Unterrichten von NOS

darstellt, und ausgehend davon Möglichkeiten gefunden werden müssen, Schüler*innen nicht nur deklaratives Wissen, sondern ein funktionales Wissenschaftsverständnis zu vermitteln (McComas 2020).

3.1.2. Whole Science

Der Whole-Science-Ansatz richtet sich nicht danach, über welches NOS-Wissen Konsens besteht, sondern welche Kompetenzen durch NOS vermittelt werden sollen (Allchin 2012). Dabei steht das Bewerten von naturwissenschaftlichen Fakten und das begründbare Vertrauen in Naturwissenschaften im Zentrum dessen, was Schüler*innen durch den naturwissenschaftlichen Unterricht können sollen (Allchin 2020b). Es wird davon ausgegangen, dass Wissen über NOS nicht ausreichend ist, um Bildungsziele zu erreichen, sondern dass ein funktionales Wissenschaftsverständnis nur erreicht werden kann, wenn im Unterricht ein ganzheitliches Bild der Naturwissenschaften dargestellt wird, das über konsensfähige Eigenschaften hinausgeht (Allchin 2013). Dass NOS-Wissen nur wenig Einfluss auf persönliche Entscheidungen hat, wurde von Bell und Lederman (2003) festgestellt. Somit ist die Argumentation durchaus ernst zu nehmen, dass die Vermittlung von NOS-Wissen nicht ausreicht, um Bildungsziele zu erreichen. Allchin (2020a) plädiert dafür, Naturwissenschaften nicht durch bestimmte Eigenschaften zu Kennzeichnen oder zu versuchen durch NOS-Charakteristika Naturwissenschaften von Pseudowissenschaften zu trennen, sondern durch historische Fallbeispiele zu Naturwissenschaften ein Verständnis der Produktion naturwissenschaftlichen Wissens und der sie beeinflussenden Faktoren zu entwickeln (Heering und Kremer 2018). Durch die Fallstudien werden soziokulturelle, empirische und konzeptuelle Dimensionen verbunden und können nicht länger isoliert voneinander betrachtet werden. Durch diesen Ansatz soll es gelingen, Naturwissenschaften ganzheitlich darzustellen und damit ein kontextuelles, funktionales NOS-Verständnis zu generieren. Bei der Auswahl der Fallstudien stützt sich Allchin (2013) größtenteils auf die in 3.1.1. dargestellten Minimalkonsens-Listen.

Man kann diesen Ansatz also als eine Art Erweiterung des Minimalkonsens-Ansatzes sehen, der Anweisungen enthält, wie NOS-Wissen unterrichtet werden soll, um ein funktionales Verständnis zu entwickeln. Durch die historische, gelebte Forschungspraxis lassen sich die Basisprinzipien der NOS aus 3.1.1. vor dem gesellschaftlichen Hintergrund abstrahieren und reflektieren (Arndt et al. 2020). Die Bedeutung des gesellschaftlichen Hintergrundes stellt die zentrale Erweiterung des Minimalkonsens dar. Es wird argumentiert, dass der Minimalkonsens die unternehmerische Dimension nicht abbildet, die den Naturwissenschaften vor dem gesellschaftlichen Hintergrund zukommt (Dagher und Erduran 2016). So spielt zum Beispiel Finanzierung eine zentrale Rolle dafür, in welchem Umfang woran geforscht wird. Im Unterricht ist es dabei wichtig, die Lernenden selbst an den Fallstudien arbeiten zu lassen, um so Naturwissenschaften als „science in the making“ (Allchin 2013) darzustellen und die

Lernenden innerhalb des Kontextes naturwissenschaftliche Erkenntnisprozesse erleben zu lassen. Nur dadurch werden sie befähigt, aktuell relevante, naturwissenschaftliche Erkenntnisprozesse zu beurteilen.

Kritisiert wird dieser Ansatz jedoch dafür, diffus und wenig fassbar zu sein (Arndt et al. 2020). Zudem ist die Wirksamkeit des Ansatzes noch nicht empirisch erforscht (Allchin 2012). Die Planung und Umsetzung eines solchen Unterrichtsansatzes erfordert von Lehrpersonen ein sehr hohes historisches Verständnis, ein ausgeprägtes NOS-Verständnis und einen großen Zeitaufwand, wodurch der praktische Einsatz im Unterricht in Frage zu stellen ist (Arndt et al. 2020).

3.2. Perspektiven auf Naturwissenschaften

Trotzdem es zum Thema Natur der Naturwissenschaften umfangreiche, konzeptionelle Literatur und dokumentierte Unterrichtsbeispiele gibt, gibt es kein klares Bild dessen, wie NOS im Unterricht behandelt werden könnte. Alle vorgestellten Modellierungs-Ansätze weisen Probleme auf, wenn es darum geht, Vorstellungen zu NOS in deutschen Gymnasien und Gesamtschulen zu fördern. Der Minimalkonsens-Ansatz hat das klare Ziel, NOS-Wissen zu vermitteln anstatt Kompetenzen, was nicht mit der Kompetenzorientierung deutscher Schulen vereinbar ist (Heysel und Bertoldi 2020). Der Whole-Science Ansatz ist zwar kompetenzorientiert. Die Voraussetzungen, um diesen Ansatz im Unterricht umsetzen zu können, sind jedoch durch die deutsche Lehrer*innenbildung nicht gegeben (Billion-Kramer et al. 2020).

An der Universität Bonn wird darum zurzeit an neuen Ansätzen zur unterrichtlichen Behandlung der Natur der Naturwissenschaften geforscht. Dabei wird davon ausgegangen, dass NOS-Inhalte in vier interdependente *Perspektiven auf Naturwissenschaften* unterteilt werden können (Heysel und Bertoldi 2020). Die hier vorgestellte Arbeit fokussiert sich auf die *soziologische Perspektive*. Dabei ist die Arbeit von Zemplén (2009) die Hauptquelle.

3.2.1. Die soziologische Perspektive auf die Natur der Naturwissenschaften

Dass soziologische Überlegungen stets Teil der Natur der Naturwissenschaften sind, wurde in den vorangegangenen Kapiteln schon deutlich. Sowohl im Minimalkonsens als auch im Whole-Science-Ansatz wird der soziale und kulturelle Einfluss auf Naturwissenschaften betont. Naturwissenschaften stellen menschliches, soziales und unternehmerisches Handeln dar, das in Kultur und Gesellschaft eingebettet ist (Allchin 2004). Für das Ziel, Schüler*innen zur Nutzung von NOS zu befähigen und so naturwissenschaftliches Wissen zu beurteilen, ist dieser Aspekt wichtig (Dagher und Erduran 2016). Das Vertrauen in naturwissenschaftliches Wissen, das diesem von Wissenschaftler*innen

entgegengebracht wird, hängt auch von methodologischen und epistemologischen Überlegungen ab, jedoch nicht ausschließlich.

Innerhalb der Naturwissenschaften kommen Wissenschaftler*innen nicht allein auf Basis bestimmter Daten und Fakten zu Wissen, sondern Wissen wird innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft ausgehandelt und gilt erst als Wissen, sobald Konsens darüber besteht (Allchin 2004). Die Idee, dass soziale und kulturelle Werte naturwissenschaftliches Wissen durchdringen und die kulturelle Rahmung aktiv zur naturwissenschaftlichen Wissensproduktion beiträgt, kann auf Fleck (1935) zurückgeführt werden. Sie fand durch die Arbeit von Kuhn (1962) neue Relevanz innerhalb der Debatten um die Natur der Naturwissenschaften. Auch für die aktuelle Diskussion darüber, was Schüler*innen über NOS wissen sollten und wie man dies im Unterricht vermitteln kann, ist diese Idee besonders relevant, die als *soziologische Perspektive* betitelt werden kann. Die grundlegende Idee ist, Lernenden zu vermitteln, dass Naturwissenschaften Teil eines sozialen, kulturellen Systems, nämlich der Gesellschaft sind und als ein solcher Teil selbst ebenfalls ein soziales, kulturelles System darstellen. Somit ist sowohl naturwissenschaftliche Forschung als auch das daraus resultierende Wissen kulturell geprägt und durch soziale Prozesse entstanden. Wenn Lernende dazu befähigt werden sollen, emanzipierter Teil einer von Naturwissenschaften geprägten, modernen Informationsgesellschaft zu sein, ist es essenziell, die Einbettung der Naturwissenschaften innerhalb der Gesellschaft und die daraus resultierenden Wechselwirkungen zu verstehen (Höttecke und Allchin 2020).

Innerhalb unserer Gesellschaft spezialisieren sich Individuen auf bestimmte Bereiche. Somit ist das kollektive Wissen auf bestimmte Gruppen innerhalb der Gesellschaft aufgeteilt (Höttecke und Allchin 2020). Es ist nicht möglich, Expert*in auf allen Gebieten zu sein. Das Vertrauen in die Expertise und das damit einhergehende Wissen einer bestimmten gesellschaftlichen Gruppen ist also von besonderer Bedeutung (Allchin 2020b). Dieses Konzept kann somit auch auf die Naturwissenschaften übertragen werden. Die Wissenschaft stellt ein gesellschaftliches *Funktionssystem* dar, welche die Bereitstellung neuen Wissens zum Ziel hat und Vorgänge im gesellschaftlichen Gesamtsystem danach bewertet, ob diese wahr sind oder nicht (Weingart 2015). Funktionssysteme stellen dabei Teilsysteme des gesellschaftlichen Systems dar, denen bestimmte Funktionen zukommen und deren Kommunikation durch binäre Codes definiert werden kann (Luhmann 2018). Die Idee, dass Wissenschaft kommunikativ durch den binären Code *wahr/unwahr* definiert und als Funktionssystem betrachtet werden kann, geht auf Luhmann (Luhmann 2018) zurück und ist Teil seiner systemischen Theorie der Gesellschaft (Stošić 2017). Demnach bilden die Theorien und Methoden der Naturwissenschaften die Entscheidungsgrundlage dafür, ob Aussagen wahr oder falsch sind, führen aber nicht zu Objektivität – da diese Luhmanns Theorie nach keine Relevanz besitzt – sondern sind Teil eines kommunikativen Programms (Stošić 2017). Unabhängig von der Existenz einer objektiven Wahrheit ist die Einbettung der Naturwissenschaften als Funktionssystem innerhalb der Gesellschaft und die Aufgabe, Wahrheit

(oder wahres Wissen) zu generieren, und die daraus resultierenden Theorien und Methoden, nach denen Wahrheit entschieden wird, ein vielversprechender Zugang zu NOS.

In der funktionalen Differenzierung der Gesellschaft findet sich die Idee des aufgespaltenen, kollektiven Wissens wieder. Daraus folgt als zentrale Aufgabe der Schule, Schüler*innen zu befähigen zu erkennen, wann jemand als Expert*in gilt, und woran man erkennt, dass man dem Wissen einer Person vertrauen kann (Höttecke und Allchin 2020). Dazu reicht es nicht aus, NOS nach einem Minimalkonsens zu unterrichten, da dieser missbraucht werden kann (Zemplén 2009). Die Vorläufigkeit des naturwissenschaftlichen Wissens kann genutzt werden, das Vertrauen in eben jenes unrechtmäßig zu verringern. Auch innerhalb von Pseudowissenschaften kann Kreativität und Methodenvielfalt genutzt und zwischen Gesetzen und Theorien oder Beobachtungen und Schlussfolgerungen unterschieden werden. Soziologische Aspekte, z.B. die sozial legitimierte Zugehörigkeit von Personen zur Gruppe der Naturwissenschaftler*innen, welches sie als Expert*innen für Wissen kennzeichnet, legitimieren jedoch naturwissenschaftliches Wissen als eben jenes und machen es somit möglich, dieses zu beurteilen (Zemplén 2009). Lernenden sollte vermittelt werden, dass Naturwissenschaften innerhalb der Gesellschaft bestimmte Aufgaben erfüllen und Naturwissenschaftler*innen ihren Tätigkeiten als kulturell geprägte Individuen nachgehen. Nur durch diese Hierarchie kann der soziale und kulturelle Einfluss auf Naturwissenschaften verständlich gemacht werden (Allchin 2004). Durch die *soziologische Perspektive* wird es Schüler*innen möglich, naturwissenschaftliche Kontroversen zu verstehen, da das soziale Aushandeln und Konstruieren naturwissenschaftlichen Wissens als zentraler Teil der NOS wahrgenommen wird (Allchin 2004). Es wird klar, dass Naturwissenschaftler*innen auf die Ergebnisse der anderen angewiesen sind, und dass auch innerhalb der Naturwissenschaften Vertrauen und das Erkennen von Expert*innen zentral sind (Höttecke und Allchin 2020). Schüler*innen können mittels der *soziologischen Perspektive* selbst Expert*innen leichter ausmachen, da sie durch die soziale Architektur unserer Gesellschaft verstehen können, wann jemand als Expert*in gilt (Allchin 2020b).

Zemplén (2009) führt aus, wie in einem amerikanischen Gerichtsverfahren 2005 die *soziologische Perspektive* schon herangezogen wird, um eine Antwort darauf zu finden, warum die kreationistische These des *intelligent Designs* als nicht naturwissenschaftlich klassifiziert werden kann. Diese Herangehensweise ist für Lernende auch besonders leicht zugänglich, da sie selbst Teil mindestens eines sozialen Systems – der Schulklasse – und aus dem Alltag vertraut damit sind, Expert*innen – unter Anderem Lehrpersonen – zu vertrauen und sich widersprechende Expert*innenstandpunkte bewerten zu können (Zemplén 2009).

3.2.2. Die soziologische Perspektive als Ausgangspunkt

Die *soziologische Perspektive* bietet nicht nur eine theoretische Rahmung der NOS, welche anstrebt, die mit NOS verbundenen Bildungsziele zu erreichen, sondern auch einen Anschlusspunkt für weitere NOS-Aspekte (Zemplén 2009). Wenn Naturwissenschaften als soziales, kulturgeprägtes Funktionssystem im Unterricht behandelt werden, ergeben sich daraus natürlicherweise weitere Eigenschaften der Naturwissenschaften (Allchin 2004). Allchin (2004) führt an, dass durch die *soziologische Perspektive* wissenschaftliche Irrtümer nicht nur durch methodologische Fehler – auf die sie nicht immer zurückzuführen sind – sondern auch durch soziale und kulturelle Aspekte begründet werden können, was das Verständnis für Irrtümer deutlich erweitert. In diesem Rahmen können jedoch auch methodologische Fehler und somit methodologische Überlegungen im Unterricht behandelt werden. Außerdem macht das Bewusstsein der Naturwissenschaften als soziales System Methoden notwendig, die Rationalität und Objektivität fördern, wenn resultierendes Wissen rational und objektiv sein soll. Deswegen können soziale Faktoren besprochen werden, die Rationalität und Objektivität fördern, wie z.B. das Peer-Review-Verfahren, und naturwissenschaftliche Methoden werden natürlicherweise eingeführt (Allchin 2004; Zemplén 2009). Zudem kann die Einführung in die *soziologische Perspektive* auf Naturwissenschaften auch direkt mit der Frage verbunden werden, was Expert*innen auszeichnet und wann man Wissen vertrauen kann (Zemplén 2009). Wenn die Aufgabe der Naturwissenschaften in der Gesellschaft ist, Wissen zu generieren, dann muss man festlegen, wann man auf die Zuverlässigkeit des generierten Wissens vertrauen kann. So kommt man dazu, das Problem des Vertrauens und der Expert*innen zu reflektieren.

Setzt man also die *soziologische Perspektive* als Ausgangspunkt schulischer Überlegungen zur Natur der Naturwissenschaften, werden dadurch notwendigerweise weitere Überlegungen zu NOS angestoßen, die im Unterricht behandelt werden können. Daraufhin können auch andere NOS-Modellierungen Anwendung finden. Außerdem stehen somit die verschiedenen Perspektiven nicht im Konflikt miteinander. Wenn man mit rein epistemologischen Überlegungen zu NOS beginnt, stehen diese oft im Konflikt mit sozialen Aspekten zu NOS. Epistemologische Überlegungen werden dann als Bild davon übernommen, wie Naturwissenschaften funktionieren sollen, und soziologische Überlegungen als Bild übernommen, wie Naturwissenschaften wirklich funktionieren (Zemplén 2009). Naturwissenschaften wären jedoch ohne soziales, kulturelles System undenkbar. Die sozialen Aspekte der NOS stellen somit nicht Einschränkungen eines Idealen Bildes dar, sondern fördern ein funktionales, realistisches Verständnis der Naturwissenschaften (Zemplén 2009) und können leicht in den Unterricht integriert werden (Allchin 2020b).

4. Wie Lernen über NOS gelingen kann

Empirische Untersuchungen haben gezeigt, dass ein implizites Lernen über die Natur der Naturwissenschaften wenig erfolgreich ist (Billion-Kramer 2021; Gebhard et al. 2017; Höttecke und Schecker 2021). Wenn im naturwissenschaftlichen Unterricht also nicht explizit auf NOS-Aspekte hingewiesen, bzw. diese thematisiert werden, bleiben Vorstellungen zu NOS undifferenziert. Außerdem sollten Lernende kognitiv herausgefordert werden und in einem aktiven Prozess NOS-Aspekte erarbeiten (Billion-Kramer 2021). Dies kann geschehen, indem Erkenntnisprozesse hinterfragt oder verglichen werden, oder aus Gelerntem Schlüsse in Bezug auf wissenschaftliche Erkenntnisprozesse gezogen werden. Nur mit expliziter Reflexion kann also das Lernen über die Natur der Naturwissenschaften gelingen (Gebhard et al. 2017).

Explizite Reflexion kann zum einen innerhalb forschend-entdeckenden Unterrichts eine Rolle spielen, als auch Unterrichtsreihen begleiten in Form einer „Gedankenecke“ oder „Reflection Corner“ (Höttecke und Schecker 2021, S. 411). In der Arbeit mit einer Gedankenecke wird der Unterricht immer wieder unterbrochen und sich der Gedankenecke zugewandt, um aus dem Unterricht resultierende Erkenntnisse einer übergeordneten Fragestellung, wie z.B. der Natur der Naturwissenschaften, festzuhalten. Somit ist diese Methode für verschiedene NOS-Ansätze anwendbar.

Ob NOS kontextabhängig oder -unabhängig unterrichtet werden sollte, kann empirisch nicht eindeutig beantwortet werden (Höttecke und Schecker 2021). Nichtsdestotrotz stellen dekontextualisierte Unterrichtseinheiten zu NOS Schüler*innen vor die Herausforderung, Verbindungen zu naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozessen herzustellen (Billion-Kramer 2021). Wenn diese Herausforderung also nicht unterrichtliche Ziele verfolgt, sollten Kontexte angeboten werden.

Auf Schulbücher kann zur Vermittlung von NOS-Inhalten nicht zurückgegriffen werden, da in diesen NOS-Aspekte größtenteils unberücksichtigt bleiben (Billion-Kramer 2021). Es braucht also ein besonderes Engagement der Lehrkräfte, um dieses Defizit auszugleichen. Inwieweit weitere im naturwissenschaftlichen und explizit physikalischen Unterricht gängige heuristische Prinzipien wie z.B. Analogien (Krause 2014) das NOS-Verständnis fördern, ist noch nicht klar, wird aber innerhalb dieser Arbeit untersucht.

5. Forschungsdesign

Aus den vorangegangenen Kapiteln ging hervor, dass eine Diskrepanz zwischen dem tatsächlichen NOS-Verständnis von Schüler*innen und den theoretischen Grundlagen zu NOS existiert. Die vorhandenen Konzeptionen zur NOS-Förderung konnten diese Diskrepanz offenbar nicht schließen. Es

fehlen daher weiterhin konkrete Ansätze für die Unterrichtspraxis, wie das NOS-Verständnis von Jugendlichen, insbesondere die *soziologische Perspektive* darin, in der Unterrichtspraxis gefördert werden kann. Durch die *Perspektiven auf Naturwissenschaften* sollen die verschiedenen Zugänge innerhalb eines praxisnahen Modells im Unterricht zugänglich werden. Die *soziologische Perspektive* zeichnet sich dabei durch die hohe Überschneidung zur Lebenswelt der Lernenden und die natürliche Anknüpfungsmöglichkeit weiterer methodologischer Überlegungen zur NOS aus. Sie kann somit in besonderer Weise als Ausgangspunkt einer Unterrichtsreihe genutzt werden.

An der Universität Bonn wird an einem konkreten Konzept zur Förderung des NOS-Verständnisses von Lernenden gearbeitet. Diese wird *EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften* (im Folgenden auch nur als *EduChallenge* bezeichnet) genannt. Dabei handelt es sich um eine Unterrichtsreihe, die für die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe konzipiert wird und zum Ziel hat, mittels einer physikbezogenen Herausforderung die *Perspektiven auf Naturwissenschaften* (siehe 3.2.) für Schüler*innen zugänglich zu machen. Bei der physikbezogenen Herausforderung handelt es sich um die Modellierung einer Wurfbewegung innerhalb einer Sportart. Dabei sollen Lernende selbst forschend tätig werden und durch explizite Reflexionsphasen ihr Verständnis der Natur der Naturwissenschaften vertiefen. Das Forschungsprojekt *EduChallenge*, in welches die hier vorgestellte Arbeit eingegliedert ist, folgt dem Design-Based-Research-Ansatz (DBR). Dies wird in 5.1. begründet, und es werden daraus resultierende Rahmenbedingungen dieses Forschungsdesigns erläutert. Zentral für den DBR ist, dass Interventionsmaßnahmen als theoriegeleitete Lösungen eines konkreten Problems aus der Unterrichtspraxis entwickelt werden, die im Feld, also im realen Unterricht, in enger Kooperation mit Praktikern durchgeführt und evaluiert werden (Wilhelm und Hopf 2014).

5.1. Design Based Research

Das Ziel des Design-Based-Research-Ansatzes ist es, zu Innovation in der Praxis zu führen (Reinmann 2005). Dabei ist „mit Innovationen hier nicht die alleinige Existenz neuer Unterrichtsmaterialien oder didaktischer Erkenntnisse gemeint, sondern dass diese auch ihren Weg in die Praxis finden und dort von den Betroffenen als signifikante Verbesserung wahrgenommen werden müssen“ (Burde 2018, S. 176). Lange Zeit gab es eine Diskrepanz zwischen den aus Forschung gewonnen Erkenntnissen innerhalb der Physikdidaktik und einer Verbesserung der Schulpraxis (Wilhelm und Hopf 2014). Design-Forschung versucht, diese zu schließen.

Das Problem, dass Schüler*innen undifferenzierte NOS-Vorstellungen besitzen, stellt ein konkretes Problem der Unterrichtspraxis dar. Es ist das Ziel der *EduChallenge*, dieses Problem mittels einer neuen NOS-Theorie (den *Perspektiven auf Naturwissenschaften*, siehe 3.2.) und basierend auf der neuen Lerntheorie *Deep Learning* (Sliwka 2018) zu lösen. Nach dem *Deep Learning* wird der Lernprozess von

drei Phasen gekennzeichnet: der Instruktion, der ko-konstruktiven Verarbeitung von Wissen und der Präsentation der erarbeiteten Konzepte (Sliwka 2018, S. 87–113). Dies kann besonders gut innerhalb einer Challenge umgesetzt werden, da sich Schüler*innen hier einer Herausforderung stellen, innerhalb der die ko-konstruktive Verarbeitung von Wissen und die abschließende Präsentation stets Teil der Bearbeitung sind. Um die Herausforderung meistern zu können, bedarf es zu Beginn der Challenge stets der Vermittlung bestimmter Schlüsselkonzepte. Denn wenn die Lernenden die Aufgabe ohne die Erarbeitung neuen Wissens lösen könnten, würde die Aufgabe nicht mehr als Herausforderung klassifiziert werden können.

So eine Challenge stellt im schulischen Kontext ein neues Konzept dar und muss zunächst designed werden, wobei davon auszugehen ist, dass in der Umsetzung eines solchen Designs neue Erkenntnisse entstehen, die zu einer Überarbeitung der Challenge führen. Die Forschung an der *EduChallenge* findet darum mittels des Design-Based-Research-Ansatzes statt. Das konkrete Konzept der *EduChallenge* wurde von Jan Heysel, Inga Woeste, Johanna Rätz und der Autorin dieser Arbeit (Vera Munz) unter Betreuung von Prof. Frank Bertoldi ausgearbeitet. Die Mitarbeitenden fokussierten sich bei der Ausarbeitung dabei jeweils auf eine *Perspektive auf Naturwissenschaften* und auch die Evaluation wird sich in dieser Arbeit nur auf den von mir ausgearbeiteten Teil der *EduChallenge* zur *soziologischen Perspektive* beziehen.

In dieser Arbeit wurde also eine Interventionsmaßnahme entwickelt, welche die Förderung des NOS-Verständnisses der Lernenden mittels der *soziologischen Perspektive* zum Ziel hatte, und diese in realen Unterrichtssituationen durchgeführt. Die Evaluation sollte sowohl summativ als auch formativ stattfinden. Das bedeutet, dass sowohl evaluiert wurde, inwieweit Unterrichtsziele erreicht wurden als auch wie die Unterrichtseinheit weiterentwickelt werden kann. In DBR „[finden] Entwicklung und Forschung in kontinuierlichen Zyklen aus Design, Umsetzung, Analyse und Re-Design statt“ (Wilhelm und Hopf 2014, S. 33). Diese Arbeit beinhaltet allerdings nur einen Zyklus, der jedoch im Rahmen der *EduChallenge* Teil weiterer Zyklen sein wird.

5.1.1. Entwicklung der Unterrichtseinheit

Innerhalb der *soziologischen Perspektive* auf Naturwissenschaften besteht nach 3.2.1. das konkrete Unterrichtsziel darin, dass Schüler*innen ein Bewusstsein für die soziale und kulturelle Prägung der Naturwissenschaften und die damit verbundene Eingebundenheit der Naturwissenschaften in der Gesellschaft entwickeln. Hierzu gibt es Ansätze zur konkreten unterrichtlichen Umsetzung u.a. nach Zemplén (2009), in denen aus der Existenz von Expert*innen auch Naturwissenschaften als System von Expert*innen zur Wissensgenerierung klassifiziert wird. Durch die Idee der Expert*innen-Systeme wird sowohl diskutiert, was Expert*innen ausmacht, als auch, dass Naturwissenschaften nur innerhalb

sozialer Systeme bestehen können und welche Chancen und Risiken daraus folgen. Solche Ansätze sind jedoch zu zeitaufwendig - Zempléns (2009) Ansatz besteht aus 10 Stunden à 90 Minuten -, um sie im Physikunterricht in der deutschen Oberstufe umzusetzen. Schüler*innen sollen im Physikunterricht lernen, naturwissenschaftliches Arbeiten zu reflektieren und daraus resultierende Veränderungen im Weltbild innerhalb der kulturellen Entwicklung darzustellen, was ein Bewusstsein für soziale und kulturelle Prägung der Naturwissenschaften voraussetzt. Dieses Ziel stellt jedoch nur einen von 18 Kompetenzbereichen dar, die bis zum Ende der Einführungsphase vermittelt werden sollen (Qua-LiS NRW 2022). Da in solchen Ansätzen kein physikalischer Inhalt vermittelt wird, sind diese also zu zeitaufwendig und nicht im Physikunterricht umsetzbar. Dennoch können sie als Orientierung zur Entwicklung der Unterrichtseinheit in dieser Arbeit dienen. Angelehnt an die Idee der Expert*innen-Systeme, kann die Idee der Funktionssysteme nach Luhmann (siehe 3.2.1.) vermittelt werden. Da diese Theorie jedoch sehr abstrakt ist, wird eine Analogie verwendet, um den Zugang zu erleichtern.

Analogien kommen im Physikunterricht oft und vor allem zum Einsatz, um Erkenntnisprozesse zu erleichtern (Burde 2018). Dies wird dadurch möglich, dass die Ähnlichkeit zweier Bereiche hinsichtlich bestimmter Eigenschaften im Erkenntnisprozess genutzt wird, wobei ein Bereich den Lernenden schon vertraut ist (Duit und Glynn 1995). Das Vertraute wird dabei auch *Ausgangsbereich* und der neue Bereich, der dem Ausgangsbereich ähnelt, wird *Zielbereich* genannt (Burde 2018). Durch die Vertrautheit mit dem Ausgangsbereich werden auch abstrakte Zielbereiche verständlich (Krause 2014). In dieser Arbeit wurde die Analogie des Schulgartens gewählt.

Der Schulgarten sollte als Bereich den Lernenden vertraut sein, da viele Schulen Schulgärten besitzen. Auch wenn dies nicht der Fall ist, stellt die Einbettung in die lebensweltliche Realität der Lernenden eine Vertrautheit mit dem Thema her. Dabei stellt die Schule das übergeordnete Gesamtsystem dar, welche in mehrere Funktionssysteme u.a. den Schulgarten gegliedert ist. Innerhalb des Schulgartens werden Ziele verfolgt, die zum Teil ihren Ursprung innerhalb der Schule aber auch in den Individuen, die im Schulgarten arbeiten, finden. Der Garten selbst kann in verschiedene Teile – den wissenschaftlichen Disziplinen sehr ähnlich – unterteilt werden. Ebenso wie die Naturwissenschaften, hängt auch der Schulgarten von äußerer Finanzierung ab, wodurch die Abhängigkeit anderer Funktionssysteme – für die Wissenschaft z.B. die Abhängigkeit von der Politik (Stošić 2017) – deutlich wird. Durch Überlegungen zur Organisation des Schulgartens und Arbeitsformen in diesem, können ähnliche Überlegungen zum Funktionssystem Wissenschaft zugänglich werden. Auch methodologische Überlegungen können aus der Analogie folgen, da im Garten sichergestellt werden muss, dass sich um die Pflanzen korrekt gekümmert wird, um u.a. Gemüse ernten zu können. Ebenso muss sichergestellt werden, dass „korrekt“ geforscht wird, um vertrauenswürdige Erkenntnisse gewinnen zu können. An dieser Stelle zeichnet sich jedoch die Problematik der Analogie ab. Pflanzen, die das Produkt des Schulgartens sind, stellen ein gegenständliches, für Lernende klar erkennbares Objekt dar, wohingegen

die Natur von Wissen, dem Produkt der Wissenschaft, deutlich abstrakter ist. Dadurch kann allerdings die besondere Relevanz epistemologischer Überlegungen verdeutlicht werden.

Im Rahmen der Lerntheorie *Deep Learning*, sollte einer Instruktion eine ko-konstruktive Verarbeitung des Wissens und zuletzt eine Präsentation eigenständig erarbeiteter Ergebnisse folgen. Um dies einzuhalten, wechseln innerhalb der Unterrichtseinheit Instruktionen und ko-konstruktive Verarbeitungsphasen in Form von Informationsvideos und Bearbeitungsphasen, anhand derer sowohl der Ausgangsbereich aktiviert als auch die Analogie und damit der Zielbereich erarbeitet wird. Die Lernenden arbeiten dabei in Kleingruppen. Zunächst schauen die Lernenden ein Informationsvideo, in dem einige Rahmenbedingungen zu Schulgärten erläutert werden. Dann arbeiten sie kreativ daran, einen eigenen Schulgarten zu designen. Dabei wird Wissen zum Ausgangsbereich aktiviert und die Lernenden machen sich spielerisch Gedanken zur Arbeit in und Organisation von sozialen Systemen. Daraufhin wird auf der Informationsbasis die Analogie zum Funktionssystem Wissenschaft mit Bildern und Texten dargestellt (<https://didaktik.physik.uni-bonn.de/die-wissenschaftslandschaft/>). Durch eine interaktive Aufgabe können die Lernenden die Analogie nachvollziehen und analoge Begriffe in Ausgangs- und Zielbereich zuordnen. Die Präsentation kann aufgrund der Rahmung der übergeordneten Challenge nur innerhalb der Kleingruppen bzw. im Gespräch mit der Lehrperson stattfinden.

5.1.2. Unterrichtseinheit innerhalb der EduChallenge

Innerhalb der *EduChallenge* sollten alle *Perspektiven auf Naturwissenschaften* Teil der Challenge sein und zudem physikalisches Fachwissen zum Thema Newtonsche Mechanik und schiefer Wurf vermittelt werden, um im Physikunterricht der Einführungsphase der Oberstufe in Nordrhein-Westfalen Anwendung zu finden und differenzierte NOS-Vorstellungen zu fördern. Somit werden, im Gegensatz zu dem Vorschlag von Zemplén (2009), physikalische Inhalte mit NOS-Überlegungen verbunden. Hierzu sollten die Lernenden selbstständig eine Wurfbewegung simulieren und über ihre eigene Forschung ein wissenschaftliches Paper innerhalb der Schulklasse „veröffentlichen“. Dem vorgelagert waren Überlegungen zum Falsifikationsprinzip nach Popper (Keuth 2019) und die Analogie des Schulgartens, um vor diesem theoretischen Hintergrund schon während des Forschungsprozesses das eigene Handeln reflektieren zu können.

Die ausgearbeitete Unterrichtsreihe hatte dabei einen Umfang von 9 Unterrichtsstunden à 45 Minuten. Die *soziologische Perspektive* wurde in der dritten Unterrichtsstunde behandelt, nachdem die Schüler*innen zuvor die Newtonschen Axiome und das Falsifikationsprinzip anhand eigener Experimente kennengelernt hatten. Den Lernenden stand zur Bearbeitung der Challenge ein für die Challenge konzipiertes *Laborbuch* (die Seiten zur *soziologischen Perspektive* sind im Anhang in

Abschnitt 9.1. zu finden) und eine digitale Informationsbasis (siehe <https://didaktik.physik.uni-bonn.de/educhallenge-pan/>) in Form von Texten, Erklärvideos, Audiobeiträgen, Schaubildern und interaktiven Aufgaben zur Verfügung. Der Arbeitsprozess konnte somit eigenständig in Kleingruppen stattfinden, da durch das *Laborbuch* der Lernprozess strukturiert war und mittels QR-Codes an den jeweiligen Stellen auf die Informationsbasis verwiesen wurde. Innerhalb des *Laborbuchs* konnten die eigene Forschung und jeweilige Zwischenergebnisse dokumentiert und gesichert werden.

5.2. Forschungsfragen

Entsprechend dem DBR-Ansatz wird das anhand theoretischer Überlegungen entwickelte Unterrichtskonzept einer summativen und formativen Evaluation in der Unterrichtspraxis unterzogen. Um den Lernzuwachs möglichst umfangreich erfassen zu können, wird zur Evaluation ein Mixed-Methods-Ansatz (Kuckartz 2014) verwendet. Es werden also sowohl quantitative als auch qualitative Methoden eingesetzt. Innerhalb der summative Evaluation soll das Erreichen des Unterrichtsziels: *„Die Schüler*innen entwickeln ein Bewusstsein für die soziale und kulturelle Prägung der Naturwissenschaften und die damit verbundene Eingebundenheit der Naturwissenschaften in der Gesellschaft“* überprüft werden. Es ergibt sich also die erste übergeordnete Forschungsfrage:

(F1) Inwieweit wird das Unterrichtsziel erreicht?

Innerhalb der formativen Evaluation sollen Möglichkeiten erarbeitet werden, um die Unterrichtseinheit weiterzuentwickeln. Dabei spielt die Wahrnehmung der Lehrenden und Lernenden eine zentrale Rolle, da (nach 5.1.) die Unterrichtseinheit als merkliche Verbesserung wahrgenommen werden sollte, um in der Praxis Anwendung zu finden. Daraus ergibt sich die zweite Forschungsfrage:

(F2) Wie kann die Unterrichtseinheit weiterentwickelt werden, um in der Praxis Anwendung zu finden und das Unterrichtsziel sicherer zu erreichen?

5.3. Abgeleitete Forschungsfragen und Datenerhebung

Das Erreichen des Unterrichtsziels ist nicht trivial zu evaluieren, da definiert werden muss, wie sich ein Bewusstsein der sozialen und kulturellen Prägung der Naturwissenschaften auszeichnen kann. Es handelt sich bei diesem Bewusstsein also um ein distales Merkmal, welches durch proximale Merkmale gemessen werden kann, die über ein theoretisches Konstrukt mit dem Bewusstsein verbunden sind. Die summative Evaluation findet darum teilweise mittels eines Pre- und Post-Tests statt, um durch die Veränderungen der Testergebnisse Rückschlüsse auf die Auswirkung der Intervention schließen zu können, und teilweise mittels der Auswertung der Bearbeitung der Aufgaben im *Laborbuch* durch die Lernenden. Die formative Evaluation findet basierend auf der Beantwortung der Forschungsfrage (F1)

und mittels Leitfrageninterviews mit den Lehrerinnen und Schüler*innen der beiden Physikkurse statt. Die Lehrerinnen-Interviews wurden nach der Intervention an den jeweiligen Schulen durchgeführt (auch dieser Leitfaden ist in 9.3. zu finden). Alle Interviews wurden aufgezeichnet und transkribiert. An der ersten Erprobung der *EduChallenge* nahmen 35 Schüler*innen teil. 20 des Alexander-von-Humboldt-Gymnasiums (AvH) in Bornheim und 15 des Humboldt-Gymnasiums (HG) in Köln.

5.3.1. Auswertung des Laborbuchs

Um zu überprüfen, inwieweit das Unterrichtsziel erreicht wurde, kann die Analogie genutzt werden, welche darauf basiert, dass sowohl Schulgarten als auch Wissenschaft sozial und kulturell als Teilsysteme eines übergeordneten Systems geprägt sind. Die Analogie ist neu, und auch das explizite Unterrichten soziologischer Eigenschaften der Naturwissenschaften spielt in der deutschen physikdidaktischen Forschung bislang noch keine Rolle. Es ist also davon auszugehen, dass die Lernenden keine differenzierten (vermutlich sogar gar keine) Vorstellungen zur Wissenschaft als Funktionssystem und der Analogie des Schulgartens besitzen. Die Bearbeitung der Aufgabe 6 im *Laborbuch* kann also Aufschluss über das Erreichen des Unterrichtsziels geben, da innerhalb dieser Aufgabe die Lernenden argumentieren sollen, inwieweit sich die Bereiche Schulgarten und Wissenschaft ähnlich sind. Die Aufgabe 6 lautete: „Begründe, warum oder warum nicht Parallelen zwischen Wissenschaft und eurem Schulgarten bestehen.“ (Siehe im Anhang Abschnitt 9.1.). Besteht ein Bewusstsein über die soziale und kulturelle Prägung der Naturwissenschaften, könnte dies in den Antworten der Lernenden wiedergefunden werden. Aus diesen Überlegungen und (F1) ergab sich die abgeleitete Forschungsfrage:

(F3) Inwieweit lässt sich ein Bewusstsein über die soziale und kulturelle Prägung der Naturwissenschaften in der Bearbeitung der Aufgabe 6 im *Laborbuch* nachweisen?

Zur Beantwortung von (F3) wurden die *Laborbücher* von 30 Schüler*innen nach Abschluss der Unterrichtsreihe fotografiert und die Antworten zu Aufgabe 6 digitalisiert. Zur weiteren Validierung dieser Evaluationsmethode wurden in der letzten Unterrichtsstunde der Intervention strukturierte Leitfragen-Interviews mit den Schüler*innen innerhalb der Kleingruppen durchgeführt. Es wurden alle Schüler*innen des AvH und 9 Schüler*innen aus drei Kleingruppen des HG interviewt. Der Interviewleitfragen ist im Anhang in Abschnitt 9.3. zu finden. Für diese Arbeit relevant sind die Fragen zum Konzept der Funktion der Wissenschaft. Innerhalb der Interviews wurden offene Fragen zur *EduChallenge* gestellt, in denen die Lernenden erklären sollten, was in den einzelnen Stunden der *EduChallenge* gemacht wurde und was sie inhaltlich aus der Challenge mitnehmen

5.3.2. Transferfrage zum IPCC im Pre-Post-Test

Vorstellungen zur Eingebundenheit der Naturwissenschaften in der Gesellschaft wurden mittels einer Frage zum *Intergovernmental Panel on Climate Change* (auch IPCC oder Weltklimarat genannt) im Pre- und Post-Test erfasst. Der Klimawandel stellt ein aktuelles Problem dar, für welches die Wechselwirkungen zwischen Naturwissenschaften und Gesellschaft eine besondere Rolle spielen. Anhand der Vorstellungen der Lernenden zu den Zielen des IPCC können Rückschlüsse auf die Vorstellungen der Lernenden zur Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft gezogen werden. Aus diesen Überlegungen und zur Beantwortung von (F1) ergab sich die abgeleitete Forschungsfrage:

(F4) Wie verändern sich die Vorstellungen zu Zielen des IPCC durch die Intervention?

In der Unterrichtsstunde vor der Intervention wurde ein Pre-Test und in der Unterrichtsstunde nach der Intervention ein (bis auf einen Feedback-Teil) identischer Post-Test mit den teilnehmenden Schüler*innen durchgeführt. An Pre- und Post-Test nahmen nur 31 Schüler*innen teil, da bei beiden Erhebungen einzelne Schüler*innen fehlten. Der Test bestand dabei sowohl aus Likert-Items als auch aus offenen Essay-Fragen und ist im Anhang im Abschnitt 9.2. zu finden. Die IPCC-Frage ist darin unter Frage **6**) das zweite Item. Den Schüler*innen wurde die Möglichkeit gegeben, Fragen mit einem ‚X‘ oder einem ‚Z‘ zu beantworten, wenn sie die Frage nicht beantworten konnten oder wollten, oder aufgrund zeitlicher Einschränkungen – die Dauer der Unterrichtsstunde konnte nicht überschritten werden - die Frage nicht beantworten konnten. Die Leitfrageninterviews wurden auch zur Validierung des neu konzipierten Testinstruments eingesetzt.

5.3.3. Vorstellungen zu Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen

Vorstellungen zu den Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen können (nach Abschnitt 2.) ebenfalls Teil dessen sein, wie sich das Bewusstsein der sozialen und kulturellen Prägung der Naturwissenschaften äußern kann. Ist die Idee der Wissenschaft als Funktionssystem für die Lernenden zugänglich, so wird klar, dass naturwissenschaftliches Wissen vor Allem durch unternehmerische und kooperative Prozesse entsteht. Die Lernenden sollten also Tätigkeiten die unternehmerischer oder vernetzender Natur sind, wie z.B. „Eine Arbeitsgruppe leiten“ oder „Sich für Besprechungen treffen“ nach der Intervention als relevanter für den Arbeitsalltag von Naturwissenschaftler*innen einstufen als zuvor. Deswegen werden Vorstellungen zu den Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen ebenfalls im Pre- und Post-Test erhoben. Daraus ergibt sich die Forschungsfrage, die ebenfalls zur Beantwortung der Forschungsfrage (F1) dienen kann:

(F5) Wie verändern sich die Vorstellungen der Jugendlichen zu den Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen durch die Intervention?

Dazu wurden im Pre-Post-Test die Vorstellungen zur Relevanz von Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen anhand einer 5-stufigen Likert-Skala (nach Leiß (2020)) erhoben (siehe im Anhang Abschnitt 9.2. Items unter Frage 3)). Um das Testinstrument so kurz wie möglich, aber so lang wie nötig halten zu können, wurde nur die Relevanz von Tätigkeiten der Bereiche *investigative*, *artistic*, *enterprising* und *networking* anhand der Items und Zuordnungen aus (Leiß 2020) erhoben.

5.4. Datenauswertung

Um die Antworten der Lernenden sowohl im Pre-Post-Test als auch in den Interviews und im Laborbuch zuordnen zu können, wurden in allen Erhebungsmethoden die Vor- und Nachnamen der Lernenden erhoben. Aus datenschutzrechtlichen Gründen wurden die Namen zu Beginn der Auswertung durch Codes ersetzt. Dabei wurden die Schüler*innen in Reihenfolge der Abgabe des Pre-Tests durchnummeriert. Es kann somit nicht mehr auf die Namen geschlossen werden. Der/Die Schüler*in, der/die als Erstes abgab wurde mit P01 kodiert, der/die Zweite mit P02 und so weiter.

Die Likert-Items wurden, ihrer Natur nach, quantitativ ausgewertet. Wie in der Literatur üblich wird für die Likert-Skala eine Intervallskalierung angenommen. Die fünfstufige Likert-Skala wird dabei von 1 bis 5 kodiert, wobei hohe Werte auf eine hohe Relevanz der Tätigkeiten im Arbeitsalltag der Naturwissenschaftler*innen hindeuten. Es werden Mittelwerte über alle Schüler*innen für die jeweiligen Tätigkeitsbereiche gebildet und die Werte der Bereiche *enterprising* und *networking* mit den Werten der Bereiche *artistic* und *investigative* verglichen. Wenn sich die Schüler*innen durch die Intervention der sozialen und kulturellen Prägung der Naturwissenschaften bewusst werden, sollten die Werte der Bereiche *enterprising* und *networking* nach der Intervention höher sein als im Pre-Test, wohingegen es keine signifikante Veränderung der Bereiche *artistic* und *investigative* geben sollte. Dies wird mittels eines t-tests nach Welchs Methode (Dümbgen 2016) überprüft.

Die IPCC-Frage im Pre-/Post-Test sowie die Bearbeitung der Aufgabe 6 und die Interviews werden einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022) unterzogen. Die Auswertung der Arbeit im Laborbuch folgt dabei einer evaluativ-qualitativen Inhaltsanalyse (Kuckartz und Rädiker 2022, S. 123–140), da das Ziel ist zu bewerten, wie differenziert die Lernenden begründen. Die Aufgabenstellung selbst verlangt nach Begründungen für Parallelen zwischen Naturwissenschaften und Schulgarten, die innerhalb der Unterrichtseinheit ausschließlich auf sozialen und kulturellen Prägungen thematisiert werden. Folgen dieser Aufgabe differenzierte Begründungen, kann davon ausgegangen werden, dass die zu vermittelnden NOS-Inhalte den Lernenden zugänglich wurden.

Für die Interviews und die IPCC-Frage im Pre-Post-Test wird eine inhaltlich strukturierende, qualitative Inhaltsanalyse (Kuckartz und Rädiker 2022, S. 97–117) durchgeführt, da das Ziel an dieser Stelle eine thematische Analyse ist. Eine inhaltlich strukturierende, qualitative Inhaltsanalyse hat nicht die

Bewertung der Antworten der Lernenden hinsichtlich bestimmter Kriterien zum Ziel, sondern herauszuarbeiten, welche Themen im Material vorkommen. Sowohl bei der IPCC-Frage als auch bei den Interviews soll es nicht darum gehen, wie differenziert die Antworten der Lernenden sind, sondern generell, welche Hauptthemen von den Lernenden aufgegriffen werden. Daraus kann geschlossen werden, wie zugänglich soziale und kulturelle Prägungen der Naturwissenschaften und die Einbettung der Naturwissenschaften in der Gesellschaft für die Lernenden sind. Bei beiden Verfahren wird größtenteils mittels induktiver Kategorienbildung vorgegangen. Somit wird „direkt im Material, den Textstellen, die gemäß der Kategoriendefinition ausgewertet werden sollen, Kategorien formuliert“ (Mayring und Fenzl 2019, S. 637). Jeder Art der Datenerhebung, also Interviews, IPCC-Frage und Bearbeitung der Aufgabe 6, liegt dabei ein anderes Kategoriensystem zugrunde.

6. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den abgeleiteten Forschungsfragen und die Ergebnisse aus den Interviews dargestellt. Auf Basis dieser Ergebnisse können dann die zentralen Forschungsfragen, inwieweit das Unterrichtsziel erreicht wurde und wie das Lernarrangement weiterentwickelt werden sollte, beantwortet werden. Die Beantwortung der zentralen Forschungsfragen selbst folgt dann in Kapitel 7., der Diskussion.

6.1. Auswertung des Laborbuchs

Aus den Antworten der Lernenden auf die Aufgabe 6 konnten fünf Kategorien hinsichtlich der Qualität und Differenziertheit der Antworten der Lernenden induktiv ermittelt werden. Die Kategorie *Parallelen existieren nicht und es wird gut begründet* wurde der Vollständigkeit halber deduktiv ermittelt, da es im Allgemeinen möglich ist, dass Lernenden die Analogie gut begründet als nichtzutreffend ansehen. In Tabelle 1 ist das Kategoriensystem zu finden, welches am Material erarbeitet wurde. Alle Antworten sind im Anhang unter Abschnitt 9.4. aufgelistet. Vier der 30 Schüler*innen haben die Aufgabe gar nicht bearbeitet. Diese werden in der qualitativen Inhaltsanalyse nicht berücksichtigt, da die entsprechenden Schüler*innen in den Stunden zur Schulgarten Analogie gefehlt haben und somit die Evaluation dessen, inwieweit das Unterrichtsziel erreicht wurde, trivial ist.

Bei der Auswertung von Antworten, in denen für Parallelen zwischen Schulgarten und Wissenschaft argumentiert wird, wird zwischen einer guten und einer ausreichenden Begründung unterschieden. Bei der Auswertung von Antworten, in denen nicht für Parallelen zwischen Schulgarten und Wissenschaft argumentiert wird, wird nicht zwischen guten und ausreichenden Begründungen unterschieden. Das wird damit begründet, dass den Lernenden auf der Informationsbasis Argumente hinsichtlich der Parallelen zwischen Schulgarten und Wissenschaft präsentiert werden. Es ist also

möglich für die Lernenden, diese zuvor präsentierten Argumente zu reproduzieren, was zu einer ausreichenden Begründung führt. Durch die Reproduktion der Argumentation sollten die Lernenden die vergleichbaren Eigenschaften der beiden Bereiche zumindest wiederholen, und dies kann zu einem Bewusstsein der sozialen und kulturellen Prägung der Naturwissenschaften entsprechend dem angesetzten Unterrichtsziel beitragen. Wird die Analogie jedoch von den Lernenden nicht als sinnvoll wahrgenommen und kann dies nachvollziehbar begründet werden, so steckt darin eine besondere Eigenleistung die als *gute Begründung* angesehen wird. *Gut* ist in diesem Kategoriensystem also mit *eigenständig und nachvollziehbar* gleichzusetzen. *Befriedigend* ist eine Antwort hingegen, wenn sie *reproduzierend und nachvollziehbar* ist.

Die Verteilung der Kategorien an allen Antworten ist in Abbildung 1 zu finden. Von einer gelungenen Bearbeitung der Aufgabe und damit von einem Bewusstsein der sozialen und kulturellen Prägung der Naturwissenschaften kann ausgegangen werden, wenn die Bearbeitungen den Kategorien *Parallelen existieren und sind gut begründet* oder *Parallelen existieren und sind ausreichend begründet* zugeordnet werden kann. Denn bei diesen Kategorien werden Parallelen nachvollziehbar begründet und die einzig nachvollziehbaren Begründungen beruhen auf sozialen und kulturellen Aspekten beider Bereiche. Das war bei 43% der Antworten der Fall. Etwas mehr als die Hälfte der Schüler*innen (54%) war nach dem Input zur Analogie nicht in der Lage, ausreichend zu begründen, warum die Analogie gerechtfertigt ist, argumentierte aber auch nicht dagegen. Nur ein*e Schüler*in war der Meinung, dass die Analogie nicht gerechtfertigt sei, konnte dies jedoch nicht ausreichend begründen.

Tabelle 1: Kategoriensystem zur Qualität der Antworten der Lernenden zur Begründung von Parallelen zwischen Schulgarten (Ausgangsbereich) und Wissenschaft (Zielbereich)

Kategorie	Definition	Beispiel	Kodierregel
Parallelen existieren und sind gut begründet	Parallelen werden erkannt und eigenständig begründet.	„Es wird etwas auf den Weg gebracht, um daraus etwas zu bekommen. Der Garten wird gebaut, um Essen zu erhalten und es wird ein Modell erstellt, um Wissen dazu zu bekommen und zu belegen. Man muss bei beiden organisieren und koordiniert im Team arbeiten.“ – P05	Es wird explizit darauf hingewiesen, dass Parallelen bestehen oder durch den Vergleich zwischen Garten und Wissenschaft wird deutlich, dass Parallelen bestehen. Die Vergleiche und Begründungen gehen über die Inhalte der Informationsbasis hinaus oder werden anders formuliert.
Parallelen existieren und sind ausreichend begründet	Parallelen werden erkannt und analog zur Informationsbasis begründet.	„Die Forschung/der Garten wird von der Politik/dem Schulverein finanziert. Außerdem gibt es in der Forschung verschiedene Institute, die sich mit verschiedenen Dingen beschäftigen, was in dem Fall die Schüler sind, die verschiedene Aufgaben haben. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse sind die Parallele zu dem Gemüse, da beides das Endprodukt ist.“ – P02	Es wird explizit darauf hingewiesen, dass Parallelen bestehen oder durch den Vergleich zwischen Garten und Wissenschaft wird deutlich, dass Parallelen bestehen. Die Vergleiche und Begründungen werden analog zur Informationsbasis formuliert und gehen nicht über diese hinaus.

Parallelen existieren aber sind nicht ausreichend begründet	Parallelen werden vermutlich erkannt aber nicht ausreichend begründet.	„Man muss sich an bestimmte Vorgaben halten, man hat aber trotzdem die Freiheit zu interpretieren, worauf man lust hat.“ – P03	Es wird darauf hingewiesen, dass Parallelen bestehen, dies wird durch die Vergleiche/Begründungen deutlich oder es wird nicht klar welcher Meinung die Person ist. Die Vergleiche/Begründungen, die angegeben werden, werden nicht ausreichend begründet.
Parallelen existieren nicht aber es wird nicht ausreichend begründet	Parallelen werden nicht erkannt, dies wird nicht ausreichend begründet.	„Ich sehe keine Parallelen zwischen Wissenschaft und Garten, da das eine mit dem anderen nichts zu tun hat.“ – P19	Es wird explizit darauf hingewiesen, dass keine Parallelen bestehen oder durch ein Gegenbeispiel wird deutlich, dass Parallelen zwischen Garten und Wissenschaft nicht zulässig sind. Dies wird jedoch nicht ausreichend begründet.
Parallelen existieren nicht und es wird gut begründet	Parallelen werden nicht erkannt, dies wird ausreichend begründet.	Nicht vorhanden	Es wird explizit darauf hingewiesen, dass keine Parallelen bestehen oder durch ein Gegenbeispiel wird deutlich, dass Parallelen zwischen Garten und Wissenschaft nicht zulässig sind. Dies wird ausreichend begründet.

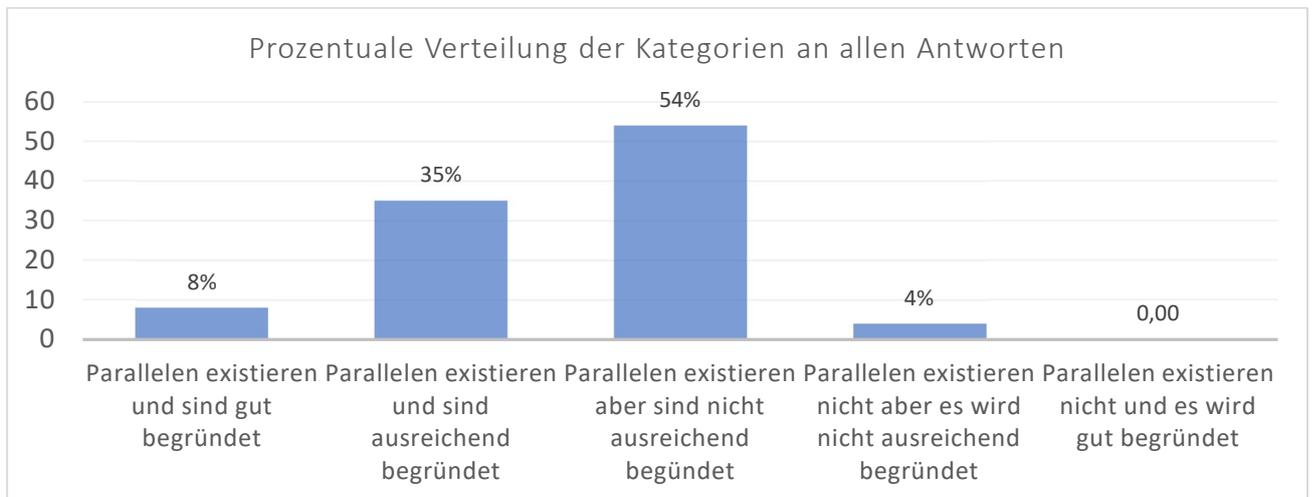


Abbildung 1: Prozentuale Verteilung der in Tabelle 1 dargestellten Kategorien an allen Antworten zu Aufgabe 6 im Laborbuch

6.2. Transferfrage zum IPCC im Pre-Post-Test

Entsprechend der inhaltlich strukturierenden, qualitativen Inhaltsanalyse wurden die Antworten auf die Frage zur Zielsetzung der Arbeit des IPCC nicht auf ihre Differenziertheit untersucht, sondern nur auf die genannten Ziele. Bei der Kategorienbildung wurde hier rein induktiv vorgegangen. Es konnten innerhalb einer Antwort mehrere Ziele genannt werden, somit können einer Antwort mehrere Kategorien zugeordnet werden. Sowohl im Pre- als auch im Post-Test konnten ca. 26% der Antworten

mindestens zwei Kategorien zugeordnet werden. Alle Antworten zu dieser Frage sind im Anhang im Abschnitt 0. zu finden.

Es kann festgestellt werden, dass im Post-Test weniger Schüler*innen unverständliche Angaben zur Zielsetzung machten als im Pre-Test. Im Pre-Test wurden 16 Antworten der Kategorie *Z/X/Unverständlich* zugeordnet, im Post-Test waren es nur noch 11 Antworten. Die Zielsetzungen, die den Einfluss der Wissenschaft auf die Gesellschaft betonen *Aufklären*, *Informieren* und *Gesellschaftliches Handeln beeinflussen* stiegen jeweils um mindestens zwei Nennungen an. Die Nennungen der anderen beiden Kategorien *Vorhersagen* und *Erkenntnisse generieren* nahmen jeweils um eine Nennung ab. Hier ist explizit darauf hinzuweisen, dass alle Jugendlichen, die im Pre-Test Ziele im Einfluss der Wissenschaft auf die Gesellschaft sahen, bei dieser Zielgruppe geblieben sind. Alle Jugendlichen, die im Pre-Test die Zielsetzung in *Erkenntnisse generieren* sahen, die größtenteils eher naiv z.B. mit den Worten „Sie können für die Zukunft des Menschen wichtige Daten ausrechnen“ (P15 siehe im Anhang Abschnitt 9.7.) ausgedrückt wird, nennen im Post-Test Ziele, die den Einfluss der Wissenschaft auf die Gesellschaft betonen. So gibt die zuvor genannte Beispielperson P15 im Post-Test als Ziel an: „Jeder kann sich damit darüber informieren“. Hierbei ist zu beachten, dass diese Antwort noch immer als naiv bezeichnet werden kann, da es vermutlich nicht jedem Menschen möglich ist, auf die Arbeiten des IPCC zuzugreifen und diese zu verstehen. Nichtsdestotrotz kann eine Verschiebung der Vorstellungen der Zielsetzung des IPCC, als die Naturwissenschaften repräsentierende Organisation, in den Antworten der Jugendlichen beobachtet werden. Die Verteilung der Antworten sind in Abbildung 2 zu sehen.

Tabelle 2: Kategoriensystem zur Transferfrage zur Zielsetzung des IPCC im Pre-Post-Test

Kategorie	Definition	Beispiel	Kodierregel
Informieren	Die Zielsetzung wird darin gesehen, Informationen zu veröffentlichen.	"Sie ist die Informationsbasis für die Politik, Firmen und auch Privatpersonen und deren Handlungen." - P29	Diese Kategorie wird vergeben, wenn der Wortstamm "Information" oder Handlungen im Zusammenhang mit "informieren" ohne Verneinungen vorkommen.
Gesellschaftliches Handeln beeinflussen	Die Zielsetzung wird darin gesehen, dass gesellschaftliche Handeln zu beeinflussen.	"Sie kann die Gesellschaft beeinflussen und „lenken“ (mehr E-Autos, mehr Fahrradtouren, mehr Bewusstsein (Bio, Haltung,...,...))" - P13	Diese Kategorie wird vergeben, wenn angegeben wird, dass sich das Verhalten vieler Menschen durch die Arbeit des IPCC ändern soll, damit ist auch das Hinweisen auf Probleme oder das Aufzeigen von neuen Ideen oder Problemlösungen gemeint.
Erkenntnisse generieren	Die Zielsetzung wird darin gesehen, neue Erkenntnisse zu generieren.	"Die Wissenschaft findet Daten heraus um die an „normale“ Mitbürger weiterzugeben" - P26	Diese Kategorie wird vergeben, wenn angegeben wird, dass neue Erkenntnisse, Daten, Fakten, Rechnungen oder Beweise durch die Arbeit des IPCC entstehen.

Aufklären	Die Zielsetzung wird darin gesehen, Nicht-Wissenschaftler*innen über wissenschaftliche Erkenntnisse aufzuklären.	"Aufklärung über die Folgen des Klimawandels." - P33	Diese Kategorie wird vergeben, wenn angegeben wird, dass die Arbeit des IPCC darin besteht, wissenschaftliches Wissen vielen Menschen durch Aufklärung oder Erklärung zugänglich zu machen oder durch die Arbeit des IPCC Aufklärung und Bildung möglich wird.
Vorhersagen	Die Zielsetzung wird darin gesehen, Ereignisse, die in der Zukunft stattfinden vorherzusagen.	"Die Zukunft der Erde vorhersagen." - P12	Diese Kategorie wird vergeben, wenn angegeben wird, dass durch die Arbeit des IPCC Vorhersagen über die Zukunft getroffen werden können.
Z/X/Unverständlich	Es wird in der Antwort keine Zielsetzung genannt.	"Weil ein Peer Review Verfahren eingesetzt wird." - P11	Diese Kategorie wird vergeben, wenn vollständig unklar bleibt, welche Zielsetzung die Lernenden in der Arbeit des IPCC sehen.

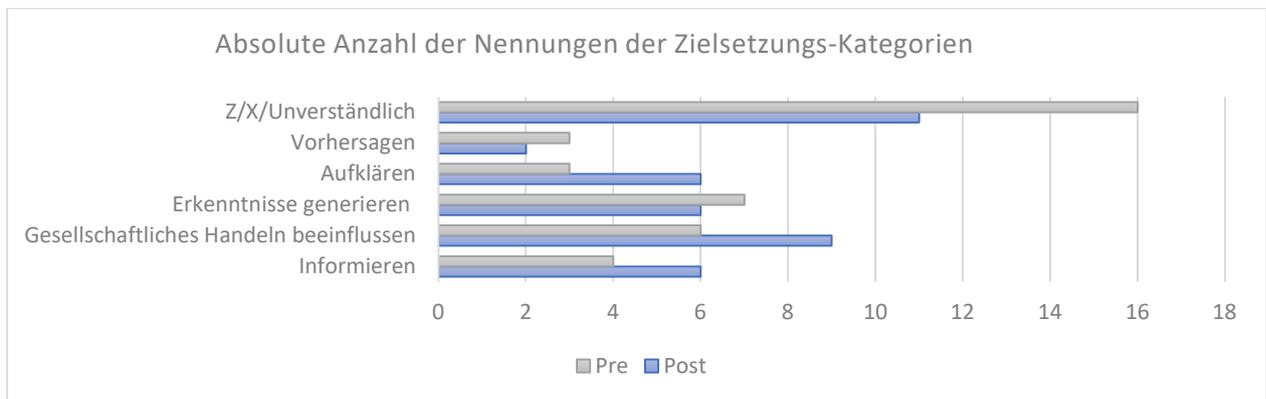


Abbildung 2: Absolute Anzahl der Nennungen der Kategorien zur Zielsetzung des IPCC im Pre- und Post-Test

6.3. Vorstellungen zu Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen

Im Pre-Post-Test wurden außerdem die Vorstellungen zu Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen erhoben. Alle Antworten hierzu sind nach Tätigkeitfeldern sortiert im Anhang in Abschnitt 9.6. zu finden. Die Antworten der Schüler*innen P08, P18, P31 und P35 mussten von der Auswertung ausgeschlossen werden, da diese Auffälligkeiten besaßen, die darauf hinwiesen, dass die Jugendlichen die Items nicht ernsthaft bearbeitet haben. P31 und P35 haben bei allen Items gar nicht oder eher nicht zugestimmt, während P08 allen Items vollständig zugestimmt hat. Bei P18 war die Differenz zwischen den Antworten im Pre- und Post-Test größer als bei allen anderen Teilnehmenden. Darum wurden auch diese Antworten nicht weiter berücksichtigt.

Da der Theorie nach die Relevanz der Bereiche *Networking* und *Enterprising (N&E)* durch die Unterrichtseinheit höher eingeschätzt werden sollten, die Relevanz zu den Bereichen *Artistic* und *Investigative (A&I)* jedoch nicht, werden zunächst diese beiden Paare miteinander mittels Boxplots verglichen. Diese sind in Abbildung 4 und Abbildung 5 zu sehen. Im Pre-Test ist dabei ein deutlicher

Unterschied zwischen *N&E* und *A&I* zu erkennen, wobei die Tätigkeitsfelder *N&E* der Theorie entsprechend (siehe Abschnitt 2.) als weniger relevant eingestuft werden. Der Wert 1 steht für die Ablehnung der Aussage, dass die benannte Tätigkeit im Arbeitsalltag von Naturwissenschaftler*innen relevant ist, der Wert 5 für die volle Zustimmung. Der Mittelwert der Relevanz liegt für *N&E* bei 3,3, der Relevanz dieser Tätigkeiten wird also als nicht zu beurteilen eingeschätzt. Der Relevanz der Tätigkeiten der Felder *A&I* wird mit einem Mittelwert von 3,7 allgemein zugestimmt. Im Post-Test zeichnet sich die Relevanz der Tätigkeitsfelder *A&I* zwar durch eine geringere Streuung aus. Der Mittelwert bleibt identisch zum Pre-Test, wohingegen die Relevanz der Tätigkeitsfelder *N&E* im Mittel zugenommen hat und der Mittelwert nun ebenfalls ca. 3,7 beträgt. Diese Verschiebung der Relevanz ist signifikant. Bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,10$ kann angenommen werden, dass die Relevanz der Tätigkeitsfelder *N&E* im Post-Test tatsächlich als höher eingeschätzt wird als im Pre-Test.

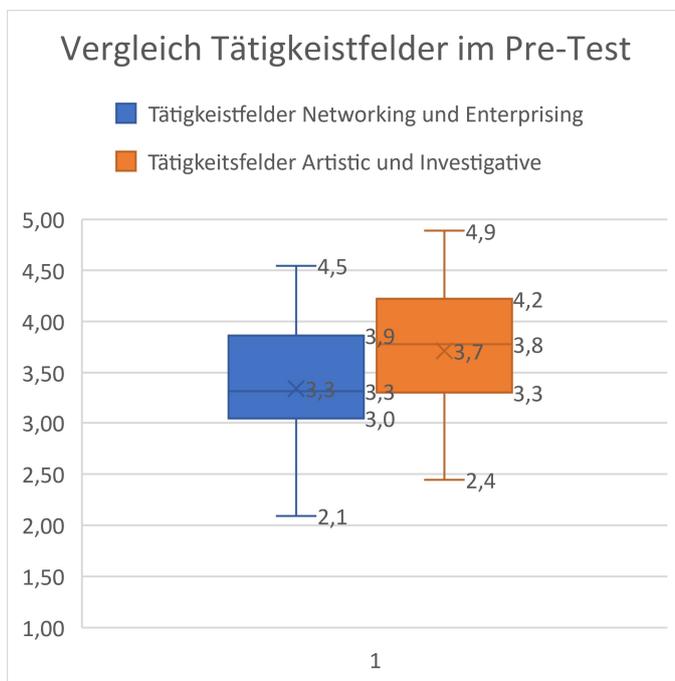


Abbildung 3: Vergleich Tätigkeitsfelder Networking und Enterprising mit den Tätigkeitsfeldern Artistic und Investigative im Pre-Test

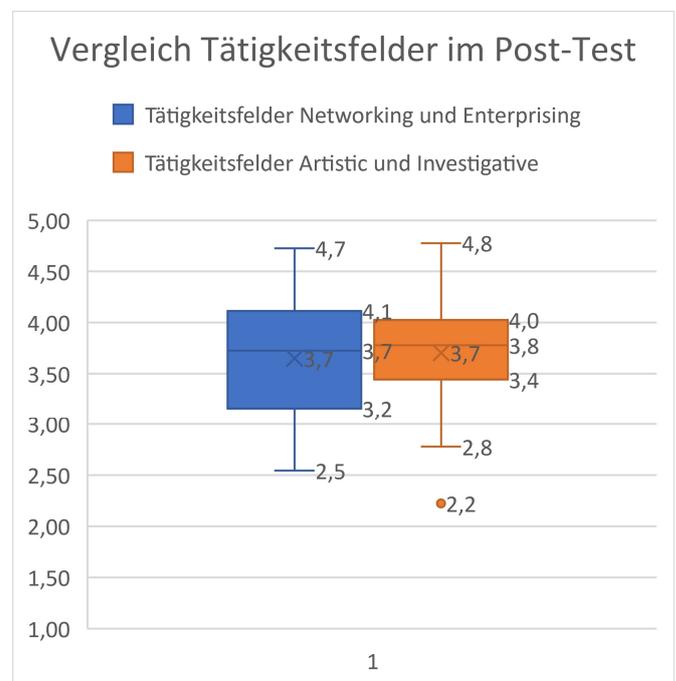


Abbildung 5: Vergleich Tätigkeitsfelder Networking und Enterprising mit den Tätigkeitsfeldern Artistic und Investigative im Post-Test

6.4. Ergebnisse der Schüler*innen Interviews

Zuletzt wurden die Interviews, die mit den Schüler*innen in Kleingruppen geführt wurden, mittels der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Wie zuvor wurde dabei induktiv vorgegangen und Kategorien wurden durch Paraphrasierung und Zusammenfassung am Material gebildet. In Tabelle 3 ist das Kategoriensystem dargestellt. Das hierfür verwendete Interviewmaterial

ist im Anhang im Abschnitt 9.7. zu finden. Innerhalb der Interviews haben einige Schüler*innen im Zusammenhang mit der Schulgarten-Analogie geäußert, dass Wissenschaft durch *Arbeitsteilung* und *Zusammenarbeit* gekennzeichnet ist und einen wichtigen *Beitrag zur Gesellschaft leistet*. Dabei ist besonders die *Zusammenarbeit* für die Schüler*innen relevant. Diese wurde fünfmal und damit von allen Kategorien am häufigsten genannt.

Drei Kategorien sind jedoch mit Blick auf das Erreichen des Unterrichtsziels negativ zu bewerten, diese sind *Garten-Biologie-Wissenschaft*, *Planung Garten* und *Unverständnis*. Innerhalb dieser Kategorien äußern Jugendliche Ideen, die darauf hinweisen, dass die soziale und kulturelle Prägung der Wissenschaft diesen Schüler*innen nicht zugänglich wurde. Insgesamt wurden diese Kategorien allerdings nur fünfmal zugeordnet. Die positiv zu bewertenden Kategorien konnten 13 mal und damit mehr als doppelt so oft vergeben werden. Die Kategorien überwiegen, die auf ein Bewusstsein der sozialen und kulturellen Prägung der Naturwissenschaften hinweisen.

*Tabelle 3: Kategoriensystem der Schüler*innen-Interviews zur Schulgarten-Analogie-Einheit innerhalb der EduChallenge*

Kategorie	Definition	Beispiel	Kodierregel
Arbeitsteilung	Die Lernenden weisen im Interview darauf hin, dass Wissenschaft arbeitsteilig stattfindet.	„Ja, eigentlich schon. Als wir uns darüber informiert haben wie eigentlich wissenschaftliche Prozesse verlaufen, haben wir gelernt, dass Wissenschaftler ja auch immer Aufgaben von anderen... also nehmen wir jetzt mal an, das was wir gemacht haben: wir haben ja jetzt das Video gemacht. Und dann haben Sie ja für die meisten Gruppen die Startgeschwindigkeit ausgerechnet. Also dass so verschiedene Aufgaben übernommen werden und dass sich über Themen ausgetauscht wird“ – Gruppe P01 P04 P07	Diese Kategorie wird vergeben, wenn die Lernenden explizit die Arbeitsteilung in der Wissenschaft ansprechen, oder bei Erklärungen dazu wie Wissenschaftler*innen arbeiten deutlich wird, dass unterschiedliche Personen verschiedene Aufgaben übernehmen, die aufeinander aufbauen.
Zusammenarbeit	Die Lernenden weisen im Interview darauf hin, dass Wissenschaft durch Zusammenarbeit gekennzeichnet ist.	„Also bei der Wissenschaft arbeiten ja alle zusammen und versuchen sich gegenseitig auszutauschen. Oder wie bei dem Peer-Review-Verfahren sich gegenseitig halt Feedback zu geben. Und so genau ist das halt auch bei dem Schulgarten, jetzt in dem Beispiel, dass man halt zusammen sich abspricht, wer was macht und dann halt die Aufgaben verteilt.“ – P20	Diese Kategorie wird vergeben, wenn die Lernenden explizit darauf hinweisen, dass durch die Schulgarten-Analogie die Zusammenarbeit innerhalb der Wissenschaft betont wurde oder die Arbeit in Forschungsgruppen angesprochen wird.

Zusammenarbeit 2: Aufgrund der Komplexität	Die Zusammenarbeit in der Wissenschaft wird mit der Komplexität wissenschaftlichen Handelns begründet.	„Ich glaub auch, dass ähm Wissenschaft immer weiter Teamarbeit wird. Also früher waren irgendwelche Leute mehr alleine, die sich irgendwas überlegt haben, aber mittlerweile sind ja die Themenbereich so komplex das man das auch teilweise alleine einfach nicht mehr schaffen kann.“ – P17	Diese Kategorie wird vergeben, wenn im Gespräch über Teamarbeit die Komplexität der Wissenschaft explizit oder implizit z.B. durch Hinweise auf darauf, dass Einzelpersonen wissenschaftliche Probleme nicht alleine lösen könnten, hingewiesen wird.
Beitrag zur Gesellschaft leisten	Die Lernenden weisen im Interview darauf hin, dass Wissenschaft einen wichtigen Beitrag zur Gesellschaft leistet.	"Bei der Wissenschaft war es jetzt so, dass die Wissenschaft die Gesellschaft voranbringt, mit Fortschritt, also ihre Erkenntnisse veröffentlicht und dann irgendwie von der Gesellschaft finanziert wird" – Gruppe P01 P04 P07	Diese Kategorie wird vergeben, wenn die Wirkung der Wissenschaft auf die Gesellschaft explizit oder implizit angesprochen wird.
Planung ist Teil wissenschaftlichen Handelns	Die Lernenden weisen im Interview darauf hin, dass Planung ein wichtiger Teil wissenschaftlichen Handelns ist.	"Also ich würd sagen das war so wissenschaftliche Planung, also wenn man so ein Forschungsprojekt machen will, dann steckt da ja auch viel Planung dahinter wer welche Rolle übernimmt und wie P17 auch gerade schon gesagt hat mit den verschiedenen Teilbereichen. Also das man halt sowas koordiniert." – P09	Diese Kategorie wird vergeben, wenn die Planung im Gespräch über wissenschaftliches Handeln explizit angesprochen wird.
Garten-Biologie-Wissenschaft	Die Lernenden weisen im Interview darauf hin, dass Ein Garten etwas mit Biologie und somit etwas mit Wissenschaft zu tun hat.	"Und daraus musste man einen Schulgarten machen und das hat mit Wissenschaft zu tun, weil es ein Garten ist also Biologie hat auch mit Wissenschaft zu tun." – P31	Diese Kategorie wird vergeben, wenn die einzige Verbindung zwischen Schulgarten und Wissenschaft in der Biologie gesehen wird.
Planung Garten	Die Lernenden weisen im Interview darauf hin, dass man einen Garten planen muss.	„Ja genau und mit dem sollte man dann einen möglichst guten Schulgarten planen“ – P17	Diese Kategorie wird vergeben, wenn explizit über die Planung des Schulgartens gesprochen wird.

Unverständnis	Die Anmerkungen der Lernenden zur Schulgarten-Analogie sind inhaltlich nicht auswertbar oder zeigen andere Fehlvorstellungen auf.	„Ich habe den Zusammenhang am Anfang halt ehrlich gesagt überhaupt nicht verstanden. Ja also [am Ende war es] schon klarer so, aber ich fand das jetzt nicht so wichtig.“ – P15	Diese Kategorie wird vergeben, wenn die Anmerkungen der Lernenden zur Schulgarten-Analogie darauf hinweisen, dass die Lernenden aus der Unterrichtseinheit kein nutzbares Wissen mitgenommen haben.
----------------------	---	---	---

In den Interviews wurde auch Feedback von den Schüler*innen zu der *EduChallenge* eingeholt. Dieses fiel größtenteils positiv aus, so äußert sich u.a. P11 wie folgt:

P11: [...]ich fands generell eigentlich also es war eigentlich ich weiß nicht, wie ich das sagen soll, aber es war nicht blöd.

Interviewerin: Ist Physikunterricht sonst blöd für dich?

P11: Ne also es kommt drauf an, aber das war eben nicht blöd.

Dennoch wird darauf hingewiesen, dass Plenumsphasen gefehlt haben und die Zeit zur Bearbeitung der Challenge sehr knapp war. Diese beiden Punkte wurde dabei nicht nur von den Schüler*innen, sondern auch von den Lehrer*innen angesprochen (Woeste 2022; Rätz 2022). Folgender Interviewteil kann repräsentativ für diese Äußerungen stehen:

Interviewerin: Was sollte man dann eurer Meinung nach an der Challenge ändern?

P12: Mh vielleicht etwas mehr Zeit dafür einplanen.

P11: Und das ganze vielleicht auch ein bisschen ausführlicher machen. Vielleicht eben auch miteinander und nicht, dass die Gruppen eigentlich alleine und ganz eigenständig arbeiten.

7. Diskussion

Zunächst bezieht sich die Diskussion auf die Beantwortung der Forschungsfrage (F1) beziehen: *Inwieweit wird das Unterrichtsziel erreicht?* Das Unterrichtsziel lautete: *„Die Schüler*innen entwickeln ein Bewusstsein für die soziale und kulturelle Prägung der Naturwissenschaften und die damit verbundene Eingebundenheit der Naturwissenschaften in der Gesellschaft“*. Um dieser Forschungsfrage nachzugehen, wurden drei weitere Forschungsfragen abgeleitet, deren Ergebnisse in Kapitel 6 dargestellt und hier diskutiert werden.

Zu Forschungsfrage (F3): *Inwieweit lässt sich ein Bewusstsein über die soziale und kulturelle Prägung der Naturwissenschaften in der Bearbeitung der Aufgabe 6 im Laborbuch nachweisen?* ist zu sagen, dass anhand der Bearbeitungen der Aufgabe 6 deutliche Unterschiede im Bewusstsein der sozialen

und kulturellen Prägung der Naturwissenschaften bei den Schüler*innen deutlich wurden. Nur bei zwei der 30 Lernenden konnte eine Begründung im Laborbuch festgestellt werden, die einen Schluss auf eine entsprechende Reflektion dahinter erlaubt. Die überwiegende Mehrheit der Schüler*innen hat die angebotene Begründung reproduziert oder nicht nachvollziehbare Begründungen angegeben. Ob die reproduzierten Begründungen auch auf ein Bewusstsein der sozialen und kulturellen Prägung der Naturwissenschaften hinweisen, ist in Anbetracht der durchgeführten Interviews in Frage zu stellen. Die Aussage eines/einer Schüler*in wurde im Interview der Kategorie Unverständnis zugeordnet, die Person begründete Parallelen zwischen Schulgarten und Wissenschaft allerdings ausreichend, also reproduzierend. Da also nicht mal die Hälfte der Lernenden die Schulgarten-Analogie ausreichend begründen konnten, lässt sich anhand der Aufgabe 6 nicht allgemein ein höheres Bewusstsein für die soziale und kulturelle Prägung der Naturwissenschaften nachweisen. Für einige Schüler*innen, u.a. die zwei, die eine gute Begründung angaben, lässt sich allerdings durchaus ein solches Bewusstsein nachweisen.

Auf die Forschungsfrage (F4): *Wie verändern sich die Vorstellungen zu Zielen des IPCC durch die Intervention?* lässt sich antworten, dass sich die Vorstellungen zu Zielen der IPCC durch die Intervention verschieben. Nach der Intervention konnten mehr Jugendliche Ziele angeben und diese wiesen häufiger auf Wechselwirkungen zwischen Naturwissenschaft und Gesellschaft hin. Somit lassen diese Ergebnisse darauf schließen, dass die Vorstellungen der Lernenden zur Wechselwirkung zwischen Naturwissenschaft und Gesellschaft erweitert wurden.

Zuletzt weisen auch die Ergebnisse der Forschungsfrage (F5): *Wie verändern sich die Vorstellungen der Jugendlichen zu den Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen durch die Intervention?* darauf hin, dass das Bewusstsein der sozialen und kulturellen Prägung der Naturwissenschaften der Jugendlichen erweitert wurde. Es lassen sich signifikante Veränderungen in den Vorstellungen zu den Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen durch die Intervention nachweisen. Nach der Intervention werden Tätigkeiten, die den Bereichen *Networking* und *Enterprising* zuzuordnen sind, als deutlich relevanter angesehen als vor der Intervention. Da es sich bei diesen Tätigkeitsfeldern um soziale und kulturell geprägte Tätigkeiten handelt, kann davon ausgegangen werden, dass dies durch ein verändertes Bewusstsein über die Naturwissenschaften hin zu einer stärkeren sozialen und kulturellen Prägung verursacht wurde. Hierbei ist allerdings auf die Einbettung der Schulgarten-Analogie in die *EduChallenge* hinzuweisen. Es bleibt unklar, ob nicht andere Aspekte der *EduChallenge*, wie z.B. die Kleingruppenarbeit, anhand derer die Jugendlichen in ihrer eigenen Forschung Tätigkeiten die als *Networking* und *Enterprising* zu klassifizieren sind ausübten, diese Veränderung bewirkten. Nichtsdestotrotz kann davon ausgegangen werden, dass die Schulgarten-Analogie ebenfalls einen Beitrag zu dieser Verschiebung geleistet hat.

Somit ist zu dem Unterrichtsziels zu sagen, dass dies teilweise erreicht wurde. Während die Ergebnisse zu der IPCC-Frage und den Vorstellungen zu Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen auf ein klares Erreichen des Unterrichtsziels hinweisen, weisen die Ergebnisse zum Laborbuch darauf hin, dass noch nicht alle Schüler*innen das angestrebte Bewusstsein entwickeln. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der Interviews ist aber anzumerken, dass viele Schüler*innen nach der Intervention durchaus ein Bewusstsein für die soziale Prägung der Naturwissenschaften besitzen und somit von einem Erfolg der Unterrichtseinheit gesprochen werden kann, der aber noch deutlicher ausfallen könnte.

Damit lässt die Beantwortung der Forschungsfrage (F1) auf eine besondere Relevanz der Forschungsfrage (F2): *Wie kann die Unterrichtseinheit weiterentwickelt werden, um in der Praxis Anwendung zu finden und das Unterrichtsziel sicherer zu erreichen?* schließen. Hierzu sollten die Anmerkungen der Schüler*innen und Lehrerinnen in den Interviews besonders hervorgehoben werden. Demnach war die zeitliche Einteilung der *EduChallenge* zu knapp, um ohne großen Aufwand der Lernenden außerhalb der Schule bearbeitet zu werden. Zudem haben Plenumsphasen gefehlt, die den zeitlichen Aufwand der Unterrichtseinheit jedoch noch vergrößern würden. Mit einem Umfang von 9 Unterrichtsstunden ist die Unterrichtseinheit der *EduChallenge* schon recht lang und erstreckt sich in der Einführungsphase über 3 Wochen. Eine Aufspaltung der *EduChallenge* in mehrere kleine Unterrichtseinheiten könnte eine Lösung sein, um in der Praxis Anwendung zu finden und das Unterrichtsziel sicherer zu erreichen. Entsprechend den Überlegungen in Abschnitt 3.2.2 könnte die Einheit zur soziologischen Perspektive zu Beginn des Schuljahres durchgeführt und damit eine Art Gedankenecke (siehe Kapitel 4.) eingeführt werden, durch die andere Unterrichtseinheiten zur NOS, eventuell auch eine – dann stark reduzierte – *EduChallenge* miteinander verknüpft werden können.

Zudem sollte darauf geachtet werden, dass den Schüler*innen klar ist, dass das Design des Schulgartens nur eine kreative Aufgabe darstellt, um die Fantasie der Schüler*innen und ihr Wissen zur Organisation gemeinschaftlicher Projekte anzuregen. Zwei der drei Interview-Antworten, die ein Unverständnis der Schüler*innen hinsichtlich der Schulgarten-Analogie ausdrückten, zeichneten sich dadurch aus, dass auf Angaben im Informationsvideo hingewiesen wurde, in welchem Eckdaten zum fiktiven Schulgarten genannt wurden. Die Schüler*innen schätzten die Relevanz dieser Eckdaten offensichtlich höher ein als beabsichtigt und sahen im Design des Schulgartens innerhalb dieser Restriktionen das Unterrichtsziel. Das Design des Schulgartens und die Überführung zum Zielbereich sollten also von der Lehrperson klarer getrennt werden – den Anmerkungen der Schüler*innen nach am besten innerhalb einer Plenumsphase.

Entsprechend der Deep-Learning Lerntheorie könnte auf die Erarbeitung der verschiedenen Schulgartendesigns eine Präsentation und Diskussion dieser im Plenum folgen. Hiernach könnte von den Lernenden erarbeitet werden inwieweit die Analogie zur Wissenschaft tragend ist und dies wieder

innerhalb einer Plenumsphase vorgestellt werden. Durch die klarere Trennung der Aufgabenbereiche kann das Unterrichtsziel vermutlich von noch mehr Lernenden erreicht werden.

Nach einer Überarbeitung der Intervention sollte die Veränderung der Vorstellungen der Schüler*innen noch deutlicher messbar sein. Hierzu sollte auch das Messinstrumentarium leicht abgeändert werden. Das Bewusstsein der Jugendlichen hinsichtlich Aspekten der NOS, die der soziologischen Perspektive zugeordnet werden können, stellt ein distales Merkmal dar und muss somit stets über theoretische Konstrukte anhand anderer proximaler Merkmale gemessen werden. In dieser Arbeit konnte mittels des Mixed-Methods-Ansatz ein umfangreiches, gut begründbares Messinstrument erarbeitet und anhand diesem das Bewusstsein der Jugendlichen gemessen werden. Fast alle Erhebungen fanden allerdings mittels Transferfragen statt. Die Aufgabe im Laborbuch erhob das Bewusstsein sozialer Aspekte bezogen auf die Schulgarten-Analogie. Die IPCC-Frage erhob die Zielsetzung der Naturwissenschaft und damit die Einbettung in die Gesellschaft, bezogen auf die Klimawandelforschung. Im Interview wurde nicht explizit danach gefragt, inwieweit die Schüler*innen eine soziale und kulturelle Prägung der Naturwissenschaften oder Wechselwirkungen zwischen Naturwissenschaften und Gesellschaft beschreiben können, sondern was sie aus der Unterrichtseinheit mitnehmen. Ausschließlich die Erhebung der Relevanz der Tätigkeiten bezog sich auf die Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen, durch die soziale Aspekte in Forschung direkt sichtbar werden können. Da sich das Laborbuch und die Interviews als Instrumentarium sehr gut ergänzt haben, könnte die IPCC-Frage entfernt werden. Diese sollte dann mit einer direkten Frage, z.B.: „Beschreibe welche Wechselwirkungen es zwischen Naturwissenschaften und Gesellschaft gibt.“ oder „Beschreibe, wie sich Naturwissenschaften und Gesellschaft gegenseitig beeinflussen.“ im Pre-Post-Test ergänzt werden.

8. Fazit und Ausblick

Innerhalb dieser Arbeit konnte die Relevanz der soziologischen Perspektive auf die Natur der Naturwissenschaften hinsichtlich der naturwissenschaftlichen Bildung deutscher Schüler*innen dargestellt werden. Die soziologische Perspektive stellt eine erfolgversprechende Ergänzung zu bestehenden Modellierungen zur NOS dar, wie in Abschnitt 3.1. vorgestellt. Soziale und kulturelle Aspekte der Naturwissenschaften können dadurch explizit unterrichtet werden. Somit können die teilweise defizitären Vorstellungen von Schüler*innen zur NOS erweitert werden. Es wurde eine Intervention erarbeitet, die die Förderung des Bewusstseins von Jugendlichen hinsichtlich soziologischer Aspekte in der Forschung zum Ziel hatte. Die Intervention nutzte dabei eine Analogie zwischen Schulgarten und Wissenschaft, die ein neues Unterrichtskonzept darstellt. Diese wurde im Feld erprobt und evaluiert. Es konnte festgestellt werden, dass das Unterrichtsziel von einigen

Schüler*innen erreicht wurde und das Bewusstsein für die soziale und kulturelle Prägung der Naturwissenschaften durchaus bei einigen Jugendlichen geschärft wurde. Bei mehr als der Hälfte der Lernenden wurde dieses Ziel jedoch noch nicht erreicht. Das kann u.a. auf die Fülle der Inhalte innerhalb der *EduChallenge*, auf eine fehlende Plenumsphase und eine zu unklare Trennung zwischen Erarbeitung des Ausgangsbereichs der Analogie und Übertragung auf den Zielbereich zurückgeführt werden.

Die *EduChallenge* stellt ein neues Unterrichtskonzept dar, um die *Perspektiven auf Naturwissenschaften* im Physikunterricht zu unterrichten. Dieses wird an der Universität Bonn weiter entwickelt und getestet werden, wobei einige Verbesserungen wie folgt übernommen werden könnten.

Innerhalb der Challenge, in welcher die Jugendlichen eine Wurfbewegung simulieren sollen, stand das hier vorgestellte Design für eine Reflektions-Gelegenheit bzgl. der eigenen Forschung. Bei einer Überarbeitung des Unterrichtskonzeptes zu den *Perspektiven auf Naturwissenschaften* sollte das vorgestellte Design zu Beginn des Schuljahres durchgeführt werden und als Ausgangspunkt zu Überlegungen zur Natur der Naturwissenschaften im Physikunterricht dienen. Das Design sollte dann 2-3 Unterrichtsstunden à 45 Minuten einnehmen und durch Plenumsphasen ergänzt werden, wie in der Diskussion beschrieben. Nach einer abschließenden Diskussion zur Analogie zwischen Schulgarten und Wissenschaft können dann Überlegungen der Jugendlichen angeregt werden, welche Auswirkungen die Einbettung der Naturwissenschaften innerhalb der Gesellschaft für die Forschung hat und welche Fragen sich zur wissenschaftlichen Praxis daraus ergeben. Diese können auf einem Poster o.Ä. festgehalten werden und als Gedankenecke im Physikunterricht sukzessive im Laufe des Schuljahres – durch weitere Elemente zu den *Perspektiven auf Naturwissenschaften* – beantwortet werden.

9. Anhang

9.1. Laborbuch-Seiten zur soziologischen Perspektive

Wissenschaft als Funktionssystem

🕒 35 min

Nachdem du nun eine Methode kennengelernt hast, um möglichst sicheres Wissen über die Natur zu erlangen, soll es nun darum gehen, warum wir überhaupt forschen, wie Forschung organisiert ist und was uns zu Forschenden macht. Dazu schauen wir uns erst ein ganz anderes Beispiel an und überprüfen dann, was das mit Wissenschaft zu tun haben kann. **Schaue dir dazu auf der Webseite das Beispiel an und bearbeite parallel diese Seite des Laborbuchs.**



(1) **Notiere** hier Fragen, die sich bei der Planung eines Schulgartens stellen.

✎ _____

(2) **Finde** insgesamt drei Kategorien, in die man die Fragen einteilen kann.

✎ _____

(3) **Plant** nun euren eigenen Schulgarten mit den gegebenen Rahmenbedingungen. **Erstellt** dafür gemeinsam eine Skizze und **stellt** Regeln für die Organisation **auf**. **Nehmt** euch dafür maximal 8 Minuten Zeit.

Skizze:

Organisation:

✎ _____

(4) **Überlegt gemeinsam und notiert**, wer alles daran beteiligt ist, dass z.B. eine Gurke geerntet wird und welche Voraussetzungen die Schülerinnen und Schüler, die im Garten arbeiten, mitbringen sollten.

✎ _____

(5) **Schau** dir auf der Webseite, welche du durch den QR-Code rechts findest, die Musterlösung zur Planung des Schulgartens **an**. **Vergleiche** die Skizze des Schulgartens mit der Skizze der Wissenschaftslandschaft und **sortiere** die jeweils analogen Begriffe **zu**.



(6) **Begründe**, warum oder warum nicht Parallelen zwischen Wissenschaft und eurem Schulgarten bestehen.



(7) **Schau** das Video, welches du durch den QR-Code rechts findest, zum Thema „Wie ist Wissenschaft organisiert?“ **an** und **notiere** zu folgenden Begriffen kurze Definitionen.



Funktionssystem: _____

Arbeitsgruppe: _____

wissenschaftliches Handeln: _____

kollaborativ: _____

(8) **Überlegt gemeinsam** und **notiert**, wer alles daran beteiligt ist, dass am CERN eine wissenschaftliche Erkenntnis veröffentlicht wird.



(9) **Mache dir selbst Gedanken** und **notiere**, welche Eigenschaften Wissenschaftler*innen mitbringen sollten, um zu forschen. **Markiere** dann, welche du davon besitzt.



9.2. Pre-/Post-Test

Liebe Jugendliche,

herzlich willkommen zur ersten EduChallenge „Perspektiven auf Naturwissenschaften“! Wir freuen uns, dass ihr dabei seid! Als Team der Fachdidaktik Physik der Universität Bonn möchten wir dieses Konzept erproben und evaluieren, um es weiter zu verbessern. Deshalb stellen wir dir vor und nach der Challenge verschiedene Fragen in einem Test. Was uns ganz wichtig ist: mit diesem Test bewerten wir nicht deine persönliche Lernentwicklung, sondern unser Lernkonzept. Auf dem Test selber bitten wir um eine Angabe des Namens, damit wir beide Tests und weitere Lernergebnisse zuordnen können. Nach dieser Zuordnung und damit vor der eigentlichen Auswertung anonymisieren wir alle Daten! Wir bitten dich, die Fragen in diesem Test so gut wie möglich zu beantworten. Wenn du bei einer Frage jedoch überhaupt keine Ahnung hast, kannst du die Frage auch einfach mit einem „X“ markieren. Dies ist kein Problem. Schreibe Gedanken aber gerne auch dann auf, wenn du dir dabei unsicher bist. Damit hilfst du uns sehr! Falls du aus Zeitgründen auf eine Frage nicht antworten konntest, markiere diese Frage bitte mit einem „Z“. Die Zeit zum Bearbeiten ist 30 Minuten. Danke für deine Teilnahme und Unterstützung!

1) Daten

- Name
- Schule

2) Motivation

Bitte **gib** jeweils **an**, wie sehr du der Aussage zustimmst, indem du **ein Kreuz** in den zutreffenden Kreis **setzt**.

	stimme voll zu	stimme eher zu	kann nicht beurteilen	ich	stimme eher nicht zu	stimme gar nicht zu
Egal ob physikalische Inhalte schwer oder leicht zu verstehen sind, bin ich mir sicher, dass ich sie verstehen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin unsicher, wenn es darum geht physikalische Konzepte zu verstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich bin mir sicher, dass ich in einem Physiktest gut abschneiden würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Egal wieviel Arbeit ich in das Lernen von Physik stecke, ich verstehe es einfach nicht.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn die Aufgaben im Physikunterricht zu schwer werden, gebe ich auf oder mache nur die einfachen Teile.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Im Physikunterricht frage ich eher andere Leute um Hilfe, als selbst über eine Aufgabe nachzudenken.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wenn ich physikalische Inhalte zu schwierig finde, versuche ich gar nicht erst sie zu verstehen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich glaube, dass es wichtig ist Physik zu lernen, da ich das Wissen im Alltag nutzen kann.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich glaube, dass es wichtig ist Physik zu lernen, da es mich zum Nachdenken anregt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich glaube, dass es wichtig ist Physik zu lernen, um Probleme zu lösen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Im Physikunterricht halte ich es für besonders wichtig, aktiv an Forschungsaufgaben teil zu nehmen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Für mich ist es wichtig, im Physikunterricht meiner eigenen Neugier nachgehen zu können.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3) Tätigkeiten von Naturwissenschaftler*innen

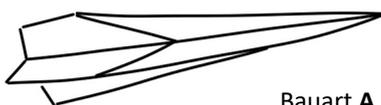
Gib jeweils an, für wie richtig du die folgende Aussage hältst, indem du ein Kreuz in den zutreffenden Kreis setzt.

Naturwissenschaftler*innen beschäftigen sich im Arbeitsalltag regelmäßig mit folgenden Tätigkeiten:

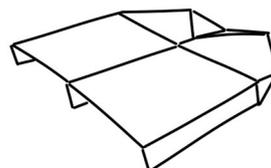
	stimme voll zu	stimme eher zu	kann nicht beurteilen	ich	stimme eher nicht zu	stimme gar nicht zu
Theorien ausdenken und entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Neue Messgeräte entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Projekt organisieren und durchführen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fächerübergreifende Projekte durchführen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sich für Besprechungen treffen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eigene Messverfahren entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Neue Versuchsaufbauten konstruieren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine Arbeitsgruppe leiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein Team aufbauen und organisieren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Austausch mit Naturwissenschaftler*innen von anderen Universitäten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ideen für neue Forschungsansätze entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fachvorträge halten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Konferenzen besuchen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Veröffentlichungen schreiben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Austausch mit Personen, die keine Naturwissenschaftler*innen sind	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fachliteratur suchen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
An eigenen Erfindungen arbeiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Simulationen entwickeln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Arbeitsabläufe planen und organisieren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4) Untersuchung von Papierfliegern

Ezra und Jonas wollen einen Papierflieger basteln, der möglichst weit fliegt. Sie haben Bastelanleitungen für



Bauart A



Bauart B

die Bauarten A und B (siehe Abbildungen) gefunden und fragen sich, welche Bauart weiter fliegt.

Beschreibe ein Vorgehen, wie Ezra und Jonas wissenschaftlich untersuchen können, welche Bauart der Papierflieger weiter fliegt.

Erläutere, ob die so gewonnene Erkenntnis für immer und für alle Papierflieger gilt.

5) **Verschiedene Konzepte**

Beschreibe jeweils kurz und gerne in Stichsätzen, ...

a) **was** man unter einem **induktiven Schluss** versteht und gib ein **Beispiel** dafür.

b) **was** das **Problem** bei induktiven Schlüssen ist.

c) **wie** ein **deduktiver Forschungsprozess** abläuft.

d) ob sich Erkenntnisse, die man aus einem deduktiven Forschungsprozess, gewonnen hat, später **ändern** können und **begründe warum**.

e) in welche **Bewegungstypen** man einen **schiefen Wurf** allgemein zerlegen kann.

f) **was** man in den Naturwissenschaften unter einem **Modell** versteht.

g) **welche Rolle** Modelle in der **Naturwissenschaft** spielen.

h) **wann und warum** man in Naturwissenschaften **numerische Simulationen** mit einem Computer macht.

i) **wie man vorgehen** kann, um eine **numerische Simulation** durchzuführen.

j) **wie** man die **Aussagekraft** von Simulationen untersuchen kann und **wie gut** das Ergebnis einer Simulation die **reale Welt** beschreibt.

k) **wie** ein **Peer Review Verfahren** abläuft.

l) **warum** man in der Wissenschaft **Peer Review** einsetzt.

6) Forschung und Simulation in der Klimaforschung

Unter anderem in der Klimaforschung spielen numerische Simulationen eine zentrale Rolle. Solche Simulationen berechnen die Entwicklung des Klimas anhand mathematischer Modelle.

Beschreibe, wie man vorgehen könnte, um zu untersuchen, inwieweit ein vorliegendes mathematisches Klimamodell die tatsächliche Klimaentwicklung beschreibt.

*Der IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change = „Weltklimarat“) ist eine internationale Institution, die von 195 Ländern getragen wird. Sie besteht aus einer großen Gruppe von Wissenschaftler*innen, die sich mit dem Klimawandel beschäftigen. Rund alle fünf Jahre formuliert diese Gruppe einen Bericht, in dem der aktuelle Wissensstand der Klimaforschung beschrieben wird. Hierzu berücksichtigt der IPCC umfassende Ergebnisse aus wissenschaftlichen Artikeln, die in Fachjournalen verschiedener Disziplinen zur Klimaforschung veröffentlicht wurden. Auch die Berichte des IPCC selber unterliegen einem wissenschaftlichen Peer Review Verfahren.*

Beschreibe, welche Funktionen Wissenschaft in diesem Beispiel in der Gesellschaft übernimmt.

Beschreibe, wodurch die Qualität der Aussagen des IPCC gesichert werden soll und wie du deren Sicherheit (im Sinne von Zuverlässigkeit) einschätzt.

Die nachfolgende Aufgabe ist nur Teil des Post-Tests:

7) Feedback

Wie fandest du das Konzept der EduChallenge, also die Kombination aus Laborbuch, Informationsbasis und Gruppenarbeit?

Was war für dich das Highlight der EduChallenge?

Was sollte an der EduChallenge geändert oder verbessert werden? Wenn du Verbesserungsvorschläge hast, gib diese bitte direkt mit an.

Was nimmst du für dich persönlich aus der EduChallenge mit?

Im Internet bewertet man Produkte oft mit ein bis fünf Sternen. Wie viele Sterne würdest du der EduChallenge geben?

Gibt es etwas, dass du uns zur EduChallenge noch sagen möchtest?

9.3. Interview-Leitfaden

Leitfaden für die Interviews mit den Schüler*innen

Information:

Es geht uns nicht darum, die Schüler*innen zu bewerten, sondern die Lernumgebung besser zu verstehen, um diese verbessern zu können. Die Nachfragen sind optional und sollten dann gestellt werden, wenn zu dem Punkt sonst nichts gesagt wurde.

Phase	Thema	Fragen
Einstieg	Logo der EduChallenge	- Was hat das Logo mit der Challenge zu tun? [Assoziationen der Schüler*innen sind spannend]
Konzepte	Deduktiver Forschungsablauf	- Ihr habt ja selber geforscht. Seid ihr dabei denn eher induktiv oder deduktiv vorgegangen? Nachfragen: - Was heißt denn induktiv / deduktiv? - Wie läuft denn ein deduktiver Forschungsprozess ab? - Kann sich so eine Erkenntnis später dann nochmal ändern? - Was denkt ihr, warum wir die Experimente zu den Newtonschen Axiomen gemacht haben?
	Funktion von Wissenschaft	- Wir haben uns natürlich darüber unterhalten, aber ich habe diese Seite zu dem Garten nicht gemacht. Könnt ihr mir erklären, um was es da ging und was das mit Wissenschaft zu tun hatte? Nachfrage: - Wie sehr ist Wissenschaft ein soziales Handeln?
	Numerische Simulation	- Könnt ihr mir erklären, was das ist und wozu man das braucht? Nachfragen: - Was haben numerische Simulationen mit Modellen zu tun? - Was sind Modelle und welche Rolle spielen sie in den Naturwissenschaften?
	Peer-Review	- Könnt ihr mir erklären, was Peer-Review ist und warum man das macht? Nachfragen: - Sagt euch in diesem Kontext das Wort „Qualitätssicherung“ etwas? - Fallen dir außer der Qualitätssicherung noch andere Gründe ein, warum man das macht?
Feedback zur Lernumgebung	-	Rückblickend und zusammenfassend: - Was hat an der EduChallenge nicht so gut geklappt und warum? - Was, denkt ihr, sollte man an der Challenge ändern? Habt ihr eine Idee, wie? Mögliche Impulse: Zeitaufwand, Gruppenarbeit, Thema, Laborbuch, Infobasis, Hausaufgaben, iPads, Simulation, Videos, ...
	+	Rückblickend und zusammenfassend:

		<ul style="list-style-type: none"> - Gibt es etwas an der Challenge, dass euch besonders gut gefallen hat und so bleiben soll? <p>Mögliche Impulse: Zeitaufwand, Gruppenarbeit, Thema, Laborbuch, Infobasis, Hausaufgaben, iPads, Simulation, Videos, ...</p>
	Eindrücke	<p>Wie war euer Eindruck zu...</p> <ul style="list-style-type: none"> - dem <u>Einstieg</u> mit dem Video? (War das motivierend?) - habt ihr die Challenge als <u>motivierend</u> wahrgenommen? (z.B. im Vergleich zu „normalem“ Unterricht. Was daran war ggf. motivierend?) - der Gestaltung des Unterrichts? Also die <u>Kombination aus Informationsbasis und Laborbuch</u> sowie die Gestaltung mit Videos (oft zu Hause) und Übungen in den Stunden. - dem Abgleich der Ergebnisse mit einer <u>Beispiellösung</u>. - der Arbeit in den „<u>Forschungsgruppen</u>“ (z.B. Gruppengröße, Bearbeitung der Hausaufgaben, Arbeit mit iPads, Video aufnehmen, Artikel schreiben, Zusammenarbeit allgemein) - dem <u>Peer-Review-Verfahren</u>: Was hat euch daran gut gefallen und was würdet ihr daran verbessern? <ul style="list-style-type: none"> - Hat es geklappt, in der Gruppe gemeinsam einen Artikel zu schreiben? - Seid ihr mit dem Feedbackbogen zurecht gekommen? - Wie hat bei euch allgemein die Umsetzung des Peer-Review-Verfahrens funktioniert? - dem <u>Experimentieren</u> zu den Newtonschen Axiomen? - dem Teil mit dem <u>Schulgarten</u>? - dem erstellen der <u>Simulation</u>? War das interessant?

Leitfaden für die Interviews mit den Lehrer*innen

Ziel:

Feedback zur Lernumgebung: Was wurde als „gut“ wahrgenommen? Was hätte anders laufen sollen bzw. was hätten sie sich anders gewünscht? Was denken sie zu den einzelnen Teilen und dem Gesamtkonzept sowie zu unserer Herangehensweise? Ideen für die Weiterentwicklung?

Thema	Fragen
Gesamteindruck	<ul style="list-style-type: none"> - Was hältst du von dem <u>Konzept</u> der <u>Challenge</u>? - Wie war dein Eindruck von dem <u>Zusammenspiel aus Laborbuch und Informationsbasis</u>? - Wie war dein Eindruck davon, dass die <u>Sicherung</u> fast ausschließlich in den Kleingruppen mit Hilfe der Beispiellösungen und nicht im Plenum stattgefunden hat?
Motivation	<ul style="list-style-type: none"> - Hast du die Challenge als motivierend für die Jugendlichen wahrgenommen? (Was daran war ggfs. motivierend?)
Umfang der Challenge	<ul style="list-style-type: none"> - Wie würdest du den Umfang der Challenge beurteilen? War es zu viel? Zu viele Hausaufgaben? <p>Idee: Aufteilung verschiedener Elemente in einzelne Bausteine (z.B. deduktive Methodik und Newtonsche Axiome sowie Wissenschaft als Funktionssystem), die man einzeln im Unterricht einsetzen kann und die jeweils einen kleineren Umfang haben.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Was denkst du dazu?
Überlagerung der Videos	<p>Die Überlagerung der beiden Videos (Simulation und Real) ist so, wie sie aktuell ist, noch zu umständlich. Wir wollen dies vereinfachen (dauert trotzdem eine Schulstunde), haben aber auch überlegt, ob man einfach Punkte aus der Trajektorie (viana) mit der Trajektorie aus der analytischen Lösung und Simulation vergleichen kann. Wäre dann eine Grafik statt Video.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Was denkst du dazu? - Wie schätzt du die Auswirkung auf die Motivation ein?
-	<p>Rückblickend und zusammenfassend:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Was hat nicht geklappt und warum? - Was denkst du sollte man <u>an der Challenge ändern</u>?
+	<p>Rückblickend und zusammenfassend:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gibt es etwas an der Challenge, das dir besonders <u>gut gefallen</u> hat und so bleiben soll?
Zukunft	<ul style="list-style-type: none"> - Kannst du dir grundsätzlich vorstellen die <u>Challenge nochmal</u> zu machen?

	<ul style="list-style-type: none"> - Würdest du diese <u>weiterempfehlen</u> (unter welchen Bedingungen)? - Welche Ideen hast du für die <u>Weiterentwicklung</u>? <p>Die Challenge soll letztlich ja von den „normalen“ Lehrkräften eingesetzt werden. Um das zu ermöglichen wollen wir eine kleine <u>Mini-Fortbildung</u> anbieten, in der alles erklärt wird. Eine Idee ist, einen kompakten Tag anzubieten, an dem das Konzept vorgestellt wird und man die Schritte selber einmal praktisch durchgeht.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Was denkst du dazu? Denkst du, das würden Lehrkräfte machen (extra Zeit...)? - Hast du andere Ideen? - Wann wäre ein guter Zeitpunkt dazu? (nach Sommerferien, weil dann erst die EF-Kurse stehen?) Start für Challenge im Zeitraum Herbst- bis Weihnachtsferien passend?
--	--

9.4. Begründungen der Lernenden zur Existenz von Parallelen zwischen Schulgarten und Wissenschaft

Die farbliche Markierung der Schüler*innen-Kodierung gibt die zugeordnete Kategorie, entsprechend der folgenden Zuordnung an.

Parallelen existieren und sind gut begründet

Parallelen existieren und sind ausreichend begründet

Parallelen existieren aber sind nicht ausreichend begründet

Parallelen existieren nicht, aber es wird nicht ausreichend begründet

Parallelen existieren nicht und es wird gut begründet

Aufgabe nicht bearbeitet

P02: Die Forschung/der Garten wird von der Politik/dem Schulverein finanziert. Außerdem gibt es in der Forschung verschiedene Institute, die sich mit verschiedenen Dingen beschäftigen, was in dem Fall die Schüler sind, die verschiedene Aufgaben haben. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse sind die Parallele zu dem Gemüse, da beides das Endprodukt ist.

P03: Man muss sich an bestimmte Vorgaben halten, man hat aber trotzdem die Freiheit zu interpretieren worauf man lust hat.

P04: Beide tragen einen Teil zur Gesellschaft bei.

P05: Es wird etwas auf den Weg gebracht, um daraus etwas zu bekommen. Der Garten wird gebaut um Essen zu erhalten und es wird ein Modell erstellt um Wissen dazu zu bekommen und zu belegen. Man muss bei beiden organisieren und koordiniert im Team arbeiten.

P06: Man muss sich an gewisse Vorgaben halten, aber hat Interpretationsfreiheit.

P07: Beide tragen einen Teil zur Gesellschaft bei, der auf Nachfrage beruht. Dafür werden diese finanziert, (hierbei) der Schulgarten/die Wissenschaft herrscht Aufgabenteilung und es ist eine kooperative Umgebung.

P08: Die Wissenschaft hängt mit der Gesellschaft zusammen.

P09: Bei großen Forschungen werden auch Aufgaben verteilt und Abläufe erstellt, bezogen auf was?, wie?, wo?, wie lange?

P10: Die Wissenschaft steht im Zusammenhang mit der Gesellschaft und kann nur mit Personal wichtige Infos herausarbeiten.

P11: Für wissenschaftliche Experimente/Forschung benötigt man helfende in Gruppen eingeteilte Personen, welche sich auf verschiedene Dinge spezifizieren. Da beide auf Spenden angewiesen sind, arbeiten diese Gruppen gegeneinander.

P12: Für wissenschaftliche Experimente/Forschung benötigt man helfende in Gruppen eingeteilte Personen, welche sich auf verschiedene Dinge spezifizieren. Da beide auf Spenden angewiesen sind, arbeiten diese Gruppen gegeneinander.

P13: In der Wissenschaft muss man Experimente ebenfalls gut strukturieren und planen.

P14: Die Forschung/ der Garten wird von der Politik/dem Schulverein finanziert. Außerdem gibt es in der Forschung verschiedene Institute, die sich mit verschiedenen Dingen beschäftigen, was in dem Fall die Schüler sind, die verschiedene Aufgaben haben. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse sind die Parallele zu dem Gemüse, da beides das Endprodukt ist.

P15: Beide werden von etwas finanziert und es gibt verschiedene, spezielle Bereiche (verschiedene Gemüse, wissenschaftliche Institute)

- P16:**
1. Ziele sollen einen Vorteil für die Allgemeinheit bringen
 2. Es gibt festgelegte Regeln, an die sich die Beteiligten halten müssen.
 3. Wird von Außenstehenden finanziert.
 4. Unterteilt in unterschiedliche Bereiche.

P17: Die Wissenschaft steht im Zusammenhang mit der Gesellschaft und kann nur mit Personal wichtige Informationen herausarbeiten. Der Schulgarten steht nicht im Wettrennen.

P18: Man muss sich an bestimmte Vorgaben halten, aber hat Interpretationsfreiheit.

P19: Ich sehe keine Parallelen zwischen Wissenschaft und Garten, da das eine mit dem anderen nichts zu tun hat.

P20: Durch das Projekt Schulgarten kann man herausfinden wie Schüler*innen sich selbst um Dinge kümmern und wie sie dabei vorgehen.

P21: /

P23: Aufbau ist gleich: 1. Planung, 2. Durchführung, 3. Reflexion/Verbesserung

P24: Beides sind Teilsysteme eines größeren Systems. Es gibt bei beiden Regeln. Wird beides von größeren Systemen unterstützt. Es gibt bei beiden Fachleute in verschiedenen Aufgabenbereichen.

P25: /

P27: Aufbau ist gleich: 1. Planung, 2. Durchführung, 3. Reflexion/Verbesserung

P26: Da es beides Teilsysteme in größere Systemen sind. Braucht beides etwas wo sich jemand kümmert. Neue Ideen zu entwickeln. Regeln einhalten. Schulgarten ist eine Analogie für die Wissenschaft.

P28: Bei beiden muss geplant werden. Anschließend kommt die Durchführung und dann die Reflexion. Als letztes eventuell Verbesserung.

P29: /

P31: Es bestehen Parallelen zwischen Wissenschaft und meinem Schulgarten, da die Biologie und Physik eine sehr große Rolle bei Pflanzen spielen.

P33: () gewissen Maße bestehen Parallelen zwischen Wissenschaft und dem Projekt des Schulgartens. So braucht man für beide „Blumen“ / „Bereiche“ eine Unterstützung durch z.B. einen Schulverein oder z.B. der Wirtschaft bzw. durch Politik. Genauso wie man im Labor forschen muss, wird sich auch im Schulgarten zwangsläufig um das Finden von Schülern gekümmert werden müssen, die im Garten arbeiten.

P34: /

9.5. Antworten Transferfrage zur Zielsetzung des IPCC im Pre-Post-Test

Die farbliche Markierung der Textteile gibt die zugeordnete Kategorie, entsprechend der folgenden Zuordnung an.

Informieren

Gesellschaftliches Handeln beeinflussen

Erkenntnisse generieren

Aufklären

Vorhersagen

Z/X/Unverständlich

Schüler*in	Pre-Test Antwort	Post-Test Antwort
P01	.	.
P02	Z	Z
P03	X	X
P04	Z	Um Rechnungen ja nach dem wann ein Land bsp. Klimaneutral werden soll. -wie sehr etwas einem schadet
P05	Z	Die Wissenschaft trifft Vorhersagen für die Zukunft und kann dann auch untersuchen wodurch das verhindert werden könnte
P06	Sie warnt und liefert Fakten, die idealerweise zu politischen Handlungen führt.	Sie warnt und beugt vor
P07	Z	Sie informieren die Bevölkerung über ihre Wissenschaftliche Arbeit und sorgen so für neue Erkenntnisse. die Problematiken oder Chancen aufweisen, welche für die Gesellschaft relevant sein könnten
P08	Wissenschaftliche Ergebnisse dienen zur Aufklärung...	Z
P09	Die Wissenschaft bringt Erkenntnisse und informiert über Ereignisse welche sich auf die Welt und somit auf die Gesellschaft auswirken können.	Bessere Darstellung und Verständlichkeit für nicht beteiligte
P10	Die Wissenschaft bringt Erkenntnisse und informiert über Ereignisse die sich abspielen.	X

P11	Die Zukunft der Erde vorausplanen	Weil ein Peer Review Verfahren eingesetzt wird.
P12	Die Zukunft der Erde vorhersagen.	Die Entwicklung der Welt beschreiben/ Menschen davor warnen
P13	Sie kann die Gesellschaft beeinflussen und „lenken“ (mehr E-Autos, mehr Fahrradtouren, mehr Bewusstsein (Bio, Haltung,.....))	Sie ist wichtig für das folgende Verhalten
P14	Z	X
P15	Sie können für die Zukunft des Menschen wichtige Daten ausrechnen, da der Klimawandel einen starken Effekt auf unser Leben hat und haben wird.	Sie dient als hauptquelle über das Geschehen. Jeder kann sich damit darüber informieren.
P16	Z	die Gesellschaft über die Aktuelle Situation aufzuklären.
P17	Z	Die Wissenschaft übernimmt die führende und zukunftsweisende Rolle und gibt eine sachliche argumentationsgrundlage.
P18	X	X
P19	Anhand von wissenschaftlichen beweisen Probleme der Bevölkerung aufzeigen	Sie Informiert die Menschen über Änderungen des Klimas
P20	z	T
P22	X	X
P23	Sie liefert richtige Lösungsansätze und bringt neue Ideen auf den Weg.	Sie schlägt der Gesellschaft bestimmte Ideen und Lösungsvorschläge vor, ein bestimmtes Problem zu lösen.
P25	Z	Z
P26	Die Wissenschaft findet Daten heraus um die an „normale“ Mitbürger weiterzugeben	Die Wissenschaft dient hierbei als Aufklärer
P28	X	Um der Gesellschaft Informationen weiterzuleiten
P29	Die Wissenschaft ist der Informant der Gesellschaft	Sie ist die Informationsbasis für die Politik, Firmen und auch Privatpersonen und deren Handlungen.
P31	In diesem Fall sorgen die Wissenschaftler dafür, dass sich die Menschheit über dieses Thema bilden kann.	Sie tun genau das, was in Aufgabe 20 genannt ist
P32	x	Um Sachen zu beweisen
P33	Auf Grundlage der wissenschaftlichen Untersuchungen, entscheiden die Politiker, was gegen den Klimawandel unternommen werden muss. Dies betrifft auch die Gesellschaft.	Aufklärung über die Folgen des Klimawandels.
P34	Als Informant	Als Informant und Prüfer.
P35	Die Wissenschaft erklärt die Vorgänge der Gesellschaft welche sonst unerklärlich wären	Wissenschaft erklärt Dinge die Sonst unerklärlich sind für normale Menschen gut und verständlich

9.6. Kodierte Antworten Tätigkeitsfelder Naturwissenschaftler*innen

Tätigkeitsfeld *Artistic*

		Neue Messgeräte entwickeln	Eigene Messverfahren entwickeln	Neue Versuchsaufbauten konstruieren	An eigenen Erfindungen arbeiten	Simulationen entwickeln
Pre	P01	2	5	5	3	4
Post	P01	2	4	4	2	4
Pre	P02	4	5	4	3	4
Post	P02	2	3	4	4	5
Pre	P03	3	3	5	4	5
Post	P03	4	5	5	5	5
Pre	P04	5	5	5	5	4
Post	P04	5	5	5	4	5
Pre	P05	3	4	4	3	4
Post	P05	3	4	4	4	4
Pre	P06	3	2	3	1	4
Post	P06	4	2	4	2	3
Pre	P07	5	5	5	4	5
Post	P07	3	4	4	3	4
Pre	P08	2	5	4	5	5
Post	P08	5	5	5	5	5
Pre	P09	4	4	3	4	4
Post	P09	1	2	4	2	5
Pre	P10	4	4	4	2	3
Post	P10	3	3	5	4	5
Pre	P11	2	4	4	4	4
Post	P11	2	2	4	2	5
Pre	P12	2	2	4	3	2
Post	P12	2	2	1	4	1
Pre	P13	3	4	3	4	4
Post	P13	3	4	4	3	5
Pre	P14	4	4	4	3	5
Post	P14	2	4	4	2	5
Pre	P15	2	4	2	3	3
Post	P15	2	3	3	3	5
Pre	P16	4	4	4	3	5
Post	P16	4	4	5	4	5
Pre	P17	4	5	4	1	5
Post	P17	3	4	3	2	5
Pre	P18	5	5	5	5	5
Post	P18	2	1	2	1	1
Pre	P19	4	4	4	4	5
Post	P19	4	3	2	2	1
Pre	P20	1	4	4	4	4
Post	P20	1	5	3	2	4
Pre	P22	5	5	2	1	1

Post	P22	1	1	1	1	5
Pre	P23	4	5	4	4	4
Post	P23	4	4	5	4	4
Pre	P25	3	4	5	4	5
Post	P25	3	3	5	4	5
Pre	P26	2	3	4	2	2
Post	P26	2	4	4	2	2
Pre	P28	3	3	2	2	1
Post	P28	3	3	4	4	5
Pre	P29	2	3	3	2	3
Post	P29	2	2	3	2	5
Pre	P31	1	2	1	1	1
Post	P31	1	1	1	1	1
Pre	P32	2	3	4	3	3
Post	P32	2	4	4	2	4
Pre	P33	2	4	4	2	4
Post	P33	4	4	4	2	5
Pre	P34	4	4	4	4	3
Post	P34	4	4	4	4	4
Pre	P35	1	1	1	1	1
Post	P35	2	1	1	2	1

Tätigkeitsfeld *Investigative*

		Theorien ausdenken und entwickeln	Berechnungen durchführen	Ideen für neue Forschungsansätze entwickeln	Fachliteratur suchen
Pre	P01	4	5	4	3
Post	P01	4	4	4	3
Pre	P02	5	5	5	3
Post	P02	5	5	5	3
Pre	P03	5	5	4	3
Post	P03	5	5	3	1
Pre	P04	5	5	5	5
Post	P04	5	5	5	4
Pre	P05	4	4	4	3
Post	P05	4	4	4	3
Pre	P06	5	5	5	4
Post	P06	5	4	2	5
Pre	P07	5	5	5	3
Post	P07	5	4	4	4
Pre	P08	4	5	4	2
Post	P08	5	5	5	5
Pre	P09	2	1	1	2
Post	P09	5	4	4	2
Pre	P10	3	5	3	3

Post	P10	5	4	4	4
Pre	P11	5	4	4	3
Post	P11	5	4	4	2
Pre	P12	4	4	4	4
Post	P12	2	2	2	4
Pre	P13	4	5	5	4
Post	P13	5	5	5	3
Pre	P14	5	5	5	3
Post	P14	4	5	5	3
Pre	P15	2	2	2	3
Post	P15	4	4	5	3
Pre	P16	5	5	5	3
Post	P16	5	4	5	4
Pre	P17	5	5	4	5
Post	P17	4	5	4	4
Pre	P18	5	4	5	4
Post	P18	2	2	1	3
Pre	P19	5	5	5	5
Post	P19	1	1	1	4
Pre	P20	5	5	5	3
Post	P20	5	5	5	2
Pre	P22	5	5	1	5
Post	P22	5	5	5	1
Pre	P23	4	4	5	4
Post	P23	4	4	4	3
Pre	P25	4	5	5	5
Post	P25	4	5	5	4
Pre	P26	5	5	4	5
Post	P26	4	4	4	5
Pre	P28	3	2	3	3
Post	P28	5	4	5	3
Pre	P29	4	4	5	2
Post	P29	4	4	4	3
Pre	P31	1	1	1	2
Post	P31	1	1	1	1
Pre	P32	4	4	4	3
Post	P32	4	5	4	4
Pre	P33	2	4	2	3
Post	P33	2	4	3	3
Pre	P34	3	4	4	4
Post	P34	4	4	4	3
Pre	P35	1	1	1	2
Post	P35	1	1	2	2

Tätigkeitsfeld *Enterprising*

		Ein Projekt organisieren und durchführen	Eine Arbeitsgruppe leiten	Ein Team aufbauen und organisieren	Fachvorträge halten	Veröffentlichungen schreiben	Arbeitsabläufe planen und organisieren
Pre	P01	5	4	4	4	3	4
Post	P01	4	3	3	4	3	4
Pre	P02	4	3	3	3	4	4
Post	P02	4	3	3	3	3	4
Pre	P03	5	3	3	5	3	4
Post	P03	5	1	3	2	5	5
Pre	P04	5	5	4	2	2	4
Post	P04	5	2	2	4	2	4
Pre	P05	4	3	4	4	3	4
Post	P05	5	4	4	2	3	4
Pre	P06	4	4	4	1	2	4
Post	P06	5	5	4	1	3	2
Pre	P07	5	4	4	4	4	4
Post	P07	4	4	4	4	4	4
Pre	P08	4	4	2	3	4	2
Post	P08	5	5	5	5	5	5
Pre	P09	1	2	2	2	2	2
Post	P09	5	5	5	2	2	5
Pre	P10	4	2	3	2	1	3
Post	P10	4	4	3	4	4	5
Pre	P11	5	2	2	4	2	2
Post	P11	5	2	2	2	4	4
Pre	P12	5	3	4	4	2	4
Post	P12	1	4	2	2	2	1
Pre	P13	3	4	4	4	5	5
Post	P13	5	4	4	4	5	5
Pre	P14	4	3	3	3	4	4
Post	P14	4	4	4	2	4	5
Pre	P15	2	4	4	3	2	3
Post	P15	5	3	3	5	5	4
Pre	P16	4	2	2	4	4	4
Post	P16	5	5	5	5	5	5
Pre	P17	4	4	5	2	2	4
Post	P17	5	4	5	5	4	4
Pre	P18	5	4	4	5	5	5
Post	P18	3	3	3	2	2	2
Pre	P19	5	3	4	4	4	5
Post	P19	1	3	3	2	2	3
Pre	P20	3	3	2	3	2	3
Post	P20	4	3	3	2	4	4
Pre	P22	5	2	2	1	5	1

Post	P22	5	5	5	5	5	5
Pre	P23	4	5	4	5	4	5
Post	P23	4	3	3	4	4	4
Pre	P25	5	5	4	5	4	5
Post	P25	5	4	5	4	5	5
Pre	P26	5	4	3	4	2	5
Post	P26	4	4	4	2	2	5
Pre	P28	2	3	2	2	2	1
Post	P28	4	5	5	3	5	5
Pre	P29	4	3	4	3	2	4
Post	P29	4	3	3	3	4	4
Pre	P31	1	1	1	1	2	1
Post	P31	1	1	1	1	1	1
Pre	P32	4	2	1	3	2	3
Post	P32	5	2	2	2	3	4
Pre	P33	4	4	4	4	4	4
Post	P33	4	4	4	2	3	3
Pre	P34	4	3	3	3	3	3
Post	P34	4	3	3	3	3	3
Pre	P35	1	1	1	2	2	2
Post	P35	1	1	1	1	1	1

Tätigkeitsfeld *Networking*

		Fächer- über- greifende Projekte durchführen	Sich für Besprechungen treffen	Austausch mit Natur- wissenschaftler* innen von anderen Universitäten	Konferenzen besuchen	Austausch mit Personen, die keine Natur- wissenschaftler* innen sind
Pre	P01	3	5	4	4	2
Post	P01	3	3	4	4	2
Pre	P02	3	3	4	4	2
Post	P02	3	4	3	3	3
Pre	P03	4	5	4	4	4
Post	P03	5	5	5	5	5
Pre	P04	5	5	5	4	3
Post	P04	4	4	4	4	5
Pre	P05	4	4	4	3	2
Post	P05	4	4	5	3	2
Pre	P06	4	3	5	3	1
Post	P06	3	1	2	2	3
Pre	P07	5	4	4	4	2
Post	P07	4	4	4	4	2
Pre	P08	3	4	2	4	4
Post	P08	5	5	5	5	5
Pre	P09	1	3	2	3	4
Post	P09	4	2	4	1	2

Pre	P10	3	1	5	2	4
Post	P10	4	3	4	4	3
Pre	P11	4	3	3	2	3
Post	P11	2	2	4	2	4
Pre	P12	3	3	5	3	3
Post	P12	4	4	2	4	2
Pre	P13	3	4	5	5	3
Post	P13	4	5	5	5	3
Pre	P14	3	2	5	4	2
Post	P14	3	5	5	4	3
Pre	P15	4	2	1	4	5
Post	P15	4	3	5	4	2
Pre	P16	3	2	5	4	2
Post	P16	4	4	5	5	4
Pre	P17	4	5	5	4	1
Post	P17	4	5	5	4	1
Pre	P18	5	4	4	4	5
Post	P18	2	3	1	2	1
Pre	P19	4	3	3	4	4
Post	P19	3	4	1	4	4
Pre	P20	3	2	4	2	3
Post	P20	4	2	4	2	2
Pre	P22	2	4	2	1	2
Post	P22	5	1	5	5	5
Pre	P23	5	4	5	5	4
Post	P23	4	4	4	4	4
Pre	P25	3	3	4	4	4
Post	P25	3	4	3	4	3
Pre	P26	2	5	5	5	4
Post	P26	3	5	5	4	4
Pre	P28	3	3	1	2	2
Post	P28	3	5	5	4	3
Pre	P29	3	3	5	2	3
Post	P29	3	2	5	3	3
Pre	P31	1	1	1	1	1
Post	P31	1	1	1	1	1
Pre	P32	4	4	4	4	2
Post	P32	3	2	3	2	3
Pre	P33	3	3	2	3	1
Post	P33	4	3	4	2	1
Pre	P34	4	3	3	3	3
Post	P34	4	3	3	3	3
Pre	P35	1	2	2	2	2
Post	P35	1	2	1	2	3

9.7. Schüler*innen Interviews zur Schulgarten-Analogie

G1 P01 P04 P07

I: [...] Was habt ihr nochmal zu diesem Symbol gesagt, wo das Netzwerk von Menschen drauf ist? #00:03:33-1#

A: Die Verknüpfung von Personen, die sich dann austauschen. Über verschiedene wissenschaftliche Gebiete hinweg. #00:03:40-2#

I: Habt ihr dazu was in der Challenge wiedergefunden? #00:03:40-2#

A: Ja, eigentlich schon. Als wir uns darüber informiert haben wie eigentlich wissenschaftliche Prozesse verlaufen, haben wir gelernt, dass Wissenschaftler ja auch immer Aufgaben von anderen... also nehmen wir jetzt mal an, das was wir gemacht haben: wir haben ja jetzt das Video gemacht. Und dann haben Sie ja für die meisten Gruppen die Startgeschwindigkeit ausgerechnet. Also dass so verschiedene Aufgaben übernommen werden und dass sich über Themen ausgetauscht wird. Oder jetzt auch am Ende, das mit dem Peer Review. Da haben ja auch andere Wissenschaftler:innen Artikel bewertet. #00:04:22-1#

/

I: mhm, das steigert ja auch nochmal die Qualität... Wir haben ja einmal diese Analogie mit dem Schulgarten gemacht. So eher am Anfang. Hatte das was damit zu tun, wie Wissenschaftler sich so austauschen oder so? Oder seht ihr da irgendeinen Zusammenhang? #00:00:45-8#

A: Ich fand, das hat jetzt mehr nicht mit der Kommunikation unter Wissenschaftlern, sondern mit dem Beitrag von Wissenschaftlern in der Gesellschaft zu tun. Also bei dem Garten war es ja jetzt so, wie der Garten und die Schule verknüpft sind. Also der Garten bringt halt Essen, also neues Gemüse, und dafür müssen die Schüler da ein bisschen dran arbeiten. Bei der Wissenschaft war es jetzt so, dass die Wissenschaft die Gesellschaft voranbringt, mit Fortschritt, also ihre Erkenntnisse veröffentlicht und dann irgendwie von der Gesellschaft finanziert wird. #00:01:19-2#

I: mhm, joa... #00:01:22-2#

A: Und das ist ja auch eine Zusammenarbeit bei so einem Garten. Also bei den meisten Gärten arbeiten ja ziemlich viele Leute daran. Oder zumindest zwei... #00:01:36-9#

/

G: Also, (unv.) Es war schon sehr motivierend, aber so im Mittel ging die Motivation so kurz verloren, weil wir haben ja erst das mit den Newton'schen Axiomen nochmal wiederholt, induktives, deduktives Verfahren, wissenschaftliches Verfahren. Dann haben wir halt generell was über die Wissenschaft gelernt, also wie diese Prozesse ablaufen, dieser Garten-Vergleich. Das hätte man, glaube ich, tauschen können. Ist halt, wenn man erst so ein bisschen darüber gelernt hat, und dann die Motivation für die Challenge bekommen hat, die das auch durch das ganze Experiment durchgeht. #00:04:29-1#

I: Das ist ein guter Hinweis. Also das heißt, du hättest diesen Teil zum Beispiel mit dem Garten an den Anfang gesetzt? #00:04:32-5#

G: Ja. #00:04:34-7#

G2 P13 P15

I: Ja genau, es geht um Kräfte und das hat dann wiederum auch was mit der Wurfbewegung zu tun. Okay, dann kommen wir zum zweiten Teil. Wir haben ja auch über die Funktion von Wissenschaft gesprochen. Und es ging ja um diesen Schulgarten. Da wäre meine Frage, ob ihr mir vielleicht erklären könnt, um was es da ging und was das mit Wissenschaft zu tun hat. Ich sage ganz ehrlich auch von mir aus, ich habe diese Seite nicht gemacht, deswegen fände ich es ganz gut, wenn ihr vielleicht einfach mal so erzählt. Ich weiß jetzt nicht, worum es geht und dass ihr mal erklärt, was dieser Schulgarten war und was das mit Wissenschaft zu tun hat.

P13: Also ich glaube es ging darum, wie man zusammen wirkt, weil es waren verschiedene Faktoren, die man beeinflussen sollte bei der Planung vom Garten. Auch generell, wie das dann danach weiter funktioniert und wie der am Laufen bleibt. Genau und dass da auch so eine Planung hinter steckt und dass da auch mehrere mitwirken.

I: Genau, mehrere. Und das Ganze nennt man ja auch Funktionssystem. Wieso nennt man da Funktionssystem?

P13: Wahrscheinlich, weil es mehrere Faktoren gibt, die zusammenspielen müssen, damit das überhaupt funktioniert.

I: Ja. Sehr gut. Und da wäre noch eine Frage: Wie sehr ist Wissenschaft ein soziales Handeln?

P13: Ich glaube ein sehr starkes, weil man arbeitet ja viel zusammen, beziehungsweise man muss auch viel zusammen arbeiten.

/

P13: Also ich glaube wir beide sind uns sicher, dass es von der Zeit her immer ein bisschen knapp und stressig war. Und, dass man wenn man sich wirklich auf die Aufgabe fokussiert hat, man relativ schlecht mit der Zeit hingekommen ist.

P15: Also ich glaube wir sind nie so richtig mit der Zeit hingekommen. Also es ist immer irgendwas übrig geblieben und dann noch die Hausaufgaben dazu war halt schon.

I: Ja okay cool, freut mich. Und habt ihr allgemein die Challenge dann als motivierend wahrgenommen insgesamt so? Also fandet ihr das motivierend irgendwie? Hat euch das Spaß gemacht?

P15: Also an sich fand ich es ganz gut, nur halt irgendwie das mit der Zeit das hat halt irgendwie so ziemlich die Lust genommen und man war halt eigentlich nur noch gestresst und hatte halt gar keine Lust mehr drauf, um ehrlich zu sein.

I: Okay und dann noch zwei letzte Fragen. Einmal wir haben ja diesen Schulgarten geplant, fandet ihr das irgendwie ganz cool, sowas mal zu machen? Oder fandet ihr das komisch, dass wir das im Physikunterricht gemacht haben?

P15: Ich habe den Zusammenhang am Anfang halt ehrlich gesagt überhaupt nicht verstanden.

I: Aber wurde der dir zum Ende hin dann klar?

P15: Ja also schon klarer so, aber ich fand das jetzt nicht so wichtig. Aber es kann auch sein, dass ich da irgendetwas falsch verstanden habe.

G5 P12 P11

V: Ja genau. Und danach kam ja dieses mit dem Garten. Da habt ihr ja irgendwie so einen Garten aufgebaut und dann sollte das irgendwas mit Wissenschaft zu tun haben. Könnt ihr mir da erklären, was ihr da genau gemacht habt, bei diesen Seiten? #00:04:56-9#

P11: Also ich weiß, dass es könnte, jetzt halt zum Beispiel wie bei der Simulation sein. Also das das halt die Simulation wäre. #00:00:11-9#

V: Mh also der Garten ist die Simulation zur Wissenschaft? #00:00:15-6#

P11: Ja #00:00:17-1#

P12: Also das man halt organisieren muss wer was macht. Also das es auch darum geht eben. #00:00:23-5#

V: Hat euch das in eurer eigenen Forschung geholfen beim Organisieren? #00:00:26-8#

P12: Also wir waren ja eigentlich nur zu zweit deswegen musste man ja gar nicht viel organisieren. Aber im Großen und Ganzen ist das doch schon sinnvoll gewesen. #00:00:37-3#

V: Okay ähm ja und inwieweit findet ihr dann, dass Wissenschaft sozial ist bzw. soziales Handeln ist? #00:00:45-6#

P12: Also ich denke, dass Wissenschaft vor allem bei Experimenten und Versuchen auf jeden Fall was Soziales ist. Und zum Beispiel auch bei dem Peer-Review-Verfahren, das ist dann ja auf jeden Fall auch in so einer Gruppe sozusagen. #00:01:05-3#

P11: Ja ich wollte dasselbe sagen. #00:01:08-9#

V: Und wo ist Wissenschaft dann nicht so sozial? #00:01:10-6#

P12: ähm ... #00:01:14-4#

P11: Gar nicht. Ist immer sozial. #00:01:19-2#

P12: Ähm also ich fand das manchmal n bisschen viel die Hausaufgaben. Also ich versteh, dass man sonst mit der Zeit sonst wahrscheinlich nicht durchgekommen wäre dann. Aber ich fand das manchmal ein bisschen viel vor allem in der Klausurenphase sich dann noch so 3 Videos anzugucken,

wenn man eben mal nicht so gut mitgekommen ist. Aber sonst war das eigentlich gut. #00:02:11-2#

V: Also das Pensum war zu viel? #00:02:16-0#

P12: Ja also für die Zeit. Ich bin mir nicht so sicher, weil wie gesagt es war Klausurenphase. #00:02:21-5#

P11: Ja würde ich genauso sagen. #00:02:26-4#

V: Was sollte man dann eurer Meinung nach an der Challenge ändern? #00:02:28-2#

P12: Mh vielleicht etwas mehr Zeit dafür einplanen. #00:02:37-7#

P11: Und das ganze vielleicht auch ein bisschen ausführlicher machen. Vielleicht eben auch miteinander und nicht, dass die Gruppen eigentlich alleine und ganz eigenständig arbeiten. #00:02:51-0#

V: Also wir sollten mehr Plenumsphasen einbauen damit wir das nochmal sichern und besprechen? #00:03:47-3#

P12: Ja vielleicht das. #00:03:47-3#

V: Okay. Das ist ein guter Ansatzpunkt, das müssen wir auf jeden Fall besprechen und aufnehmen. Gibt es denn auch etwas an der Challenge, das euch besonders gut gefallen hat? Und so bleiben sollte? #00:03:52-3#

P12: Ähm ich fand es gut, dass man viel in Gruppen halt machen konnte und es nicht immer so Einzelarbeit jeder macht jetzt seins war. So dass man halt auch. Man saß nicht die ganze Zeit rum und hat nur gearbeitet, sondern man auch richtig Sachen gemacht. Das war eigentlich gut. #00:04:18-1#

P11: Ja also ihre Punkte würde ich genauso mitnehmen und ich fands generell eigentlich also es war eigentlich ich weiß nicht, wie ich das sagen soll, aber es war nicht blöd. #00:04:40-4#

V: Ist Physikunterricht sonst blöd für dich? #00:04:45-0#

P11: Ne also es kommt drauf an, aber das war eben nicht blöd. #00:04:45-6#

G5 P09 P17 P10

P17: Also so wie ich mich erinnern kann, ist beim Schulgarten stand da im Fokus, dass ähm man sich überlegen soll wie man herangeht also man hat eine Aufgabe bekommen und ich glaub das waren irgendwie weiß nicht, ich glaube man hatte 1000€ für so einen Schulgarten #00:00:15-8#

P10: Ich glaub das stand da nicht. #00:00:16-5#

P09: Doch, da stand 5000€ und das sollte man verteilen und was davon kaufen. #00:00:20-2#

P17: Ja genau und mit dem sollte man dann einen möglichst guten Schulgarten planen. #00:00:24-2#

P09: Und wir sollten noch äh so eine Organisation aufstellen halt wie man diesen Schulgarten pflegt, wer sich darum kümmert, wer den überhaupt baut und dann zum Beispiel äh sollten wir dann halt sagen welche KP09 das macht oder so das man das unter den Schülern aufteilt. #00:00:38-7#

P17: Ich glaub das stand ähm analog zu nem wissenschaftlichen Projekt. Also wenn man jetzt den Schulgarten als ähm sagen wir mal Paradigma betrachtet oder als Forschungsfrage oder so dann hätte man als verschiedenen KP09n die ähm Forschungsgruppen. Dann gäb's zum Beispiel Leute die das protokollieren, dann Leute die das die sich besonders mit Teilchenphysik auskennen, dann Leute die sich mit Grundlagenphysik und so auskennen ähm das wäre das dann analog zu den Leuten die dann keine Ahnung Pflanzen zurück schneiden oder so was und ähm ja ich glaub das war die Analogie. #00:01:25-7#

P10: Ja #00:01:25-7# #00:01:26-3#

J: Das heißt wenn ihr jetzt so präzise formulieren sollt. Was hatte das mit Wissenschaft zu tun? Also der Schulgarten? #00:01:33-5#

P09: Also ich würd sagen das war so wissenschaftliche Planung, also wenn man so ein Forschungsprojekt machen will, dann steckt da ja auch viel Planung dahinter wer welche Rolle übernimmt und wie P17 auch gerade schon gesagt hat mit den verschiedenen Teilbereichen. Also das man halt sowas koordiniert. #00:01:47-3#

P10: Also ich hätte jetzt auch gesagt vor allen Dingen das vorbereiten auf das Experiment, weil bei wissenschaftlichen Experimenten musst du ja auch schon vorher wissen wie und was du machen musst oder auch wann du das machen musst und ja das war bei dem Schulgarten ja auch ein wichtiger Punkt. #00:02:03-2#

J: Auf jeden Fall. Und äh wie sehr würdet ihr sagen, ist Wissenschaft soziales Handeln? #00:02:07-3#

P09: Mh ich würd sagen schon sehr, weil man muss ja wirklich auch eng zusammenarbeiten man muss diese Versuchsergebnisse äh immer präzise machen man muss sich immer auf den anderen verlassen können, dass der das richtig macht und man muss auch zusammenarbeiten und sich gegeneinander helfen. #00:02:23-0#

P17: Ich glaub auch, dass ähm Wissenschaft immer weiter Teamarbeit wird. Also früher waren irgendwelche Leute mehr alleine, die sich irgendwas überlegt haben, aber mittlerweile sind ja die Themenbereich so komplex das man das auch teilweise alleine einfach nicht mehr schaffen kann. Da braucht man halt Leute die sich mit äh KI oder sowas auskennen um dann bestimmte Modelle zu erstellen oder sowas. Das kann man glaube ich mittlerweile auch einfach alleine nicht mehr machen. Da braucht man natürlich eine soziale Komponente. #00:02:51-6#

G7 P19 P20 P07

I: Okay, dann kommen wir zum zweiten Teil. Im zweiten teil haben wir uns ja damit beschäftigt, was die Funktionen von Wissenschaft sind, also Wissenschaft als Funktionssystem. Und da wollte ich einfach mal fragen, ob ihr mir erklären könnt, um was es da ging, und was das mit Wissenschaft zu tun hat. Also warum ist Wissenschaft ein Funktionssystem? Und wir haben ja das mit dem Schulgarten gemacht und was habt ihr da genau gemacht und hat das miteinander zu tun?

P20: Also bei der Wissenschaft arbeiten ja alle zusammen und versuchen sich gegenseitig auszutauschen. Oder wie bei dem Peer-Review-Verfahren sich gegenseitig halt Feedback zu geben. Und so genau ist das halt auch bei dem Schulgarten, jetzt in dem Beispiel, dass man halt zusammen sich abspricht, wer was macht und dann halt die Aufgaben verteilt.

I: Genau, also das heißt die zweite Frage wäre noch, wie sehr ist Wissenschaft ein soziales Handeln? Vielleicht kann einer von euch daran anknüpfen?

P05: Ja, ein soziales Handeln ist es halt in dem Sinne, dass man ja wie gesagt in einer Gruppe agiert und da muss man halt auch mit den Leuten, mit denen man interagiert klarkommen bestmöglich. Ja sonst ist einfach eine Zusammenarbeit finde ich unmöglich, ja.

G1 P28 P27 P23

J: Ja super, genau und dann haben wir uns also jetzt anderes Thema. Wir haben uns ja auch über diesen Schulgarten unterhalten und ich habe die Seite gar nicht selber gemacht. Könnt ihr mir nochmal irgendwie sagen worum's da ging und was vor allen Dingen diese Seite mit Wissenschaft zu tun hatte? #00:03:43-6#

P27: Äh auf der Seite sollten wir halt einen Schulgarten planen und wir hatten nur eine bestimmte äh wo wir das machen konnten und äh genauso muss man ja auch so ein Vorgehen planen. Also wie man halt weiter macht, wie man zum Ziel kommt und genauso mussten wir den äh Schulgarten erstmal planen und so überlegen bis wann man so Ziel (unv.) #00:04:06-8#

P23: Ja also das ist einfach wie wissenschaftliche Vorgänge passieren. Das man als erstmal plant oder beziehungsweise erstmal guckt was man überhaupt braucht wie man das machen will in welcher Zeit und mit welchen Mitteln und dann halt zu einer Lösung, also versucht zu ner Lösung zu kommen. #00:04:19-8#

[Ende Teil 1]

J: Wie sehr würdet ihr sagen ist Wissenschaft soziales Handeln? [2s Pause] #00:00:04-4#

P23: Also ich würd sagen - ja oder wollt ihr das? ähhh also das ist Naturwissenschaften sich ja sehr auf die Leben von uns oder auch Erfindungen auswirken und das dann wieder auf die äh ja auf das soziale Leben sich auswirkt. Das heißt das ist eigentlich schon soziales Handeln, wenn man also sobald man halt seine ähh Entdeckung veröffentlicht also als Wissenschaftler oder als Wissenschaftlerin dann wird das auch soziales Handeln weil es von der Gesellschaft benutzt wird. Ja. #00:00:27-5#

J: Genau, deswegen einmal vielleicht jeder ein Highlight und danach ein Lowlight, also was euch nicht so gut gefallen hat. Vielleicht fangen wir mit den Lowlights an, das ist schöner von der Reihenfolge

also eine Sache die euch gar nicht gefallen hat. Wenn's was gibt. #00:03:06-9#

P23: Äh ich finde das die das ähm ich finde schade, dass die Zeit am Ende ein bisschen knapp geworden ist. Das heißt, dass wir zum Beispiel die Luftreibung nicht mehr richtig jetzt ähm machen konnten aber ja das ist so das einzige also ich hätte mir ein bisschen mehr Zeit noch gewünscht. #00:03:17-0#

P27: Ähm ich fand das manchmal verwirrend mit dem wir sollten das ja mit schwarzen Stiften äh nochmal korrigieren und ich wusste nicht, ich dachte wir würden das am Ende einmal komplett korrigieren aber es ging ja ums äh anscheinend auch für zwischendurch. Das war dann manchmal verwirrend. #00:03:31-9#

P28: Ja ich fand das auch mit der Zeit ein bisschen doof. Das wir halt ein bisschen wenig Zeit hatten, das mit dem Luftwiderstand jetzt nicht mehr so einbeziehen konnten. #00:03:41-3#

J: Okay, dann jetzt noch einmal das Highlight. #00:03:43-1#

P23: Also ich find die Highlights generell also was mir sehr gefallen hat sind die Videos die waren sehr anschaulich also habe ich immer alles verstanden und auch dieses, dass wir uns das selbst halb also immer so selbst erarbeitet haben mit so nem Input von also von euch und äh das hat dann sich irgendwie gut ergänzt. Also generell fand ich das einfach immer ein Highlight so. Also das hat halt immer gut gepasst. #00:03:58-9#

P27: Ich fand die Fragen in den Videos voll toll [lacht]. #00:04:03-1#

P28: Ja ich auch äh die Fragen in den Videos und die Videos waren auch gut. Und ich mochte es auch diesen wissenschaftlichen Artikel dann am Ende selbst verfassen zu können. #00:04:13-3#

G2 31 35 34

J: Okay, super. Und dann haben wir äh uns ja darüber unterhalten ähm was - also da hattet ihr diese Aufgabe mit dem Schulgarten. Die Seite habe ich gar nicht gemacht. Könnt ihr mir erklären was worum es da ging und ähm was das mit Wissenschaft zu tun hatte? #00:02:49-3#

[6s Pause] P31: Also man musste - ich glaub das waren 6 mal 6m oder? #00:03:00-4#

P35: Ja irgendwie eine Fläche hatten wir auf jeden Fall. #00:03:02-7#

P31: Und daraus musste man einen Schulgarten machen und das hat mit Wissenschaft zu tun, weil es ein Garten ist also Biologie hat auch mit Wissenschaft zu tun. #00:03:13-0#

P35: Vielleicht einfach wie wir das aufbauen so Herangehensweisen oder sowas dafür. #00:03:17-8#

P34: Und unsere Planungskompetenz testen. #00:03:21-6#

P31: Unser logisches Denken. [unverständliches Gemurmel] #00:03:25-3#

J: Okay. Was würdet ihr denn sagen wie sehr ist Wissenschaft auch soziales Handeln? #00:03:29-8#

P35: Ja man muss ja mit anderen zusammenarbeiten in der Wissenschaft also man kann ja nicht alle Experimente oder so Zeugs alleine erledigen das heißt man muss viel mit andern zusammenarbeiten und man muss auch Sachen austauschen Informationen, anderen Leuten Sachen erklären und so weiter. Also schon. #00:03:48-9#

J: Okay, mh was waren Sachen die motivierender waren als normaler Unterricht? Wenn ihr das jetzt so also sagt? #00:01:22-8#

P31: Ähm zum Beispiel die Experimente zum Beispiel mit dem Skateboard das hat Spaß gemacht. #00:01:30-4#

P34: Oder auch die äh wie soll ich's sagen mit dem Schulgarten, die Planungsaufgabe, die wir, wo wir selbst nachdenken mussten. #00:01:37-0#

P35: Ja auch generell das wir halt nicht immer wieder was besprechen mussten generell so sondern das wir einfach die Aufgaben machen konnten die wir hatten und halt nicht immer zwischendurch besprechen mussten alles Mögliche und es verglichen haben und so weiter. #00:01:52-4#

J: Okay und äh wie fandet ihr das also diese - es gab ja praktisch die Kombination aus Laborbuch und Informationsbasis. Wie fandet ihr das? [2s Pause] So an Unterrichtsmaterial sozusagen. Also klassisch ist ja irgendwie eher Arbeitsblätter und Buch. #00:02:06-6#

P31: Achso, äh ich fand das mit dem Laborbuch sehr sehr schön. Ich mochte das. #00:02:10-6#

P35: Ja das war auch nicht das man irgendwie immer Seiten in nem Buch raussuchen muss oder ja irgendwie lästige 1000 Arbeitsblätter hat die man dann alle bearbeiten muss. #00:02:21-2#

Literaturverzeichnis

- Adúriz-Bravo, Agustín (2014): Teaching the Nature of Science with Scientific Narratives. In: *Interchange* 45 (3-4), S. 167–184. DOI: 10.1007/s10780-015-9229-7.
- Allchin, Douglas (2004): Should the sociology of science be rated X? In: *Sci. Ed.* 88 (6), S. 934–946. DOI: 10.1002/sce.20026.
- Allchin, Douglas (2012): Toward clarity on Whole Science and KNOWS. In: *Sci. Ed.* 96 (4), S. 693–700. DOI: 10.1002/sce.21017.
- Allchin, Douglas (2013): Teaching the nature of science. Perspectives & resources. Saint Paul, Minn.: SHiPS Education Press.
- Allchin, Douglas (2020a): From science as “special” to understanding its errors and justifying trust. In: *Sci. Ed.* 104 (3), S. 605–613. DOI: 10.1002/sce.21571.
- Allchin, Douglas (2020b): The Credibility Game. In: *The American Biology Teacher* 82 (8), S. 535–541. DOI: 10.1525/abt.2020.82.8.535.
- Arndt, Laura; Billion-Kramer, Tim; Wilhelm, Markus; Rehm, Markus (2020): NOS-Modellierungen – Ein theoretischer Konflikt mit fehlender empirischer Basis. 35-45 Pages / Progress in Science Education (PriSE), Vol. 3 No. 1 (2020). DOI: 10.25321/prise.2020.994.
- Bartos, Stephen A.; Lederman, Norman G. (2014): Teachers' knowledge structures for nature of science and scientific inquiry: Conceptions and classroom practice. In: *J. Res. Sci. Teach.* 51 (9), S. 1150–1184. DOI: 10.1002/tea.21168.
- Bell, Randy L.; Lederman, Norman G. (2003): Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. In: *Sci. Ed.* 87 (3), S. 352–377. DOI: 10.1002/sce.10063.
- Billion-Kramer, Tim (2021): Nature of Science. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Billion-Kramer, Tim; Lohse-Bossenz, Hendrik; Dörfler, Tobias; Rehm, Markus (2020): Professionswissen angehender Lehrkräfte zum Konstrukt Nature of Science (NOS): Entwicklung und Validierung eines Vignettentests (EKoL-NOS). In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 26 (1), S. 53–72. DOI: 10.1007/s40573-020-00112-z.
- Burde, Jan-Philipp (2018): Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells. Berlin/Germany: Logos Verlag Berlin. Online verfügbar unter <https://directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/64491>.
- Dagher, Zoubeida R.; Erduran, Sibel (2016): Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. In: *Sci & Educ* 25 (1-2), S. 147–164. DOI: 10.1007/s11191-015-9800-8.
- Duit, Reinders; Glynn, Shawn (1995): Analogien - Brücken zum Verständnis. In: *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik* 6 (43) (27), S. 4–10.
- Dümbgen, Lutz (2016): Einführung in die Statistik. 1. Aufl. 2016. Basel: Springer Basel (SpringerLink Bücher).
- Fleck, Ludwik (1935): Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. 12. Auflage. Hg. v. Lothar Schäfer und Thomas Schnelle. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 312).
- Gebhard, Ulrich; Höttecke, Dietmar; Rehm, Markus (2017): Pädagogik der Naturwissenschaften. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Heering, Peter; Kremer, Kerstin (2018): Nature of Science. In: Dirk Krüger, Ilka Parchmann und Horst Schecker (Hg.): Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 105–119.

Henke, Andreas; Höttecke, Dietmar (2013): Students' beliefs about the diachronic nature of science: a metaphor-based analysis of 8th-graders' drawings of "the way of science". In: C. C. Silva & M. E. B. Prestes (Hg.): Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas. Sao Paulo: Tipographia Editoria Expressa, S. 327–356.

Heysel, Jan; Bertoldi, Frank (2020): Expliziter Unterricht zu naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. In: S. Habig (Hg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch? Jahrestagung. online. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Universität Duisburg-Essen, S. 681. Online verfügbar unter https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tb2021/TB2021_681_Heysel.pdf.

Holland, John L. (1997): Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments, 3rd ed. Veröffentlichungsnr: 0-911907-27-0 (Hardcover).

Höttecke, Dietmar (2001): Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der "Natur der Naturwissenschaften". In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 7, S. 7–23.

Höttecke, Dietmar; Allchin, Douglas (2020): Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. In: *Sci. Ed.* 104 (4), S. 641–666. DOI: 10.1002/sce.21575.

Höttecke, Dietmar; Hopf, Martin (2018): Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften. In: Horst Schecker, Thomas Wilhelm, Martin Hopf und Reinders Duit (Hg.): Schülervorstellungen und Physikunterricht. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 271–287.

Höttecke, Dietmar; Schecker, Horst (2021): Unterrichtskonzeptionen für Nature of Science (NOS). In: Thomas Wilhelm, Horst Schecker und Martin Hopf (Hg.): Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 401–433.

Höttecke, Dietmar; Silva, Cibelle Celestino (2011): Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. In: *Sci & Educ* 20 (3-4), S. 293–316. DOI: 10.1007/s11191-010-9285-4.

Hüppauf, Bernd; Weingart, Peter (Hg.) (2009): Frosch und Frankenstein. Bilder als Medium der Popularisierung von Wissenschaft. Bielefeld: transcript Verlag. Online verfügbar unter <https://directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/31097>.

Kelly, Laura Beth (2018): Methods & Strategies: Draw a Scientist Uncovering students' thinking about science and scientists. In: *Science and Children* 56 (4), S. 86–90. Online verfügbar unter <https://www.jstor.org/stable/26611433>.

Keuth, Herbert (2019): Karl Poppers „Logik der Forschung“. In: Giuseppe Franco (Hg.): Handbuch Karl Popper. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 45–63.

KMK (2004): Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004. Hg. v. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. Online verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf, zuletzt geprüft am 24.02.2022.

Koska, Johannes; Krüger, Dirk (2012): Nature of Science - Perspektiven von Studierenden: Schritte zur Entwicklung eines Testinstrumentes. Projektskizze. In: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* (11), S. 115–

127. Online verfügbar unter <https://www.bcp.fu-berlin.de/biologie/arbeitsgruppen/didaktik/Erkenntnisweg/2012/Koska.pdf>.

Krause, Eduard (2014): Analogien im Physikunterricht - Warum Analogien in der Physik mehr sind als nur allgemeine heuristische Prinzipien. In: *Alte Seite - PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 0* (0). Online verfügbar unter <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/530>.

Krüger, Janne (2017): Schülerperspektiven auf die zeitliche Entwicklung der Naturwissenschaften. Berlin/Germany: Logos Verlag Berlin. Online verfügbar unter <https://directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/64473>.

Kuckartz, Udo (2014): *Mixed Methods*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Kuckartz, Udo; Rädiker, Stefan (2022): *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. Grundlagentexte Methoden*. 5. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Juventa (Grundlagentexte Methoden).

Kuhn, Thomas S. (1962): *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Zweite revidierte und um das Postskriptum von 1969 ergänzte Auflage, [26. Auflage]. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 25).

Lederman, Norm G.; Abd-El-Khalick, Fouad; Bell, Randy L.; Schwartz, Rene S. (2002): Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. In: *J. Res. Sci. Teach.* 39 (6), S. 497–521. DOI: 10.1002/tea.10034.

Lederman, Norman G.; Lederman, Judith S. (2019): Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? In: *Discip Interdiscip Sci Educ Res* 1 (1). DOI: 10.1186/s43031-019-0002-0.

Leiß, Fabian (2020): *Investigation of pupils' conceptions of natural scientists' activities and their influence by an educational laboratory*. RWTH Aachen University.

Luhmann, Niklas (2018): *Die Wissenschaft der Gesellschaft*. 8. Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 1001).

Mayring, Philipp; Fenzl, Thomas (2019): *Qualitative Inhaltsanalyse*. In: Nina Baur und Jörg Blasius (Hg.): *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 633–648.

McComas, William F. (Hg.) (2002): *The Nature of Science in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers (Science & Technology Education Library, 5).

McComas, William F. (2020): Considering a Consensus View of Nature of Science Content for School Science Purposes. In: William McComas (Hg.): *Nature of Science in Science Instruction*. Cham: Springer International Publishing (Science: Philosophy, History and Education), S. 23–34.

McComas, William F.; Olson, Joanne K. (2002): The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. In: William F. McComas (Hg.): *The Nature of Science in Science Education*, Bd. 5. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers (Science & Technology Education Library, 5), S. 41–52.

Miller, David I.; Nolla, Kyle M.; Eagly, Alice H.; Uttal, David H. (2018): The Development of Children's Gender-Science Stereotypes: A Meta-analysis of 5 Decades of U.S. Draw-A-Scientist Studies. In: *Child development* 89 (6), S. 1943–1955. DOI: 10.1111/cdev.13039.

Osborne, Jonathan; Collins, Sue; Ratcliffe, Mary; Millar, Robin; Duschl, Rick (2003): What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. In: *J. Res. Sci. Teach.* 40 (7), S. 692–720. DOI: 10.1002/tea.10105.

- Qua-LiS NRW (2022): Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen. Online verfügbar unter <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe/physik/physik-klp/kompetenzen/index.html>, zuletzt geprüft am 07.03.22.
- Rätz, Johanna (2022): Modellierung und Simulation als naturwissenschaftliche Arbeitsweisen der Erkenntnisgewinnung im Unterricht. Masterarbeit. Rheinische Friedrich Wilhelm Universität Bonn, Bonn.
- Reinmann, Gabi (2005): Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. In: *Unterrichtswissenschaft* 33 (1), S. 52–69. Online verfügbar unter https://www.pedocs.de/volltexte/2013/5787/pdf/UntWiss_2005_1_Reinmann_Innovation_ohne_Forschung.pdf, zuletzt geprüft am 07.03.2022.
- Seidel, T.; Prenzel, M.; Rimmel, R.; Dalehefte, I. M.; Herweg, C.; Kobarg, M.; Schwindt, K. (2006): Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 52 (6), S. 799–821.
- Sliwka, Anne (2018): Pädagogik der Jugendphase. Wie Jugendliche engagiert lernen. Hintergründe und Praxiswissen. Weinheim: Beltz. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1129011>.
- Stadtler, Marc; Winter, Stephan; Scharrer, Lisa; Thomm, Eva; Krämer, Nicole; Bromme, Rainer (2017): Selektion, Integration und Evaluation. In: *Psychologische Rundschau* 68 (3), S. 177–181. DOI: 10.1026/0033-3042/a000361.
- Statistisches Bundesamt (2022): Personal an Hochschulen: Deutschland, Jahre, Personalgruppen nach Beschäftigungsverhältnis, Geschlecht. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=1&step=1&titel=Ergebnis&levelid=1646145539923&acceptscookies=false#abreadcrumb>, zuletzt geprüft am 01.03.2022.
- Stollorz, Volker (2021): Herausforderungen für den Journalismus über Wissenschaft in der Coronapandemie – erste Beobachtungen zu einem Weltereignis. In: *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 64 (1), S. 70–76. DOI: 10.1007/s00103-020-03257-x.
- Stošić, Patricia (2017): Das Wissenschaftssystem. In: Patricia Stošić (Hg.): Kinder mit Migrationshintergrund. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 69–90.
- Urhahne, Detlef; Kremer, Kerstin; Mayer, Jürgen (2008): Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validieren eines Fragebogens. In: *Unterrichtswissenschaft* 36, S. 71–93.
- Weingart, Peter (2003): Von Menschenzüchtern, Weltbeherrschern und skrupellosen Genies - Das Bild der Wissenschaft im Spielfilm. Wissenschaft und Spielfilm - ein Widerspruch in sich? In: S. Iglhaut und T. Sping (Hg.): science + fiction. Zwischen Nanowelt und globaler Kultur. Berlin.
- Weingart, Peter (2015): Die Stunde der Wahrheit? Zum Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft. Studienausg., unveränderter Nachdr. der Erstausg., 4. Aufl. Weilerswist: Velbrück Wiss.
- Wentorf, Wilfried; Höffler, Tim N.; Parchmann, Ilka (2015): Schülerkonzepte über das Tätigkeitsspektrum von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern: Vorstellungen, korrespondierende Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 21 (1), S. 207–222. DOI: 10.1007/s40573-015-0035-7.

Wilhelm, Thomas; Hopf, Martin (2014): Design-Forschung. In: Dirk Krüger, Ilka Parchmann und Horst Schecker (Hg.): Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 31–42.

Wittgenstein, Ludwig (2019): Logisch-philosophische Abhandlung. = Tractatus logico philosophicus. 9. Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Woeste, Inga (2022): Das Peer-Review-Verfahren als wissenschaftliche Qualitätssicherung im Unterricht. Masterarbeit. Rheinische Friedrich Wilhelm Universität Bonn, Bonn.

Zemplén, Gábor Á. (2009): Putting Sociology First—Reconsidering the Role of the Social in ‘Nature of Science’ Education. In: *Sci & Educ* 18 (5), S. 525–559. DOI: 10.1007/s11191-007-9125-3.