

---

# **Experimentieren im Sachunterricht zwischen Wunsch und Wirklichkeit**

Eine Längsschnittfallstudie zur Durchführung von  
Experimenten im Sachunterricht

---

Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Pädagogik

vorgelegt von  
Julia Gaffron

eingereicht bei der Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät  
der Universität Siegen  
Siegen 2023

Betreuer und erster Gutachter

Prof. Dr. Martin Gröger

Universität Siegen

Zweite Gutachterin

Prof.'in Dr. Alexandra Flügel

Universität Siegen

Tag der mündlichen Prüfung

17. April 2024

# Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Martin Gröger für die Möglichkeit, diese Arbeit in seiner Arbeitsgruppe anzufertigen, sowie die gute und wertschätzende Betreuung. Die vielen anregenden und hilfreichen Gespräche und Anmerkungen und das immer offene Ohr waren mir bei meiner Arbeit eine wichtige und wertvolle Unterstützung.

Frau Prof.'in Dr. Alexandra Flügel vom Department Erziehungswissenschaft der Universität Siegen möchte ich ganz herzlich für ihre Bereitschaft danken, als Zweitgutachterin und Prüferin zu fungieren.

Weiterhin bedanke ich mich bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Arbeitsgruppe der Didaktik für Chemie für die nette und kollegiale Zusammenarbeit und individuelle Unterstützung, auf die ich jederzeit zählen konnte: Dr. Daniela Krischer, Dr. Mareike Jansen, Dr. Volker Hofheinz, Dr. Udo Führ, Simone Wenderoth, Karina Souza de Oliveira – vielen lieben Dank für alles!

Mein besonderer Dank gilt ebenso allen ehemaligen Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtern und jetzigen Lehrkräften, die an dem Projekt teilgenommen haben und mir die Möglichkeit gegeben haben, meine Studie durchzuführen. Insbesondere bei meiner Kollegin im Fachseminar Sachunterricht, Nina Winter, und bei der Seminarleiterin für das Lehramt an Grundschulen, Tania Rabenau, möchte ich mich für die wertschätzende, freundschaftliche und pragmatische Unterstützung der letzten Jahre von Herzen bedanken.

Zum Schluss danke ich meiner Familie sowie meiner Freundin Constanze dafür, dass sie mich auf diesem Weg begleitet und mit Zuspruch und Anerkennung immer wieder motiviert haben, das Ziel nicht aus den Augen zu verlieren.

Mein allergrößter Dank aber gilt meinem Mann Volker, der mich in der ganzen Zeit selbstlos und unermüdlich unterstützt hat. Seine Anregungen und Rückmeldungen sowohl im nahezu täglichen Austausch über all die vielen fachlichen Aspekte, Überlegungen und Fragen zu meinem Vorhaben als auch die Hilfen bei den ganz praktischen Dingen wie Recherche, Korrekturlesen, technischer Support und vieles mehr haben ganz wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

## Zusammenfassung

Kinder experimentieren gerne, viele Lehrkräfte aber offenbar nicht. Diese pointiert formulierte Aussage wird beispielsweise durch Studien von HARLEN (1997) und MÖLLER (2004) untermauert, die zeigen, dass naturwissenschaftliche Themen – hier insbesondere physikalische und chemische Themen – sowie das Experimentieren als Fachmethode bei der tatsächlichen Unterrichtsdurchführung im Sachunterricht stark unterrepräsentiert sind. Als Ursachen für die Unterrepräsentanz werden unter anderem fehlendes Professionswissen der Lehrkräfte, persönliche Vorbehalte durch eine negative eigene Lernbiographie sowie das Fehlen von Interesse und Motivation genannt, häufig gekoppelt an ein niedriges Fähigkeitsselbstkonzept und eine geringe Selbstwirksamkeitserwartung.

Um der Unterrepräsentanz begegnen zu können, wird in einer Interventionsstudie der Blick auf die zweite Phase der Lehramtsausbildung (Vorbereitungsdienst) im Fach Sachunterricht gerichtet. Die Forschungsfrage lautet: Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit und das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtlern langfristig stärken?

Die Intervention wird als alltagsrelevante Lernaufgabe gestaltet. Indem sie thematisch die Frage aufwirft: „Was sprudelt in der Brause?“ beinhaltet sie mit dem fachlichen Gegenstand Kohlenstoffdioxid explizit ein Beispiel aus der chemischen und physikalischen Domäne. Methodisch betrachtet ermöglicht die Intervention einen ständigen Wechsel zwischen praktischen Experimentierphasen und Austausch- und Reflexionsphasen und wird damit dem Anspruch nach einem *hands-on as well as minds-on* im Experimentalunterricht gerecht.

Für die Längsschnittstudie wird forschungsmethodisch ein *Mixed-Methods*-Ansatz gewählt. Die Intervention wird durch einen geschlossenen, quantitativ ausgewerteten Fragebogen zur Selbsteinschätzung entlang der Merkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen im Pre-Post-Follow-up-Design beforscht. Nach Ablauf von zwei Jahren werden die Ergebnisse qualitativ mit Hilfe fakultativer, leitfadengestützter Interviews kommunikativ validiert und vertieft.

Die Ergebnisse der Pre-Post-Befragung lassen den Schluss zu, dass die Intervention kurzfristig dazu beigetragen hat, das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept und die Selbstwirksamkeit bezogen auf das praktische Experimentieren zu stärken. Die Ergebnisse der Follow-up-Befragung nach zwei Jahren zeigen, dass die im Anschluss an die Pre-Post-Be-



fragung vorgenommene Typisierung der Einzelfälle in Profiteure, Nicht-Profiteure und Wider-Erwarten-Typen jedoch nicht mehr erkennbar ist.

Für die Auswertung der Interviews kann zusammenfassend festgestellt werden, dass mittelbar moderierende Variablen wie die untersuchten Persönlichkeitsmerkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen in direktem Zusammenhang mit stark moderierenden Variablen wie der vorgefundenen Schulrealität stehen und sich gegenseitig bedingen.

Die Intervention während der zweiten Ausbildungsphase mit einem hohen grundschulrelevanten Praxisbezug wird von den interviewten Lehrkräften als gewinnbringend betrachtet und kann damit als ein wichtiger Baustein gewertet werden, um der Unterrepräsentanz von Experimenten im Sachunterricht entgegenzuwirken.

## Abstract

Children like to experiment, but many teachers apparently do not. This pointedly formulated statement is supported, for example, by studies by HARLEN (1997) (1997) and MÖLLER (2004), which show that science topics – especially physical and chemical topics – as well as experimentation as a subject method are strongly underrepresented in the actual implementation of lessons in general science in primary school. Among other reasons for this under-representation are the teachers' lack of professional knowledge, personal reservations due to their own negative learning biography, and the lack of interest and motivation, often coupled with a low self-concept and low expectations of self-efficacy.

To address the underrepresentation, the intervention study focuses on the preparatory service in the second phase of practically based teacher training. The research question is: Can an explicit intervention on experimentation in general science in primary school using the example of bubbling gas strengthen the interest, self-concept, self-efficacy, and professional knowledge of trainee teachers in the long term?

The intervention is designed as a learning task relevant to everyday life. By thematically raising the question: "What's bubbling in the lemonade?" it explicitly includes an example from the chemical and physical domain with the subject matter carbon dioxide. From a methodological point of view, the intervention allows a constant change between practical experimentation phases and exchange and reflection phases and thus meets the demand for a hands-on as well as minds-on approach in experimental teaching.

For the longitudinal study, a mixed-methods approach is chosen for the research methodology. The intervention is investigated by means of a closed, quantitatively evaluated questionnaire for self-assessment along the characteristics of interest, self-concept, self-efficacy, and professional knowledge in a pre-post-follow-up design. After two years, the results were qualitatively validated and deepened with the help of facultative, guided interviews. The results of the pre-post survey suggest that the intervention contributed in the short term to strengthen interest, self-concept and self-efficacy in relation to practical experimentation. The results of the follow-up survey after two years show that the typification of the individual cases into profiteers, non-profiteers and against-expectation types, which was carried out after the pre-post survey, is no longer recognisable.

For the evaluation of the interviews, it can be summarized that indirectly moderating variables such as the examined personality traits interest, self-concept, self-efficacy and

professional knowledge are directly related to the strongly moderating variables such as the found school reality and that they are mutually dependent.

The intervention during the second training phase with a high level of practical relevance to primary schools is considered by the interviewed teachers to be profitable and can thus be evaluated as an important component to counteract the underrepresentation of experiments in lessons in general science in primary school.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Sachunterricht in der Grundschule</b> .....	<b>4</b>
2.1	Aufgaben und Ziele des Sachunterrichts in der Diskussion .....	4
2.1.1	Sachunterricht – über die Begrifflichkeit zur Disziplin.....	4
2.1.2	Phänomene – über die Sache des Sachunterrichts zur Orientierung in der Welt .....	6
2.1.3	Vielfalt – über die Vielperspektivität zum Perspektivrahmen Sachunterricht .....	9
2.2	Die Naturwissenschaften im Sachunterricht der Grundschule .....	14
2.2.1	Entwicklung des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts .....	14
2.2.2	Naturwissenschaftliche Inhalte des Sachunterrichts .....	17
2.3	Experimentieren als Fachmethode im Sachunterricht .....	20
2.3.1	Verortung des Experimentierens in Wissenschaft und Unterricht.....	20
2.3.2	Ziele eines Experimentalunterrichts .....	25
2.4	Experimentieren im Sachunterricht zwischen Wunsch und Wirklichkeit .....	34
2.4.1	Forschungsbefunde zur Unterrepräsentanz von Experimenten im Sachunterricht	35
2.4.2	Studienergebnisse zur Unterrepräsentanz unterschieden nach Zielgruppen .....	39
2.5	Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen als moderierende Variablen eines Experimentalunterrichts .....	44
2.5.1	Interesse .....	44
2.5.2	Fähigkeitsselbstkonzept.....	47
2.5.3	Selbstwirksamkeit.....	49
2.5.4	Professionswissen.....	52
<b>3</b>	<b>Planung und Durchführung einer Interventionsstudie zum Experimentieren im Sachunterricht</b> .....	<b>59</b>
3.1	Ziele der Fallstudie – Forschungsfrage .....	59
3.2	Planung und Durchführung der Intervention „Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas“ .....	60
3.2.1	Planung der Versuche für die Intervention .....	60
3.2.2	„Sprudelgas“ als fachlicher Gegenstand .....	64
3.2.3	Experimentieren mit „Sprudelgas“ – curriculare Verortung .....	67
3.2.4	„Was sprudelt in der Brause?“ als experimentelle Lernaufgabe in der Praxis .....	70

<b>4</b>	<b>Methodisches Vorgehen .....</b>	<b>80</b>
4.1	Forschungsdesign: forschungsmethodische Verortung .....	81
4.2	Erhebungsinstrumente .....	84
4.2.1	Erhebungsinstrument zur Selbsteinschätzung – Fragebogen.....	84
4.2.2	Erhebungsinstrument zur Kontextanalyse und Erfassung von Langzeiteffekten – Leitfadeninterviews .....	88
4.3	Pilotstudie zur Validierung des Fragebogens .....	91
4.3.1	Pilotstudie: Beschreibung der Stichprobe und Angaben zur Datenerhebung .....	91
4.3.2	Pilotstudie: Datenaufbereitung .....	92
4.3.3	Überprüfung der Testgütekriterien – Datenanalyse .....	93
4.3.4	Pilotstudie: Auswertung der Kategorien Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeit .....	97
4.3.5	Pilotstudie: Auswertung der Kategorie Professionswissen .....	99
<b>5</b>	<b>Beschreibung und Auswertung der Interventionsstudie .....</b>	<b>102</b>
5.1	Beschreibung Pre-Post-Befragung .....	102
5.1.1	Stichprobe und Angaben zur Datenerhebung .....	103
5.1.2	Datenaufbereitung .....	104
5.1.3	Verwendete statistische Rechenverfahren zur Datenanalyse .....	105
5.2	Datenauswertung und Interpretation der Pre-Post-Befragung .....	109
5.3	Pre-Post-Befragung: Einzelfallanalyse .....	115
5.4	Beschreibung der Follow-up-Befragung .....	125
5.4.1	Stichprobe und Angaben zur Datenerhebung .....	125
5.5	Datenauswertung und Interpretation der Follow-up-Befragung .....	127
5.6	Beschreibung der Interviews .....	135
5.6.1	Stichprobe und Angaben zur Datenerhebung .....	135
5.6.2	Ablauf der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse .....	136
5.6.3	Überprüfung der Studiengüte.....	141
5.7	Auswertung der Interviews .....	144
5.7.1	Kategorienbasierte Auswertung .....	145
5.7.2	Mehrdimensionale Zusammenhänge zwischen Kategorien und Subkategorien ..	189
5.7.3	Fallzusammenfassung für jede Lehrkraft.....	200
<b>6</b>	<b>Fazit und Ausblick.....</b>	<b>206</b>

<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>216</b>
<b>Tabellen- und Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>227</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>230</b>







# 1 Einleitung

Immer dann, wenn im Sachunterricht der Grundschule Experimente oder Versuche durchgeführt werden, sind die Kinder begeistert und hochmotiviert bei der Sache. Kinder lieben das Experimentieren!

Die eigenen langjährigen Erfahrungen als Grundschullehrerin, Fachleiterin für Sachunterricht am Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung (ZfsL) Siegen und Moderatorin in der Lehrkräftefortbildung für das Fach Sachunterricht (Bezirksregierung Arnsberg, NRW) lassen jedoch vermuten, dass das Experimentieren längst noch nicht – trotz aller Bemühungen und Entwicklungen – in allen Grundschulen einen festen Platz im Sachunterricht gefunden hat. Dieser Eindruck wird beispielsweise durch Studien von HARLEN (1997) und MÖLLER (2004) untermauert, die zeigen, dass naturwissenschaftliche Themen – hier insbesondere physikalische und chemische Themen – sowie Experimente bei der tatsächlichen Unterrichtsdurchführung stark unterrepräsentiert sind. Pointiert formuliert: Kinder experimentieren gerne, viele Lehrkräfte aber offenbar nicht.

Das Experiment bzw. das Experimentieren im Unterricht ist eindeutig ein Motor für Motivation, der auch in der weiterführenden Schule noch trägt (vgl. z. B. Barke et al. 2018, S. 64; Reiners 2022, S. 130). Experimentieren mit Kindern im Sachunterricht lässt sich jedoch nicht nur motivational bzw. lerntheoretisch legitimieren, sondern auch fachdidaktisch und curricular: Das Durchführen von Experimenten bzw. Versuchen gilt als eine der wesentlichen Merkmale der Naturwissenschaften (vgl. Gebhard et al. 2017, S. 11; Reiners 2022, S. 45), es ist letztlich „ein Konstituens der naturwissenschaftlichen Disziplinen“ (Hofheinz 2008, S. 64). Folgerichtig soll es daher bereits auch laut Lehrplan NRW (vgl. MSB 2021, S. 189) im Sachunterricht der Grundschule als Kompetenz angebahnt werden.

Als Gründe für die Unterrepräsentanz werden beispielsweise von MÖLLER unter anderem fehlendes Professionswissen der Lehrkräfte, persönliche Vorbehalte (negative eigene Lernbiographie), das Fehlen von Interesse und Motivation bei den Lehrkräften, fachfremdes Unterrichten sowie eine fehlende Ausstattung bzw. hoher Vorbereitungs- und Materialaufwand genannt. Wenn dieser Unterrepräsentanz etwas entgegengesetzt werden soll, müssen in erster Linie die einzelnen lernbiographischen Phasen einer Lehrkraft betrachtet werden, wobei eine direkte Einflussnahme institutionell nur entlang der Bildungskette möglich ist. Das heißt: Während der Schulzeit, während des Studiums (erste Phase) und während des Vorbereitungsdienstes/Referendariats (zweite Phase) oder später in Form von Fortbildungen (dritte Phase) gibt es Möglichkeiten, (angehende) Lehrkräfte für das

Experimentieren im Sachunterricht zu sensibilisieren, zu motivieren und sie so dabei zu unterstützen.

Die vorliegende Arbeit zum Thema „Experimentieren im Sachunterricht zwischen Wunsch und Wirklichkeit“ setzt hier an: Es soll untersucht werden, ob es im Verlauf der zweiten Phase (Vorbereitungsdienst) möglich ist, durch eine gezielte Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht angehende Sachunterrichtslehrkräfte zu motivieren und ihnen das nötige Professionswissen zu vermitteln, um damit der Unterrepräsentanz von Experimenten im Sachunterricht zu begegnen. Dabei wird explizit auf die Selbsteinschätzung der Lehrkräfte zu den Persönlichkeitsmerkmalen *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept*, *Selbstwirksamkeit* und *Professionswissen* fokussiert, die in der vorliegenden Längsschnittstudie sowohl zum Zeitpunkt der Intervention als auch nach Ablauf von zwei Jahren erfasst werden. Die Forschungsfrage lautet:

Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel „Sprudelgas“ das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit bzw. das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen bzw. Lehramtsanwärttern im Vorbereitungsdienst langfristig stärken?

Um dieser Forschungsfrage nachzugehen, werden im Rahmen dieser Arbeit zunächst die Aufgaben und Zielsetzungen des Sachunterrichts (Kapitel 2.1) – vor allem mit Blick auf die Entwicklung des *naturwissenschaftlichen* Sachunterrichts (Kapitel 2.2) – dargestellt, bevor eine Verortung des Experimentierens im Sachunterricht als Fachmethode mit der Darstellung der Ziele und unterschiedlichen methodischen Ansätzen in Kapitel 2.3 erfolgt. Untersuchungen und Befunde zur Unterrepräsentanz von naturwissenschaftlichen Themen – hier insbesondere die der sogenannten harten Fächer Chemie und Physik – werden in Kapitel 2.4 vorgestellt. Die Ergebnisse dieser Studien zeigen, dass die Ursachen für die Unterrepräsentanz der naturwissenschaftlichen Themen und dem Experimentieren oft an einem mangelnden oder fehlenden *Interesse* und *Professionswissen* der Lehrkräfte liegen, welche häufig auch in direktem Zusammenhang mit einem geringen *Fähigkeitsselbstkonzept* und einer schwachen *Selbstwirksamkeitserwartung* stehen. Daher werden in Kapitel 2.5 theoretische Grundlagen zu diesen fokussierten Persönlichkeitsmerkmalen näher beleuchtet. In Kapitel 3 wird die Planung und Durchführung einer Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel der experimentellen Lernaufgabe: „Was sprudelt in der Brause?“ erläutert. Für die Planung und Durchführung der Intervention, die im Rahmen der Fachseminararbeit Sachunterricht an einem Zentrum für schulpraktische Lehrkräfteausbildung stattgefunden hat, sind von der Verfasserin dieser Arbeit Versuche rund um

die Thematik „Sprudelgas“ entwickelt bzw. zusammengestellt worden (Kapitel 3.2.1). Die Versuche sollen als Grundlage dienen, um neben einem hohen Praxisanteil einen intensiven Austausch zu methodisch-didaktischen Überlegungen über das Experimentieren im Sachunterricht und ein hohes Maß an Reflexivität zu gewährleisten. Die Darstellung des zugrundeliegenden fachlichen Gegenstands Kohlenstoffdioxid sowie die curriculare Verortung der Thematik erfolgen in den Kapiteln 3.2.2 bzw. 3.2.3.

In Kapitel 4 wird das methodische Vorgehen der Studie darlegt. Das Forschungsprojekt ist als Längsschnittstudie mit drei Forschungsphasen angelegt. Für die Studie wird ein *Mixed-Methods*-Ansatz gewählt: Die Intervention wird durch einen geschlossenen, quantitativ ausgewerteten Fragebogen zur Selbsteinschätzung entlang der Merkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen im Pre-Post-Follow-up-Design beforscht. Nach Ablauf von zwei Jahren werden die Ergebnisse anschließend qualitativ mit Hilfe fakultativer, leitfadengestützter Interviews kommunikativ validiert und vertieft betrachtet. Zur Validierung des Fragebogen-Instruments wurde vorab eine Pilotstudie durchgeführt (siehe Kapitel 4.3).

Die Beschreibung und Auswertung der Interventionsstudie erfolgt in Kapitel 5. Dabei werden für die einzelnen quantitativen Forschungsphasen sowohl Gruppenergebnisse als auch Einzelfallbetrachtungen in Form von Typisierungen präsentiert. Die qualitative Auswertung der Interviews erfolgt nach dem Verfahren der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ (2018) bzw. KUCKARTZ & RÄDIKER (2022). Sie ermöglicht die Darstellung von weiteren, tiefergehenden Ergebnissen und Befunden zu den Lehrkräften bezogen auf die Selbsteinschätzungen der untersuchten Merkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen.

Die Zusammenfassung aller Ergebnisse als Fazit wird vor dem Hintergrund der Forschungsfrage: „Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit und das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen bzw. Lehramtsanwärttern im Vorbereitungsdienst langfristig stärken?“ in Kapitel 6 beschrieben. Abschließend wird auf der Grundlage des Fazits ein Ausblick gegeben.

## 2 Sachunterricht in der Grundschule

### 2.1 Aufgaben und Ziele des Sachunterrichts in der Diskussion

„Was also leistet der Sachunterricht im Hinblick auf eine Bildung, die lebensweltliche Kompetenz einschließt? Was sollte er erreichen?“ (Köhnlein 2012, S. 13)

Diese beiden – suggestiv und „selbstkritisch“ (ebd.) formulierten – Interrogativsätze stellt KÖHNLEIN an den Anfang des von ihm mit *Sachunterricht und Bildung* betitelten Diskurses und gibt damit bereits als Mindset eine fragende Haltung zu erkennen. Dass er die Einleitung seiner Sachunterrichtsdidaktik mit Fragen – und nicht etwa mit Deklarativsätzen – beginnt, deutet darauf hin, dass er keine fertigen Konzepte liefert, und es zeigt, dass der Diskurs *Sachunterricht und Bildung* nichts Abgeschlossenes ist. Vielmehr verdeutlicht KÖHNLEIN, dass es sich bei der Betrachtung von Sachunterricht<sup>1</sup> als Referenzobjekt um einen langen, historisch geprägten Entwicklungsprozess bzw. „Kreisgang“ (ebd., S. 16) handelt, der davon getragen wird, dass es hinter dem Horizont der jeweiligen Betrachtung einen weiteren Horizont geben muss, der es ermöglicht, Zusammenhänge und Möglichkeiten neu zu entdecken.

Da es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist, die Sache, die Geschichte, den Bildungsanspruch, die Vielfalt und Vielperspektivität sowie die Didaktik des Sachunterrichts als Wissenschafts- und Forschungsbereich in seiner Gänze darzulegen, soll es im Folgenden darum gehen, die beiden oben gestellten Fragen im Sinne KÖHNLEINS und anderer Autorinnen bzw. Autoren aufzugreifen und knapp hinsichtlich folgender Blickwinkel auszu-leuchten:

- Sachunterricht – über die Begrifflichkeit zur Disziplin
- Phänomene – über die Sache des Sachunterrichts zur Orientierung in der Welt
- Vielfalt – über die Vielperspektivität zum Perspektivrahmen Sachunterricht

#### 2.1.1 Sachunterricht – über die Begrifflichkeit zur Disziplin

Die Bezeichnung *Sachunterricht* hat sich in Deutschland erst im Laufe der 1970er Jahre etabliert. In den Jahrzehnten zuvor seit den 1920er Jahren war die Bezeichnung *Heimatkunde* gebräuchlich, da in diesem Unterricht hauptsächlich geographische Themen überwogen,

---

<sup>1</sup> Wohlwissend, dass es gerade in der Auseinandersetzung mit der Historie und dem Verständnis des Lernbereichs Sachunterricht zahlreiche andere Bezeichnungen gegeben hat und zum Teil immer noch gibt, wird hier das Wort Sachunterricht wie bei KAISER (2019, S. 20 f.) als Synonym für alle anderen dokumentierten Fachbezeichnungen verwendet.

während naturwissenschaftliche Inhalte nur rudimentär behandelt wurden. Weitere frühere Bezeichnungen wie *Realienunterricht*, *Anschauungsunterricht*, *Heimatkundlicher Anschauungsunterricht*, *Kernunterricht des Gesamtunterrichts*, *Sachkunde* und ähnliche machen deutlich, wie uneinheitlich und vielfältig die historischen Vorläufer des heutigen Sachunterrichts waren. Die Begrifflichkeiten entstanden in Abhängigkeit von den jeweiligen (nationalen) gesellschaftlichen und kulturellen Entwicklungen und vor allem auch durch die Einführung der ersten Schulpflichtgesetze in Deutschland für alle Kinder (vgl. Kaiser 2019, S. 20 ff.). Die weitere historische Betrachtung lässt sich zurückverfolgen bis in das Mittelalter. Vorformen des schulischen Lernens, die sich an der *Sache* orientierten, hat es zu allen Zeiten und Epochen gegeben. Sie sind beispielweise dokumentiert für die Antike oder die frühen asiatischen Hochkulturen (vgl. ebd., S. 23).

Der Terminus *Sachunterricht* an sich taucht offiziell in Deutschland erstmals in den 1950er Jahren in behördlichen Texten auf. Seit dem Frankfurter Grundschulkongress 1969 und dem Strukturplan des Deutschen Bildungsrates von 1970 war die Bezeichnung für das natur- und sozialwissenschaftliche Lernen in den neuen Lehrplänen und Curricula allgemein gebräuchlich (vgl. Lauterbach 2013, S. 23; Thomas 2013, S. 10 f.). Aktuell gibt es das Fach Sachunterricht unter dieser Bezeichnung in 14 von 16 Bundesländern: In Bayern wird es *Heimat- und Sachunterricht* genannt und in Thüringen *Heimat- und Sachkundeunterricht*. Die in Baden-Württemberg seit dem Schuljahr 2004/2005 genutzte Bezeichnung *Mensch, Natur, Kunst* wurde 2016 wieder abgeschafft. Seitdem heißt auch hier das Fach *Sachunterricht*.

Für die Neuausrichtung und die Entwicklung eines neuen Selbstverständnisses des Sachunterrichts seit den 1970er Jahren lassen sich mehrere Gründe anführen:

- Die bildungspolitische Entscheidung im Jahr 1970, Heimatkunde durch Sachunterricht abzulösen und damit den Forderungen nach einer Abkehr von einer volkstümlichen Bildung hin zu einer Modernisierung des Sachunterrichts bezüglich der Inhalte und Methoden im Unterricht nachzukommen, war maßgeblich entscheidend, gerade auch mit Blick auf die Naturwissenschaften und Technik (vgl. Kaiser 2019, S. 62 ff.; Schreier 2013, S. 34; Thomas 2014a, S. 51).
- Ein weiterer Grund waren die Forderungen nach mehr Wissenschaftsorientierung in den neuen Lehrplänen (vgl. Kaiser 2019, S. 74; Möller et al. 2002, S. 176; Thomas 2014b, S. 16), die als Folge der gesellschaftspolitischen Entwicklungen in Deutschland nach dem Bau der Berliner Mauer und dem Apollo-Mondlandeprogramm 1969 zu verstehen sind.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Entgegen dem häufig dargestellten Zusammenhang, wonach der sogenannte Sputnik-Schock entscheidenden Einfluss auf die zunehmende Wissenschaftsorientierung in den Lehrplänen ab den 1970er Jahren hatte, begründet Thomas (2014b, S. 15ff.) dies anders. Demnach seien für die Wissenschaftsorientierung im Sachunterricht ab 1970 maßgeblich die Entwicklungen in Deutschland nach dem Mauerbau in Berlin im Jahre 1961 und die Ereignisse um die Mondlandung der Amerikaner im Jahre 1969 verantwortlich. Der Mauerbau führte u. a. dazu, dass der

- Nach dem sogenannten Sputnik-Schock<sup>3</sup>, der sich ausgehend von Amerika über den ganzen Westen auch (kurzzeitig) bis nach Deutschland auswirkte, wurden in der Zeit danach – nach amerikanischem Vorbild – an den einzelnen Wissenschaften orientierte Themen und Inhalte in die Lehrpläne aufgenommen (vgl. Kaiser 2019, S. 74, Möller 2007, S. 100 f.; Thomas 2014b, S. 15).
- Die Gründung der *Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts* (GDSU) 1992 ist maßgeblich mit der Entwicklung der Sachunterrichtsdidaktik als Fachdisziplin für den modernen Sachunterricht bis in die heutige Zeit verbunden.

Während der Sachunterricht und seine Vorläufer des schulisch angeleiteten Sachlernens eine lange Vorgeschichte haben, verfügt das modernisierte Fach Sachunterricht über noch keine lange Tradition und die Didaktik des Sachunterrichts gilt als eine recht junge Disziplin (vgl. Köhnlein 2012, S. 11; Fischer 2013, S. 45; Thomas 2014a, S. 51). So wurde beispielweise die erste Professur für Sachunterricht erst 1980 im Land Niedersachsen in Hildesheim eingerichtet. Die Gründung der *Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts* im Jahre 1992 erfolgte mit dem Anspruch, die Didaktik des Sachunterrichts als wissenschaftliche Disziplin mit Forschungsbezug weiter zu etablieren (vgl. Fischer et al. 2013, S. 10) und die Herausforderungen der Vielfalt, die sich mit der Modernisierung des Sachunterrichtes ergeben, in zukunftsfähige Konzeptionen münden zu lassen (vgl. Kapitel 2.1.3).

### **2.1.2 Phänomene – über die Sache des Sachunterrichts zur Orientierung in der Welt**

Nach der Klärung des Begriffs Sachunterricht als die aktuell übliche Bezeichnung für das Fach in der Grundschule unter der Berücksichtigung von historischen, politischen und gesellschaftlichen Einflüssen, soll ein Überblick gegeben werden, worin die *Sache des Sachunterrichts* besteht – und dies bereits mit Blick auf das Experimentieren im Sachunterricht – und welche Aufgaben und Ziele sich daraus für den Sachunterricht in der Grundschule ableiten lassen.

---

Zustrom vieler Fachkräfte in das wirtschaftlich boomende Westdeutschland ausblieb, was zu einem fehlenden Qualifikationsstand führte. Als Folge wurde vor einer drohenden Bildungskatastrophe gewarnt. Damit war die Bildungsreformdebatte angestoßen, die zur Berufung des Deutschen Bildungsrates im Jahre 1966 führte. Das Apollo-Mondlandeprogramm der Amerikaner führte im Alltag der Menschen zu einer „Wissenschaftseuphorie“ (ebd., S. 16), da entsprechende Meldungen im Fernsehen ein Millionenpublikum sahen und die Wissenschaften in Form von Naturwissenschaften und Technik omnipräsent waren.

<sup>3</sup> Im Jahre 1957 gelang es der damaligen Sowjetunion, die als Sputnik 1 und Sputnik 2 bezeichneten Flugkörper als Satelliten auf eine stabile Erdumlaufbahn zu bringen. Dies löste einen Schock in der westlichen Welt aus, da man im sogenannten „Kalten Krieg“ zwischen Westen und Osten befürchtete, der Sowjetunion (waffen-)technisch unterlegen zu sein. Als Reaktion darauf wurden vor allem in Amerika immense Anstrengungen unternommen, die Vermittlung von naturwissenschaftlich-technischen Inhalten vom Kindergarten bis in die Universität zu intensivieren (Thomas 2014b, S. 17).

Die *Sache* des Sachunterrichts wird je nach Zugang und Konzeption als die „Sache“ (vgl. Wagenschein 2009, S. 47; Schreier 2011, S. 7) die „Dinge“ (vgl. Schreier 1999, S. 24 ff.) die „Schlüsselprobleme“ (vgl. Klafki 1985, S. 21) oder die „Phänomene“ (vgl. Thomas 2013, S. 84 ff.; Wagenschein 2009, S. 102) bezeichnet, wobei unabhängig von der jeweiligen Konzeption allen gemeinsam ist, dass sie das Problem der konkreten Inhaltsauswahl und Umsetzung im Unterricht lösen müssen (vgl. Kaiser 2019, S. 177).<sup>4</sup>

Im Weiteren werden hier die *Phänomene* als die Sache des Sachunterrichts zugrunde gelegt, da sich einerseits das experimentelle Handeln im Sachunterricht ganz wesentlich auf die Behandlung von exemplarischen Phänomenen aus der belebten und unbelebten Natur bezieht (vgl. dazu Kapitel 2.2 und 2.3) und dies andererseits im Lehrplan Sachunterricht für Nordrhein-Westfalen entsprechend formuliert und verankert ist (MSW 2008a, S. 39 und S. 43)<sup>5</sup>.

Unsere Welt besteht aus unüberschaubar vielen Phänomenen, die sich uns allgegenwärtig anschaulich präsentieren:

„Inhaltlich beziehen sie sich auf Menschen, Tiere und Pflanzen, auf Eigenschaften und Vorgänge in der physischen Welt, auf technische Konstrukte, auf Situationen und Ereignisse in Vergangenheit und Gegenwart, auf zukünftige Erwartungen, auf mitmenschliche Beziehungen, auf Handlungen, Ordnungen und Institutionen, Empfindungen, Wünsche und Widerstände; die Fülle der Phänomene, die unser Denken und Handeln bewegen, ist nicht auszuschöpfen.“ (Köhnlein 2012, S. 22)

Der Mensch steht seit jeher mit diesen Phänomenen in Beziehung bzw. setzt sich mit diesen auseinander. Nach KÖHNLEIN kommt dem Menschen die Welt als eine Vielfalt von Sachverhalten erst durch die Auseinandersetzung damit zu Bewusstsein, indem die Phänomene die Aufmerksamkeit reizen, Achtsamkeit und Interesse erwecken, Staunen oder Irritationen auslösen, Fragen herausfordern, Handlungen provozieren und vieles mehr (vgl. Köhnlein 2012, S. 22 f.).

Die Auseinandersetzung der Menschen – und damit auch der Lernenden – mit den Phänomenen und die Bewusstmachung, wie die Welt von Menschen wahrgenommen wird, sind die Ansatzpunkte, um sich in dieser Welt zurechtzufinden beziehungsweise sich die

---

<sup>4</sup> Die verschiedenen Konzeptionen mit den unterschiedlichen Sichtweisen auf die *Sache des Sachunterrichts* unterliegen dem jeweils vorherrschenden Zeitgeist und Bildungsanspruch, da sie immer auch Ausdruck von Zielen und Interessen sind. Die Sache des Sachunterrichts kann demnach nicht „sachneutral“ sein und ist deshalb stets historisch spezifisch verändert worden (vgl. Kaiser 2019, S. 176).

<sup>5</sup> Seit dem Schuljahr 2021/22 gibt es in NRW einen neueren Lehrplan Sachunterricht für die Grundschule. Während der Implementierungsphase besitzt der alte Lehrplan aus dem Jahre 2008 noch Gültigkeit bis Ende des Schuljahres 2021/22. Auch im neueren Lehrplan Sachunterricht von 2021 sind die Bezeichnungen „Erschließen“ und „Phänomene“ weiter vorhanden (vgl. MSB 2021, S.178).

Welt zu „erschließen“ (Kahlert 2005, S. 22)<sup>6</sup>. Die Welt (ansatzweise) verstehen, erklären und gestalten zu können, wird erst möglich, wenn Lernende in der Lage sind, die Strukturen, Funktionen und Relationen in der physischen und sozialen Welt durch Handeln, Denken und Kommunizieren zu erkennen, zu hinterfragen und zu rekonstruieren (vgl. Köhnlein 2012, S. 21 f.).

Menschheitsgeschichtlich betrachtet haben sich die Menschen von Anbeginn in ihrer Welt mit Phänomenen auf unterschiedliche Weise auseinandergesetzt und so einerseits durch Erkundung zur Orientierung in der Welt und andererseits zur Entwicklung von Kulturen und Gesellschaften beigetragen. So gesehen kommen Phänomenen im Prozess der Enkulturation und Sozialisation eine entscheidende Rolle zu.

Auch für den ersten Zugriff auf den Sachunterricht in der Grundschule stellt die Welt der Phänomene den „Einstiegs-Horizont“ dar. Ausgehend vom Phänomen kann die Konstruktion begrifflicher Zusammenhänge erfolgen, indem Lernprozesse durch Kontexte und (anspruchsvolle) kognitive Konzepte ermöglicht werden (vgl. Köhnlein 2012, S. 20 f.).

Entsprechend gilt für das in dieser Arbeit fokussierte Experimentieren im Sachunterricht: Phänomene dienen als Ausgangspunkt für experimentelles Handeln, dem das exemplarische Forschen als ständiger Kreislauf einzelner Schritte der Erkenntnisgewinnung immanent ist (siehe dazu Kapitel 2.3).<sup>7</sup> Dem folgend sind es die Aufgabe und das Ziel von Sachunterricht in der Grundschule:

„[...] Schülerinnen und Schüler darin zu unterstützen, ihre natürliche, kulturelle, soziale und technische Umwelt sachbezogen zu verstehen, sie sich auf dieser Grundlage bildungswirksam zu erschließen und sich darin zu orientieren, mitzuwirken und zu handeln.“ (GDSU 2013, S. 9)

Da man im Sachunterricht nicht umhinkommt, aus der Vielfalt der Phänomene auszuwählen, ist die Geschichte des Sachunterrichts auch dadurch gekennzeichnet, dass es einen

---

<sup>6</sup> KAHLERT bezieht sich hier auf KLAFKI. Der Prozess des Erschließens umfasst im Konzept der kategorialen Bildung nach KLAFKI einen „aktiven Aneignungsvorgang, in dem sich geschichtliche Wirklichkeit für den sich bildenden Menschen ‘aufschließt’, zugänglich, verstehbar, kritisierbar, veränderbar wird, und in dem gleichzeitig das Subjekt sich für geschichtliche Wirklichkeit ‘aufschließt’, also Verständnis-, Handlungs-, Verantwortungsmöglichkeiten in sich entfaltet; beide Aspekte sind Momente eines einheitlichen Prozesses.“ (Klafki 1985, S. 44). Auch der Perspektivrahmen Sachunterricht (vgl. GDSU 2013, S. 9) sowie der Lehrplan Sachunterricht Nordrhein-Westfalen (MSW 2008a, S. 39) und der neuere Lehrplan Sachunterricht Nordrhein-Westfalen (MSB 2021, S. 178) orientieren sich an dieser Grundidee, indem explizit die *Erschließung der Lebenswelt* bzw. die *sachliche Erschließung* postuliert werden.

<sup>7</sup> Daher ist es notwendig, im Folgenden weiter solche Phänomene zu betrachten, die für das Experimentieren im Sachunterricht bedeutsam sind, und explizit das in dieser Arbeit exemplarisch zu erforschende Sprudelgas als bedeutsames Phänomen für den Lernprozess darzustellen (vgl. Kapitel 3.2.3).



nicht abgeschlossenen Diskurs darüber gibt, wie die Welt der Phänomene zu strukturieren und zu didaktisieren ist.

### **2.1.3 Vielfalt – über die Vielperspektivität zum Perspektivrahmen Sachunterricht**

Für die inhaltliche und methodisch-didaktische Planung von Sachunterricht ist es unerlässlich – ausgehend von der *Vielfalt der Phänomene* – diejenigen auszuwählen, die als besonders geeignet erscheinen, die Lernenden dabei zu unterstützen, sich die Welt zu erschließen. Dazu bedarf es klarer Kriterien, wie KÖHNLEIN mit Recht anmerkt:

„Ihre Vielfalt erfordert schon am Anfang ein wenigstens grobes Raster von curricularen Zuordnungen und Kriterien zur Auswahl.“ (Köhnlein 2012, S. 20)

Der *Vielfalt an Phänomenen* steht die *Vielfalt an Konzeptionen* gegenüber, was im Folgenden dargestellt wird. Der bereits erwähnte Diskurs darüber, nach welchen Kriterien die Inhalte für den Sachunterricht auszuwählen sind, hat seit dem entscheidenden Wandel des Faches Sachunterrichts im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts bis heute dazu geführt, dass mit den verschiedenen Ausrichtungen und Konzeptionen eine Vielfalt an Konzeptionen entstanden ist, die schwer zu durchschauen ist. Letztlich hat die Vielfalt an Konzeptionen auch dazu geführt, dass es dem noch jungen Sachunterricht und seiner Fachdidaktik nach FISCHER (2013, S. 42) anfangs an einer eigenen Identität und einem Selbstverständnis fehlte. Jede Konzeption orientiert sich an der Sache des Sachunterrichts – in welcher Betrachtungsweise auch immer –, sodass die Zuordnungen der Inhalte in einem groben Raster, wie es KÖHNLEIN formuliert, ähnlich sind. So werden die Dimensionen *Natur* und *Gesellschaft* als Basis oder Fundament gesehen, wohingegen die auszuwählenden *Herangehensweisen*, *Ziele* und *Methoden* sich in ihren Merkmalsausprägungen im Vergleich (stark) voneinander unterscheiden. Den gesellschafts- und bildungspolitischen Forderungen nach mehr „Wissenschaftsorientierung“ folgend, sind in allen Konzeptionen (außer denen, die speziell auf den gesellschaftlichen Anteil des Sachunterrichts ausgerichtet sind) Anregungen und Überlegungen zum Umgang mit den Naturwissenschaften und Technik enthalten. Daher kann man konstatieren, dass den Naturwissenschaften und damit auch dem Experimentieren als Fachmethode, bei aller Unterschiedlichkeit der Ansätze, eine Schlüsselrolle zukommt (vgl. Kahlert 2005, S. 218 ff.).

Als zwei Beispiele, die die Bandbreite der unterschiedlichen Konzeptionen verdeutlichen, seien das *fachorientierte Curriculum* und der Ansatz *Science 5/13* (als ein Vertreter des verfahrensorientierten Curriculums) genannt: Das sogenannte *fachorientierte Curriculum* war in den Lehrplänen einiger Bundesländer und in Schulbüchern der 1960er und 1970er Jahre

manifestiert und galt als Antwort auf die Forderungen nach mehr Wissenschaftsorientierung in Deutschland, um einer „Bildungskatastrophe“ vorzubeugen. Die Auswahl der Inhalte für den Sachunterricht orientierte sich – didaktisch reduziert – stark an den entsprechenden Fächern der Sekundarstufe I und führte zu einem kleinschrittig lehrerzentrierten und lernzielorientierten Unterricht.<sup>8</sup> Während es sich bei dem *fachorientierten Curriculum* um eine stark naturwissenschaftliche und fachlich-propädeutische Ausrichtung handelte (vgl. Thomas 2013, S. 131 f.), übten andere Konzeptionen, wie etwa der Ansatz *Science 5/13* (konzipiert für 5- bis 13-Jährige), genau daran Kritik. Quasi als Gegenentwurf zu der „curriculare[n] Engführung“ (ebd., S. 54) der bestehenden Pläne zeichnete sich dieser stark *hands-on* orientierte Ansatz, der ab 1967 in England und Schottland entwickelt wurde, dadurch aus, dass das Kind, dessen Vorerfahrungen und seine Lebenswelt in den Fokus rückten. Im Mittelpunkt des sachunterrichtlichen Lernens stand die integrative, offene und entdeckende Herangehensweise an naturwissenschaftliche und technische Probleme (vgl. Köhnlein 2012, S. 441 ff.; Möller 2007, S. 101; Thomas 2013, S. 54 ff.).

Da es nicht möglich ist, die Entwicklung und Vielfalt der Konzeptionen des Sachunterrichts der letzten Jahrzehnte in Gänze darzustellen, sei an dieser Stelle auf die Arbeit von THOMAS (2013) verwiesen, in der er acht unterschiedliche Konzeptionen rückblickend ausführlich analysiert und diese bezüglich der Merkmale *Vertreter, Entstehungszusammenhang, Ziele, Prinzipien, Inhalte, Verfahren* und *Methoden* tabellarisch gegenüberstellt (ebd., S. 130-137). Die synoptische Darstellung in der Tabelle auf sieben Seiten zeigt, dass es Konzeptionen gibt, die sich etwa zeitgleich entwickelt haben und inhaltlich stark naturwissenschaftlich geprägt sind – wenn auch, wie berichtet, mit unterschiedlichen Herangehensweisen. Diese sind: Das *fachorientierte Curriculum*, das *struktur- bzw. konzeptorientierte Curriculum* und das *verfahrensorientierte Curriculum*. Mit einem Zeitversatz von etwa sechs Jahren fallen dann andere Konzeptionen dadurch auf, dass – als Reaktion oder Gegenentwurf auf die vorherigen – gesellschaftliche Themen im Sachunterricht fokussiert und thematisiert werden. Zu nennen sind hier: Das *situationsorientierte Curriculum* und der *integrativ-mehrperspektivische Unterricht (MPU)*.

Die bisher genannten Konzeptionen aus den 1960er und 1970er Jahren können nach THOMAS (2013, S. 84) als „historisch“ bezeichnet werden, da ihre Entwicklungsgeschichte in jedem Fall abgeschlossen ist, wobei einzelne Aspekte allerdings bis in die Gegenwart eine Rolle spielen. Als Ergebnis der sich bis dahin entwickelten Sachunterrichtsforschung, die die Merkmale von sachlich anspruchsvollem und pädagogisch erfolgreichem Sachun-

---

<sup>8</sup> Die weiteren Ausführungen darüber, welche Auswirkungen die fachorientierten Curricula für den Sachunterricht hatten, finden sich in Kapitel 2.2.1.

terricht untersuchte, entstanden neuere Konzeptionen, die bemüht waren, die Balance zwischen fachlich gehaltvollen Inhalten und den Erfahrungen aus der Lebenswelt der Kinder zu wahren (vgl. Kahlert 2005, S. 202) bzw. zwischen Chancen und Grenzen abzuwägen.

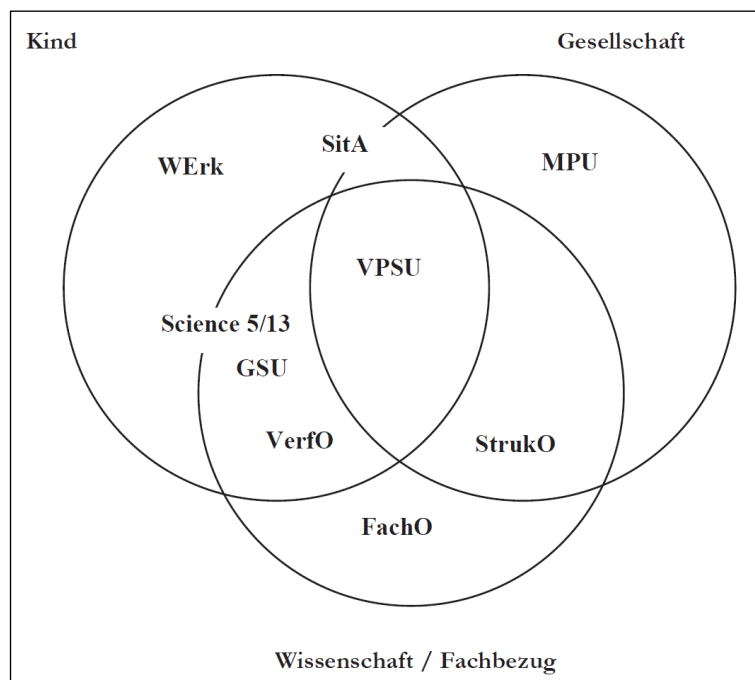
Ab den 1990er Jahren haben sich „aktuelle“ (Thomas 2013, S. 84) Konzeptionen entwickelt (wie etwa Sachunterricht als *Welterkundung*), die den bisherigen Sachunterricht als ein „Sammelsurium didaktisch reduzierter Bruchstücke aus ganz unterschiedlichen Fachwissenschaften“ (Faust-Siehl & Garlichs 1996, S. 64) diskreditieren und sich explizit gegen die *Wissenschaftsorientierung* im Sachunterricht der letzten 20 Jahre richten. Ebenfalls in diese Zeit gehört der Entwurf eines Sachunterrichts als *Sozial- und Sachunterricht* von KLAFKI, den er auf der Gründungsveranstaltung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts im Jahre 1992 vorgestellt hat. Wesentlich bei diesem Entwurf ist die Forderung, epochaltypische Schlüsselprobleme zu berücksichtigen. Diese sind in der Folge in die Konzeption des *vielperspektivischen Sachunterrichts* produktiv eingeflossen (Thomas 2013, S. 108 ff.).

Die Konzeption des *genetischen, sokratischen und exemplarischen* Lehrens nach WAGENSCHNIG (2010), die seit den 1960er Jahren den Wandel und die Entwicklung des Faches Sachunterricht überdauert hat, ist nach wie vor aktuell und prägt den *vielperspektivischen Sachunterricht* konzeptionell (vor allem naturwissenschaftlich), der sich genau dadurch auszeichnet, dass sich darin Anteile oder Anregungen verschiedener Konzeptionen wiederfinden (vgl. Kaiser 2019, S. 98; Köhnlein 2012, S. 156; Thomas 2013, S. 117). Kernstück des *vielperspektivischen Sachunterrichts* sind neun sogenannte inhaltliche Dimensionen, die sich nach KÖHNLEIN durchdringen und ergänzen und so dem *vielperspektivischen Sachunterricht* Breite, Ausrichtung und Offenheit bieten für weiterführendes Lernen, das sich an den lebensweltlichen Erfahrungen der Kinder orientiert (vgl. ebd., S. 136). Die neun inhaltlichen Dimensionen des *vielperspektivischen Sachunterrichts* sind: Die *historische, geographische, gesellschaftliche, ökonomische, technische, physikalische, chemische, biologische* und *ökologische Dimension*. Darüber steht die *lebensweltliche Dimension* als die, die allen anderen übergeordnet ist. Außerdem werden die sogenannten *Schlüsselprobleme* und das *Philosophieren mit Kindern* berücksichtigt (vgl. Thomas 2013, S. 143). Die Vorteile eines *vielperspektivischen Sachunterrichts* erläutert KÖHNLEIN folgendermaßen:

„In den Dimensionen des Sachunterrichts nehmen wir die Welt perspektivisch in den Blick und bereiten zugleich die Fähigkeit zum Perspektivwechsel vor. Der Blick, der über den konkreten Gegenstand hinausgeht, ermöglicht ein Unterscheiden und Vergleichen und schließlich das Gewinnen eines allgemeinen Bezuges.“ (Köhnlein 2012, S. 150 f.)

Die knappe Darstellung der verschiedenen Konzeptionen der letzten Jahrzehnte macht deutlich, dass die Entwicklung des Sachunterrichts keineswegs geradlinig und einheitlich

war, sondern gekennzeichnet ist von dem kontinuierlichen Diskurs über die Ausrichtung bezüglich der eingangs genannten Dimensionen *Natur und Gesellschaft* als Basis und Fundament. Demnach bestehen die Unterschiede in den verschiedenen Herangehensweisen, Betrachtungsweisen sowie der Auswahl und Gewichtung der Inhalte des Sachunterrichts. Bildungspolitische und gesellschaftliche Entwicklungen und Einflüsse aus dem Ausland haben in der jeweiligen Zeit ebenfalls dazu beigetragen, dass es in den 1990er Jahren eine sehr heterogene Gemengelage bezüglich des Sachunterrichts gab.



**Abbildung 1:** Idealtypische Zuordnung der Konzeptionen des Sachunterrichts innerhalb der Spannungsfelder: Kind – Gesellschaft – Wissenschaft/Fachbezug (Aus: Thomas 2013, S. 149)<sup>9</sup>

In Abbildung 1 ist die Vielfalt der Konzeptionen graphisch dargestellt. In Anlehnung an KREBS (1977, S. 188) werden die unterschiedlichen Konzeptionen entsprechend ihrer Ausrichtung bezüglich der Aspekte Kind, Gesellschaft und Wissenschaft/Fachbezug dargestellt. Anschaulich zeigt sich, dass der vielperspektivische Sachunterricht eine Schnittmenge repräsentiert. Dies führt letztlich dazu, dass sich die Konzeption des vielperspektivischen Sachunterrichts ganz wesentlich im Perspektivrahmen Sachunterricht der GDSU abbildet (vgl. Thomas 2013, S. 147), der 2002 in einer ersten Fassung (vgl. GDSU 2002) und 2013 in einer überarbeiteten Fassung (vgl. GDSU 2013) erschienen ist. Der Perspektiv-

<sup>9</sup> Abkürzungen: FachO = Fachorientiertes Curriculum; StrukO = Struktur- bzw. konzeptorientiertes Curriculum; VerO = Verfahrenorientiertes Curriculum; SitA = Situationsansatz; MPU = Integrativ-mehrperspektivischer Unterricht; GSU = Exemplarisch-genetisch-sokratischer Sachunterricht bzw. genetischer Sachunterricht; Werk = Welterkundung, Science 5/ 13; VPSU = Vielperspektivischer Sachunterricht.

rahmen Sachunterricht wiederum ist als Rahmenkonzept maßgeblich in den jeweiligen gültigen Fassungen der Lehrpläne der Länder verankert und damit auch Grundlage der Lehrkräfteausbildung sowohl im Studium als auch besonders im Vorbereitungsdienst (vgl. Köhnlein 2014, S. 119).

Die Einigung auf eine Konzeption und das Verfassen des Perspektivrahmens Sachunterrichts ist eng verbunden mit der Gründung und Entwicklung der *Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts* im Jahre 1992.<sup>10</sup> Ziel der Gründung war die Zusammenführung der bis dahin verschiedenen und eher getrennt voneinander existierenden Formen und Fassungen einer Sachunterrichtsdidaktik (vgl. Fischer 2013, S. 39).<sup>11</sup> Diese Zusammenführung wurde auch deshalb notwendig, da sich auf Länderebene in Deutschland unterschiedliche Entwicklungen des Sachunterrichts – vor allem des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts – abzeichneten, die dazu führten, dass das Fach an Bedeutung und Profil verlor (vgl. Lauterbach 2014, S. 126; Thomas 2014a, S. 53 f.; vgl. dazu auch Kapitel 2.2.1). Indem die Gründung der GDSU – neben der weiteren Etablierung als Wissenschaftsdisziplin – dazu führte, dass man sich einheitlich auf eine Konzeption einigte und den Perspektivrahmen Sachunterricht als Rahmenkonzept den entsprechenden Vertreterinnen bzw. Vertretern der Kultusministerkonferenz vorlegte, wurde ein wesentlicher Beitrag dazu geleistet, dass sich dieser, wie bereits erwähnt, in den Curricula der Länder widerspiegelte (vgl. Köhnlein 2014, S. 119). Dies wiederum trägt nach wie vor zur Entwicklung von Identität und Selbstverständnis des Faches Sachunterricht und seiner Fachdidaktik bei, die sich weiterhin als eine Gesellschaft der Auseinandersetzung und eines kritischen Diskurses versteht. Für die GDSU besteht damals wie heute im Rahmen ihrer kontinuierlichen Weiterentwicklung eine Hauptaufgabe darin, die Didaktik des Sachunterrichts in der Lehrkräftebildung zu platzieren, die nach FISCHER et al. (2014, S. 156) entscheidend ist für die Qualität des Sachunterrichts an Schulen. So gesehen basieren alle weiteren Überlegungen, die im Rahmen dieser Forschungsarbeit notwendig sind, auf der Basis einer Sachunterrichtsdidaktik, die durch die Gründung der GDSU und der Entwicklung des Perspektivrahmens Sachunterricht geprägt sind.

---

<sup>10</sup> Die Entstehungsgeschichte der GDSU ist vielfach dokumentiert in den Publikationen zu den jährlich stattfindenden Tagungen, insbesondere aber auch in der Rückschau auf das 20-jährige Bestehen, anlässlich der Jubiläumsveranstaltung der GDSU 2012 (vgl. GDSU 2014).

<sup>11</sup> Der satzungsgemäße Auftrag der GDSU besteht in der „[...] Förderung des Sachunterrichts als Unterrichtsfach, als Studienfach und als wissenschaftliche Disziplin“ (Fischer et al. 2014, S. 157).

## 2.2 Die Naturwissenschaften im Sachunterricht der Grundschule

Wie im vorherigen Kapitel gezeigt, gelten die Naturwissenschaften spätestens seit der Neuausrichtung des Sachunterrichts in den 1970er Jahren unumstritten als wesentlicher, fundamentaler Lernbereich des Faches, wobei es stets den Diskurs über die Differenzen der unterschiedlichen Herangehensweisen und Zielsetzungen bei der Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte gab und vermutlich weiterhin geben wird. Den verschiedenen existierenden Konzeptionen ist es letztlich zu verdanken, dass die naturwissenschaftlichen Inhalte fest im Fach Sachunterricht verankert sind (vgl. Blaseio 2014, S. 27; Möller 2007, S. 104; Thomas 2013, S. 138 ff.).

Da im Rahmen dieser Arbeit untersucht wird, ob – durch gezielte Maßnahmen – der Unterrepräsentanz von Experimenten im Sachunterricht entgegengewirkt werden kann, ist es an dieser Stelle bedeutsam darzulegen, inwieweit auch die historischen Entwicklungen möglicherweise zu dieser Unterrepräsentanz beigetragen haben. Im Folgenden wird deshalb der erfolgte Überblick bezüglich des Faches Sachunterrichts der letzten Jahrzehnte speziell um die Entwicklung des *naturwissenschaftlichen* Sachunterrichts ergänzt und daran anschließend die curricularen Inhalte des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts vorgestellt.

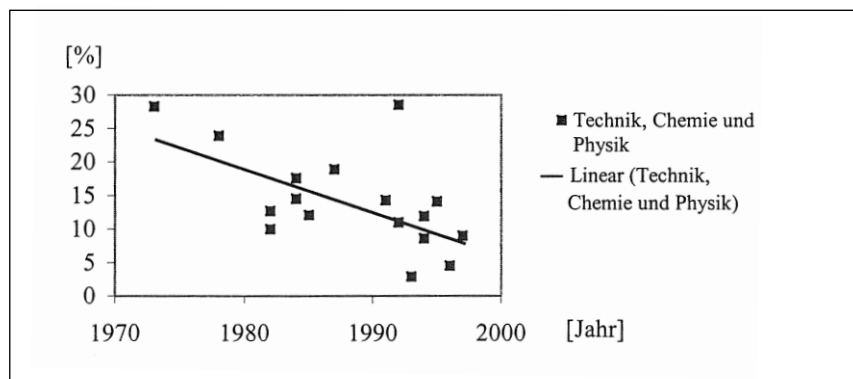
### 2.2.1 Entwicklung des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts

Die Empfehlungen im Strukturplan des Deutschen Bildungsrates führten dazu, dass sich die Curricula zu Anfang der 1970er Jahre stark an den amerikanischen Vorbildern orientierten. Als Ergebnis entstanden engmaschig ausdifferenzierte Spiralcurricula, die systematisch im naturwissenschaftlichen Sachunterricht umzusetzen waren. So stellten die sogenannten *harten Fächer* Physik und Chemie<sup>12</sup> (auch Technik) zu dieser Zeit einen gewichtigen Teil in den Lehrplänen dar (vgl. Strunck et al. 1998, S. 70). Diese Curricula vernachlässigten jedoch im Wesentlichen die Perspektive des lernenden Kindes und auch das Ziel, weiterführendes Lernen vorzubereiten, wurde verfehlt. Dies führte im weiteren Verlauf dazu, dass man die sogenannten wissenschaftsorientierten Ansätze ab Mitte der 1970er Jahre als gescheitert betrachtete (vgl. Möller 2004, S. 64 f.; Strunck et al. 1998, S. 78; Möller 2007, S. 102). In der Folge kam es zu einer „Pendelbewegung mit einer Hinwendung zu lebensweltorientierten Ansätzen“ (Möller 2004, S. 66), sodass die naturwissenschaftlichen Inhalte und vor allem die *harten Fächer* Physik und Chemie seit Beginn der 1980er Jahre in

---

<sup>12</sup> Die Bezeichnung der Fächer Physik und Chemie als sogenannte *harte Fächer* findet sich z. B. bei STRUNCK et al. 1998, S. 73; JONEN et al. 2003, S. 93 und MÖLLER 2007, S. 115.

den Lehrplänen der Bundesländer nur noch rudimentär oder gar nicht vertreten waren. Die biologischen und gesellschaftlichen Anteile in den Lehrplanvorgaben waren hingegen deutlich stärker vertreten und wurden überdies von den Lehrkräften klar übererfüllt (vgl. Strunck et al. 1998, S. 73). Obwohl seit den 1990er Jahren die naturwissenschaftliche Bildung – wie gezeigt – wieder mehr diskutiert wurde (vgl. Möller 2014, S. 528), muss dennoch konstatiert werden, dass sich der Trend in der Schulpraxis – weg von den harten Fächern, hin zu biologischen und gesellschaftlichen Themen – fortgesetzt hat, wie Abbildung 2 aus MÖLLER (2004, S. 67) veranschaulicht:



**Abbildung 2:** Gesamtanteil chemischer, physikalischer und technischer Themen in den Lehrplänen von 1970 – 1998

Ganz wesentlich für das Scheitern der wissenschaftsorientierten Ansätze war, dass sich die damaligen Lehrkräfte nicht ausreichend ausgebildet fühlten und Schulen nicht entsprechend ausgestattet waren, um den Anforderungen an einen naturwissenschaftlichen Sachunterricht gerecht zu werden (vgl. Strunck et al. 1998, ebd.; Möller 2007, S. 104), sodass für die Unterrepräsentanz der harten Fächer in der Zeit bis zur Jahrtausendwende ein Zusammenhang bzw. eine Abhängigkeit von der unterrichtenden Lehrkraft (vgl. Möller 2004, S. 69) festgestellt werden kann. Der Zusammenhang zwischen fehlender Ausbildung der Lehrkräfte im Bereich der harten Fächer und der Unterrepräsentanz der entsprechenden Themen in den Lehrplänen und der Durchführung im Sachunterricht ist offensichtlich und ist – wie bereits in Kapitel 2.1 berichtet – abhängig von der Entwicklung des Faches Sachunterricht und seiner Didaktik als Wissenschaftsdisziplin. Wenn man bedenkt, dass sich die Sachunterrichtsdidaktik mit eigenen Lehrstühlen erst ab 1980 etabliert hat und es zudem an einheitlichen Konzeptionen für das Fach fehlte, ist es nicht verwunderlich, dass die Sachunterrichtspraxis sehr uneinheitlich und stark abhängig von der einzelnen Lehrkraft war. Es darf angenommen werden, dass diese ungünstige Konstellation von geringer universitärer Ausbildung in den Disziplinen Physik und Chemie einerseits und sich-erst-etablierender Sachunterrichtsdidaktik andererseits dazu geführt hat, dass bis weit in das jetzige

Jahrhundert hinein nicht wenige Lehrkräfte im Dienst waren (und möglicherweise noch sind), die sich von den harten naturwissenschaftlichen Themen überfordert fühlten und fühlen, unsicher waren und sind und daher beispielsweise chemische und physikalische Themen im Sachunterricht vermieden haben bzw. vermeiden.

Wie bereits beschrieben, unterlag und unterliegt der Sachunterricht in jeder Phase oder Epoche den gesellschaftlichen, (bildungs-)politischen und auch wirtschaftlichen Anforderungen. Das heißt, der Sachunterricht wurde und wird immer wieder mit einem „Prägestempel der gesellschaftlichen Situation“ (Kaiser 2019, S. 100) versehen. Nachdem in Deutschland in der Schulpraxis im ausgehenden 20. Jahrhundert eine Abkehr von den naturwissenschaftlichen Themen im Sachunterricht zu beobachten war, wurde um die Jahrtausendwende herum der frühen naturwissenschaftlichen Bildung wieder mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Als Ursachen dafür gelten einerseits das schlechte Abschneiden der Schülerinnen und Schüler bei den Vergleichsstudien TIMSS im Jahre 1995 und PISA im Jahre 2000 – vor allem auch in den Naturwissenschaften –, andererseits aber auch neuere Befunde aus der Lehr-Lern-Forschung und der Entwicklungspsychologie (vgl. Möller 2007, S. 104; Möller et al. 2014, S. 528; Köhnlein 2012, S. 443). Darüber hinaus war der in Deutschland drohende Nachwuchsmangel in den naturwissenschaftlichen und technischen Berufen ein wesentlicher Grund dafür, dass es, neben den bildungspolitischen Entwicklungen und einer zweiten Implementierungswelle, zu zahlreichen Initiativen wirtschaftsnaher Stiftungen, Akademien, Verbände usw. kam (vgl. Möller 2007, S. 104). In der Folge bis in die heutige Zeit gibt es entsprechende Bemühungen, (Lehrkräfte-)Fortbildungen, Programme und Maßnahmen verschiedener Art, die sich als MINT-Förderung (dabei steht MINT für: Mathematik-Informatik-Naturwissenschaften-Technik) entlang der Bildungskette verstehen, die auch dazu beitragen, dass die Inhalte der sogenannten MINT-Fächer in den (Grund-)Schulen wieder prominenter und präsenter sind. Beispielfhaft sei hier die Fortbildungsinitiative „Stiftung Kinder forschen“ (früher: Stiftung „Haus der kleinen Forscher“) genannt, die für eine frühe Bildung schon im Elementarbereich eintreten, oder die sogenannten „Klassenkisten“, die von der Universität Münster (vgl. Universität Münster, Seminar für Didaktik des Sachunterrichts, 2006) entwickelt werden und inzwischen in vielen Grundschulen vorhanden sind.



### 2.2.2 Naturwissenschaftliche Inhalte des Sachunterrichts

Die Auswahl der Inhalte des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts sind länderspezifisch in den jeweiligen Lehrplänen geregelt. Ohne einen direkten Vergleich der Lehrpläne der einzelnen Bundesländer anzustellen, kann jedoch konstatiert werden, dass sich alle aktuellen Lehrpläne im Wesentlichen am Perspektivrahmen Sachunterricht orientieren (vgl. Giest 2014, S. 214).

Der 2013 überarbeitete Perspektivrahmen Sachunterricht (vgl. GDSU 2013) legt als Inhalt der naturwissenschaftlichen Perspektive die Frage nach dem Verhältnis vom Menschen zur belebten und unbelebten Natur zugrunde, um die *perspektivenbezogenen naturwissenschaftlichen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen*, zu denen prominent das Experimentieren gehört, in einen Kontext zu setzen.

Durch die Aneignung von Methoden und Erkenntnissen der Naturwissenschaften sollen den Grundschulkindern die Sachverhalte und Zusammenhänge zwischen der belebten und unbelebten Natur nahegebracht werden, mit dem bildungswirksamen Ziel, einen verantwortungsvollen und nachhaltigen Umgang mit der Natur anzubahnen. Die fünf *perspektivenbezogenen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen* entstammen vorrangig der Tradition der Bezugsfächer (Biologie, Chemie, Physik) und sind den Fähigkeiten und Zugangsmöglichkeiten von Grundschulkindern angepasst, wie etwa das sachorientierte Untersuchen und Verstehen von Naturphänomenen oder das Aneignen und Anwenden naturwissenschaftlicher Methoden. Für die *perspektivenbezogenen Themenbereiche* werden konkrete zentrale Konzepte aufgeführt, die ebenfalls der traditionellen Struktur der genannten Fächer entsprechen (vgl. Giest & Hartinger 2014, S. 226; GDSU 2013, S. 37 f.).<sup>13</sup> Als Beispiel dafür sei hier der Bereich *Nicht lebende Natur – Stoffumwandlung* genannt, da sich der chemische Lerninhalt der Lernaufgabe der Interventionsmaßnahme darauf bezieht (siehe Kapitel 3.2.2). Das so zu erwerbende Wissen und Können im Sachunterricht der Grundschule bildet damit eine wichtige Voraussetzung für eine anschlussfähige Bildung in den Fächern Biologie, Chemie und Physik (vgl. ebd.).

Der Vergleich der naturwissenschaftlichen Perspektive des Perspektivrahmens Sachunterricht mit den relevanten Schwerpunkten (Stoffe und ihre Umwandlung, Wärme, Licht, Feuer, Wasser, Luft, Schall, Magnetismus und Elektrizität<sup>14</sup>) aus dem Bereich Natur und

---

<sup>13</sup> Im Perspektivrahmen Sachunterricht werden die *perspektivenbezogenen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen* und *perspektivenbezogenen Themenbereiche* ausführlich erläutert und um Kompetenzbeschreibungen ergänzt. Beispielformal dargestellt Lernsituationen veranschaulichen und konkretisieren die Umsetzung im Unterricht (vgl. GDSU 2013, S. 39-45).

<sup>14</sup> Die Schwerpunkte Magnetismus und Elektrizität sind bezogen auf die für die vorliegende Arbeit genutzte Thematik „Sprudelgas“ nicht relevant und werden daher nicht weiter dargestellt.

Leben im Lehrplan Sachunterricht von Nordrhein-Westfalen (siehe Abbildung 3) von 2008 zeigt, dass die im Lehrplan im Sinne eines Spiralcurriculums formulierten naturwissenschaftlichen Schwerpunkte für die Schuleingangsphase und die Klassenstufen 3/4 den perspektivbezogenen Themenbereichen im Wesentlichen entsprechen (vgl. MSW 2008a). Die perspektivenbezogenen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen des Perspektivrahmens Sachunterricht (vgl. GDSU 2013, S. 9 ff.) sind im Lehrplan Sachunterricht als Kompetenzerwartungen am Ende der Schuleingangsphase bzw. Klasse 4 formuliert:

<b>Bereich: Natur und Leben</b>	
<b>Schwerpunkt: Stoffe und ihre Umwandlung</b>	
Kompetenzerwartungen am Ende der Schuleingangsphase	Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4
Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
<ul style="list-style-type: none"> <li>legen eine Sammlung von Materialien aus der belebten und unbelebten Natur an und sortieren sie nach Ordnungskriterien (z. B. <i>Blätter, Blüten, Früchte, Steine, Muscheln</i>)</li> <li>vergleichen und untersuchen Materialien und deren Eigenschaften (z. B. <i>Härte, Geruch, Farbe, Löslichkeit, belebt/unbelebt</i>) und beschreiben Ähnlichkeiten und Unterschiede</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>untersuchen sichtbare stoffliche Veränderungen der belebten und unbelebten Natur, stellen Ergebnisse dar und beschreiben sie (z. B. <i>Aggregatzustände des Wassers, Trocknungsprozesse bei Früchten, Lösungsmöglichkeiten von festen Stoffen, Stoffumwandlung bei Verbrennung</i>)</li> </ul>

<b>Bereich: Natur und Leben</b>	
<b>Schwerpunkt: Wärme, Licht, Feuer, Wasser, Luft, Schall</b>	
Kompetenzerwartungen am Ende der Schuleingangsphase	Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4
Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
<ul style="list-style-type: none"> <li>entdecken Eigenschaften in Experimenten (z. B. <i>von Wasser und Luft, Wärme und Kälte, Licht und Schatten</i>)</li> <li>untersuchen und beschreiben die Bedeutung von Wasser, Wärme und Licht für Menschen, Tiere und Pflanzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>planen und führen Versuche durch und werten Ergebnisse aus (z. B. <i>Licht, Feuer, Wasser, Luft, Schall</i>)</li> <li>beschreiben Veränderungen in der Natur und stellen Entwicklungsphasen dar (z. B. <i>Wasserkreislauf, Jahreszeiten</i>)</li> </ul>

**Abbildung 3:** Kompetenzerwartungen im Bereich Natur und Leben (Schwerpunkte „Stoffe und ihre Umwandlung“ und „Wärme, Licht, Feuer, Wasser, Luft Schall“) gemäß Lehrplan Sachunterricht für Nordrhein-Westfalen von 2008 (Abb. aus: MSW 2008a, S. 43)

Auch für den neueren Lehrplan Sachunterricht für Nordrhein-Westfalen (vgl. MSB 2021) gilt weiterhin: Die Kompetenzerwartungen im dort neu formulierten Bereich „Natur und Umwelt“ mit dem Schwerpunkt „Stoffe, ihre Umwandlung und Stoffkreisläufe“ (siehe Abbildung 4), der thematisch anschlussfähig an den für die vorliegende Arbeit genutzten Themenbereich „Sprudelgas“ ist, entspricht im Wesentlichen sowohl für die Schuleingangsphase als auch für die Klassenstufen 3/4 den perspektivbezogenen Themenbereichen des Perspektivrahmens Sachunterricht (vgl. GDSU 2013).

Stoffe, ihre Umwandlung und Stoffkreisläufe	
Kompetenzerwartungen am Ende der Schuleingangsphase	Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4
Die Schülerinnen und Schüler	Die Schülerinnen und Schüler
<ul style="list-style-type: none"> <li>ordnen Materialien und Gegenstände aus ihrem Alltag nach ausgewählten Aspekten (u. a. Volumen, Form),</li> <li>untersuchen in Versuchen chemische und physikalische Eigenschaften von Stoffen,</li> <li>benennen und beschreiben Naturphänomene (u. a. Magnetismus).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>leiten auf Grundlage von Beobachtungen stofflicher Umwandlung Fragestellungen für Versuche und Experimente ab und führen sie durch,</li> <li>untersuchen Stoffkreisläufe (u. a. Atmung),</li> <li>erfassen den Nutzen und die Gefahren der Eigenschaften von Stoffen für den Menschen an Beispielen aus dem Alltag (Lösungsmöglichkeiten von festen Stoffen, Stoffumwandlung bei Verbrennung),</li> <li>beschreiben Voraussetzungen für den Verbrennungsvorgang und begründen daraus Löschmethoden,</li> <li>untersuchen Naturphänomene im Hinblick auf physikalische und chemische Gesetzmäßigkeiten.</li> </ul>

**Abbildung 4:** Kompetenzerwartungen im Bereich Natur und Umwelt (Schwerpunkt „Stoffe, ihre Umwandlung und Stoffkreisläufe“) gemäß Lehrplan Sachunterricht für Nordrhein-Westfalen von 2021 (Abb. aus: MSB 2021, S. 189)

Im Vergleich zum älteren Lehrplan aus dem Jahre 2008, sind im neueren Lehrplan 2021 die Vorgaben für das Experimentieren im Sachunterricht konkreter – man könnte auch sagen wissenschaftsorientierter – angelegt. Der Fokus liegt stärker auf der Durchführung von chemischen und physikalischen Versuchen mit dem Ziel, Stoffeigenschaften zu untersuchen (Ende der der Schuleingangsphase). Für die Kinder am Ende der Klasse 4 ist festgelegt, dass sie eigene Fragestellungen entwickeln und diesen in eigenen Experimenten nachgehen sollen. Stärker als im vorherigen Lehrplan, wird gefordert, dass Naturphänomene hinsichtlich chemischer und physikalischer Gesetzmäßigkeiten untersucht werden müssen. Inhalte wie beispielsweise der Magnetismus, die Atmung oder der Verbrennungsvorgang bzw. die Löschmethoden sind obligatorisch. Im Vergleich dazu sind im Lehrplan 2008 die Inhalte eher optional und beispielhaft genannt. Bezogen auf das Thema der Intervention „Sprudelgas“ lässt sich feststellen, dass es sich sowohl für die Klassenstufen 1/2 und als auch für die Klassen 3/4 legitimieren lässt und den Vorgaben beider Lehrpläne entspricht (siehe auch Kapitel 3.2.3).

## 2.3 Experimentieren als Fachmethode im Sachunterricht

In diesem Kapitel soll zunächst die Bedeutung von Experimenten zur Erkenntnisgewinnung in der Wissenschaft und Forschung anhand markanter Merkmale knapp dargestellt werden. Abgrenzend dazu wird gezeigt, dass das Experimentieren als Fachmethode im naturwissenschaftlichen Unterricht – und auch im Sachunterricht – zwar mit weitgehend gleichen Verfahrensweisen eingesetzt wird, aber mit einem anderen Ziel: Im Unterricht geht es stets um Bildung. Darüber hinaus hat das Experimentieren im (Sach-)Unterricht weitere fachdidaktische Funktionen und Einsatzmöglichkeiten, die ebenso dargestellt werden, indem drei Modelle – für die weiterführende Schule, für die Jahrgangsstufen eins bis neun und für den Elementar- bzw. Grundschulbereich – gegenübergestellt werden. Weiterhin erfolgt eine terminologische Ausschärfung der Bezeichnungen *Experimentieren*, *Versuche durchführen*, *Laborieren* und *Explorieren*.

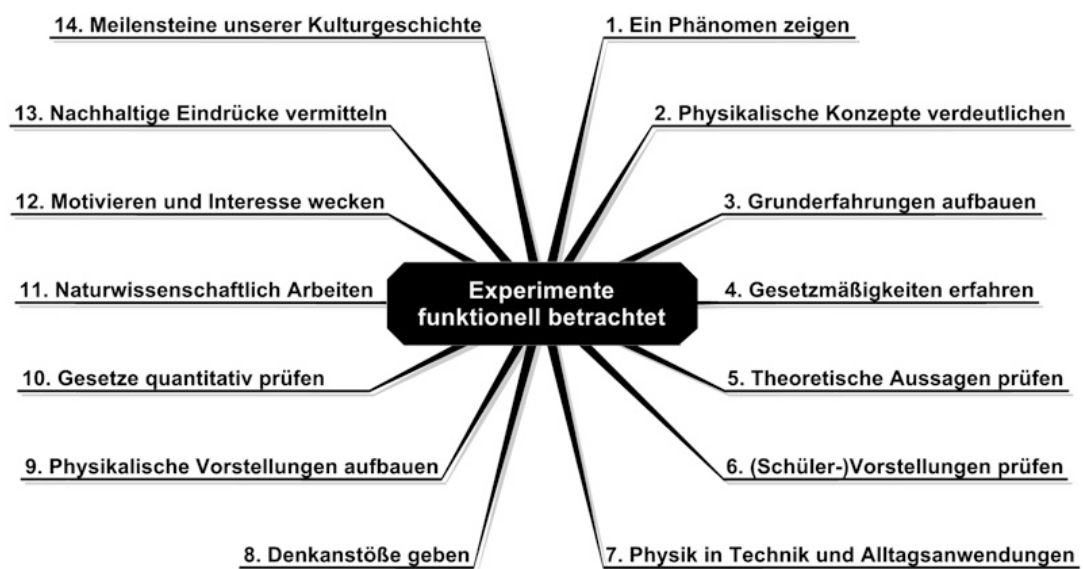
### 2.3.1 Verortung des Experimentierens in Wissenschaft und Unterricht

Das Wort *Experiment* stammt ursprünglich aus dem Lateinischen (vgl. RÖMPP-Redaktion, 2002) und bedeutet so viel wie Versuch, Probe, Beweis(mittel) oder Erfahrung. Das heißt, beim Experimentieren geht es darum, etwas zu versuchen, auszuprobieren bzw. zu erproben, in Erfahrung zu bringen oder Erkenntnis zu gewinnen. Es geht demnach sowohl um das praktische Handeln als auch um den Erkenntnisgewinn.

Der *Experimentbegriff* ist schon sehr alt, da es zu jeder Zeit das Bestreben gab, durch Erfahrungen zu Wissen oder Erkenntnissen zu gelangen. Historisch betrachtet hat sich aus dem Erfahren und Probieren eine planmäßige bzw. experimentelle Methode entwickelt (vgl. Reiners 2022, S. 45). Deren Charakteristikum ist, dass es sich um ein stetes Wechselspiel zwischen Experiment und Theorie handelt (vgl. ebd.). Konkreter bedeutet das: In der Forschung versteht man unter einem Experiment ein wiederholbares, objektives, d. h. vom Durchführenden unabhängiges Verfahren zur Erkenntnisgewinnung, welches gezielt, absichtlich und kontrolliert herbeigeführt wird. Dabei werden an Prozessen und Objekten Messungen und Beobachtungen vorgenommen, die unter festen, geregelten Rahmenbedingungen ablaufen und im Anschluss analysiert werden, um z. B. Gesetzmäßigkeiten abzuleiten. Somit bieten Experimente eine empirische Grundlage, um naturwissenschaftliche Aussagen tätigen zu können (vgl. Gebhard et al. 2017, S. 28; Girwidz 2020, S. 264 f.; Hofheinz 2008, S. 66). Sie „sind daher zweifelsohne ein Konstituens der naturwissenschaftlichen Disziplinen“ (Hofheinz 2008, S. 64).

Die Verwendung von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht hat vielfältige Gründe, die teilweise mit dem Nutzen für die Forschung und den oben genannten Merkmalen übereinstimmen, wie etwa der Anwendung experimenteller Fertigkeiten zur Überprüfung theoretischer Aussagen. Hingegen muss die Bedeutung eines Erkenntnisgewinns differenziert betrachtet werden, da in einem naturwissenschaftlichen Unterricht keine grundsätzlichen neuen Erkenntnisse für die *scientific community* gewonnen werden, sondern bereits vorhandene Konzepte, Gesetzmäßigkeiten oder Theorien als Lerninhalte den Lernenden zu Verfügung gestellt werden. So gesehen können Schülerinnen und Schüler lediglich zu einem individuellen Erkenntnisgewinn gelangen. Daher erfüllen Experimente im Unterricht didaktische Funktionen und Ziele, die in Abbildung 5 und Abbildung 6 exemplarisch gegenübergestellt werden.

In Abbildung 5 sind *funktionelle Aspekte* von Experimenten im Unterricht nach GIRWIDZ (2020, S. 267) für den Physikunterricht der weiterführenden Schule abgebildet:<sup>15</sup>



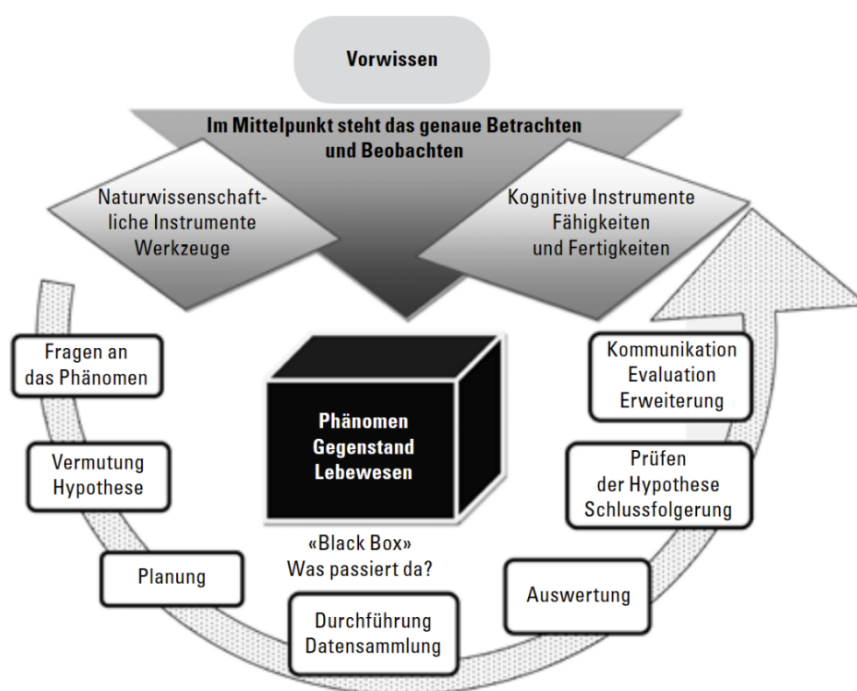
**Abbildung 5:** Funktionelle Aspekte von Experimenten im Unterricht. Aus: GIRWIDZ (2020, S. 267)

Neben den eher fachlichen Aspekten in Anlehnung an die wissenschaftliche Forschung (vgl. Abbildung 5, Aspekte Nr. 5, 10, 11) finden sich auch Aspekte, die dazu dienen, Fachinhalte zu vermitteln, indem etwa Phänomene veranschaulicht und naturwissenschaftliche Konzepte verdeutlicht bzw. Grunderfahrungen aufgebaut und Gesetzmäßigkeiten erfah-

<sup>15</sup> Für die Chemedidaktik finden sich bei REINERS (2022, S. 130 ff.) und BARKE et al. (2018, S. 205 ff.) und für den naturwissenschaftlichen Unterricht allgemein bei FRISCHKNECHT-TOBLER & LABUDDE (2013, S. 134) vergleichbare Überlegungen zur Bedeutung von Experimenten im Unterricht.

ren werden sollen. Daneben sind aber auch Aspekte vorhanden, die dem Ziel dienen, Lernende zu motivieren und Interesse aufzubauen, eine Fragehaltung zu generieren und sich mit naturwissenschaftlichen Themen nachhaltig auseinanderzusetzen. Dazu werden der Alltagsbezug bzw. die Lebenswelt berücksichtigt und die Inhalte – auch aus historischer Sicht – betrachtet.

Im *Experimentierzyklus* (vgl. Abbildung 6) von FRISCHKNECHT-TOBLER & LABUDDE (2013, S. 135) steht nicht wie bei GIRWIDZ (2020) die Funktionalität des Experimentierens im Zentrum der Betrachtung, sondern das Phänomen, mit dem sich die Schülerinnen und Schüler auseinandersetzen.



**Abbildung 6:** Experimentierzyklus. Aus: FRISCHKNECHT-TOBLER & LABUDDE 2013, S. 135

Anhand dieses Experimentierzyklus wird deutlich, mit welchen methodisch-didaktischen Überlegungen naturwissenschaftlich bedeutsames Wissen vermittelt werden kann, welches damit mehr umfasst als die bloße Vermittlung oder passive Aufnahme von Inhalten. Relevante Fragen oder Probleme als Merkmale eines lernendengerechten Forschungsansatzes sind dabei zentral und stehen am Anfang des Experimentalunterrichts.

Der Experimentierzyklus stützt sich im Anschluss an BYBEE et al. (2006, S. 2, 33 f.) auf fünf „bedeutende Faktoren, die 5 E's“ (Frischknecht-Tobler & Labudde 2013, S. 134):

1. „Engagement: Lernende werden herausgefordert und engagieren sich in wissenschaftlich orientierten Fragestellungen.
2. Erkundung: Lernende sammeln Daten und suchen Antworten auf Fragen.
3. Erklärung: Lernende formulieren Erklärungen aus ihren Daten.
4. Erweiterung: Lernende verknüpfen ihre Erklärungen mit wissenschaftlichen Konzepten und verstehen sie in neuen Situationen.
5. Evaluation: Lernende kommunizieren und vertreten ihre Erklärungsmodelle und Schlussfolgerungen vor anderen und erhalten Feedback.“ (ebd.)

Ein auf Grundlage der sogenannten „5 E's“ konzipierter Experimentalunterricht berücksichtigt stark den Lernenden mit seinen individuellen Möglichkeiten, der sich die zu erwerbenden Kompetenzen als Fachmethoden in den unterschiedlichen Phasen entlang des Experimentierzyklus erarbeitet. Damit unterscheidet sich dieser eher didaktische Ansatz von dem Ansatz eines Experimentalunterrichts aus rein funktioneller Betrachtung, wie ihn GIRWIDZ (2020) vertritt (vgl. Abbildung 5).

Der schüler- bzw. schülerinnenorientierte Ansatz im Experimentierzyklus von FRISCH-KNECHT-TOBLER & LABUDDE (2013) ist grundlegend für alle Schulstufen und damit auch für den Sachunterricht geeignet. Wesentlich für den Experimentalunterricht ist, dass die Lehrkraft ausgehend von dem Vorwissen bzw. den Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler entscheidet, mit welchen Fragestellungen, Herangehensweisen und Differenzierungsmaßnahmen sie den Unterricht plant und durchführt, damit die Schülerinnen und Schüler erfolgreich den Prozess des Experimentierzyklus durchlaufen können. Dabei sollen naturwissenschaftliche Werkzeuge genutzt und kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten erworben werden. Damit ist dieses Modell für die Planung und Durchführung eines Experimentalunterrichts im Sachunterricht sinnvoll.

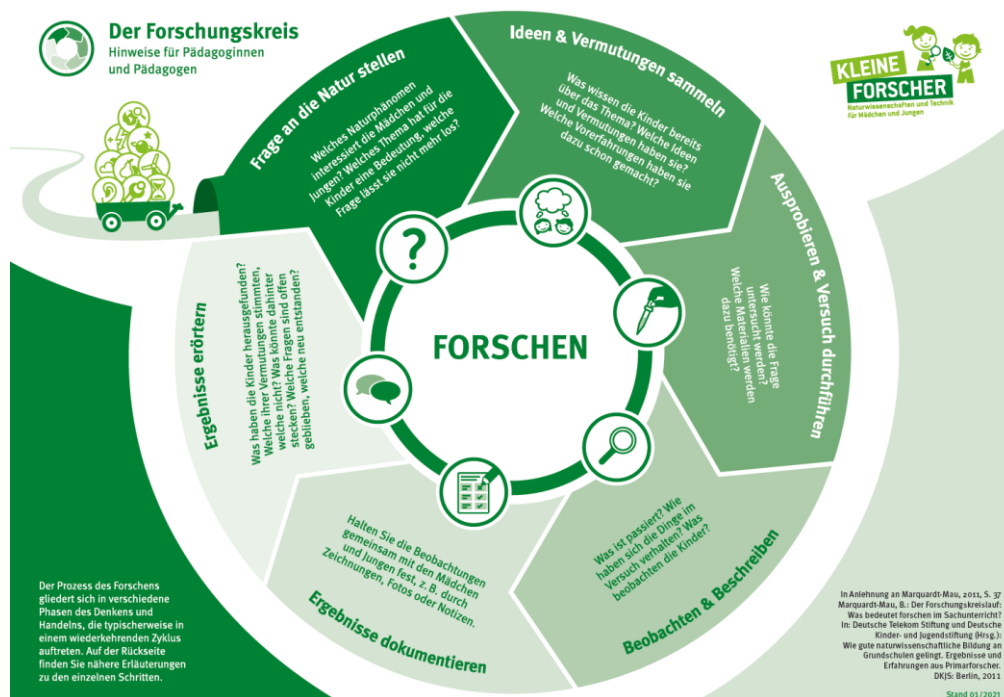
Im Gegensatz zu den beiden vorgestellten Modellen sind in der Grundschule andere Modelle etabliert. Sogenannte Forscherschritte oder Forscherkreisläufe existieren als vielfältiges Materialangebot, üblicherweise kindgerecht visualisiert in Form von Plakaten oder Piktogrammen. Beispielhaft sei hier der Forschungskreis der „Stiftung Kinder forschen“<sup>16</sup> (vgl. Abbildung 7) angeführt. Der Forschungskreis wird für das naturwissenschaftliche Lernen sowohl für die frühkindliche Bildung im Elementarbereich als auch für die Grundschule angeboten.

---

<sup>16</sup> Die Stiftung „Kinder forschen“ (früher: Stiftung „Haus der kleinen Forscher“) ist seit 2006 mit inzwischen 200 regionalen Netzwerken das größte Fortbildungsnetzwerk in Deutschland für MINT-Förderung für den Elementar- und Grundschulbereich.

Der Forschungskreis vom „Haus der kleinen Forscher“ (jetzt: „Kinder forschen“) sieht für das Forschen mit Kindern ähnliche Schritte (Fachmethoden) wie der Experimentierzyklus nach FRISCHKNECHT-TOBLER & LABUDDE (2013, S. 135) vor:

- Fragen an die Natur stellen
- Ideen & Vermutungen sammeln
- Ausprobieren & Versuch durchführen
- Beobachten & Beschreiben
- Ergebnisse dokumentieren
- Ergebnisse erörtern



**Abbildung 7:** Der Forschungskreis.

Quelle: [https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/1\\_Forschen/Paedagogik/Forschungskreis\\_NaWi.pdf](https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/1_Forschen/Paedagogik/Forschungskreis_NaWi.pdf) [Zugriff: 28.09.2023]

Durch zusätzliche Leitfragen für die Lehrkraft (bzw. Erzieherinnen und Erzieher im Elementarbereich) werden die Fachmethoden konkretisiert, wobei hier der Fokus darauf liegt, diese forschenden Schritte bereits auch mit sehr jungen Kindern gehen zu können. Darin ist auch ein wesentlicher Unterschied zwischen *Experimentierzyklus* und *Forschungskreis* begründet: Das *Erörtern der Ergebnisse* kann mit Kindern im Elementarbereich nur auf einem niedrigen kognitiven Niveau stattfinden. Kinder im Grundschulalter dagegen sind zunehmend in der Lage, kognitiv anspruchsvollere Erklärungen zu verstehen. Das *Erörtern der Ergebnisse* kann und muss daher im Sachunterricht auf einem höheren, anspruchsvolleren



Niveau stattfinden als es der Forschungskreis impliziert. Bei der Planung und Durchführung von Experimentalunterricht muss dies von der Lehrkraft entsprechend berücksichtigt werden (vgl. Möller 2007, S. 113; Köhnlein 2012, S. 443).

### 2.3.2 Ziele eines Experimentalunterrichts

Im Schulalltag sowohl der weiterführenden Schule als auch im Sachunterricht der Grundschule ist zu beobachten, dass – wenn überhaupt experimentiert wird – das Experimentieren häufig mehr als Unterrichtsmethode und weniger als eine naturwissenschaftliche Methode des Forschens verstanden wird (vgl. Gebhard et al. 2017, S. 24 f.; Köhnlein 2012, S. 443; Möller 2007, S. 105). Hier zeigt sich eine Diskrepanz im Verständnis von Experimentalunterricht: Einerseits soll der Experimentalunterricht Lernende motivieren, sich handelnd mit Phänomenen auseinanderzusetzen (*hands-on*). Andererseits ist ein rein auf *hands-on-science* fokussierter Unterricht häufig nicht dazu geeignet, Einfluss auf die theoretischen Konzepte der Schülerinnen und Schüler zu nehmen, weil dadurch das lernwirksame Wechselspiel von Tätigkeit und kognitiver Lernleistung (*hands-on as well as minds-on*) nicht gegeben ist (vgl. Hofheinz 2008, S. 17).<sup>17</sup> Auch LOOß (2004, S. 22) merkt dazu an: „So ist der Behauptung mit Skepsis zu begegnen, dass man durch Experimente allein Schülern etwas leichter begreiflich machen kann“.

So gesehen ist das Forschen zu Phänomenen entlang des Forschungskreises (vgl. Abbildung 7) im Elementarbereich im Rahmen einer frühkindlichen Bildung sinnvoll, das Experimentieren im Sachunterricht erfordert jedoch mehr als nur das Durchführen einzelner Verfahrensschritte – quasi wie ein Backrezept – ohne eine Vermittlung und Vertiefung der naturwissenschaftlichen Erklärungsansätze. Die Etablierung des Forschungskreises im Sachunterricht der Grundschule als reine *hands-on science* ohne reflektierende Momente ist daher eher kritisch zu sehen bzw. muss differenziert betrachtet und diskutiert werden.

Vor dem Hintergrund der angeführten Unterschiede der vorgestellten Modelle können die Ziele und Fachmethoden für das Experimentieren zusammengefasst werden:

---

<sup>17</sup> Diese Annahme kann durch Befunde der PISA-Studie des Jahres 2006 bezogen auf 15-jährige Schülerinnen und Schüler auch empirisch untermauert werden: „Insgesamt kann den Ergebnissen entnommen werden, dass ein naturwissenschaftlicher Unterricht, in dem Schülerinnen und Schüler sehr häufig die Gelegenheit erhalten, eigenständig Versuche zu planen und durchzuführen, noch nicht in optimaler Weise Lernprozesse anstößt und einen hohen Lernerfolg garantiert. Wird im Unterricht (zu) viel Zeit für „Hands-On“-Aktivitäten aufgewendet, sind nachteilige Effekte zu erwarten [...]“ (PISA-Konsortium Deutschland 2007, S. 171). Ergebnisse der PISA-Studie 2015 bestätigen diesen Befund, der in einer Empfehlung mündet: „Ein guter Naturwissenschaftsunterricht in Deutschland zeichnet sich durch eine Kombination hoher kognitiver Anregung („Minds-on“) und regelmäßiger „Hands-on“-Aktivitäten, wie Experimente selbst entwickeln oder strukturierte Laborexperimente durchführen, aus [...]“ (Reiss et al. 2016, S. 168).

Ziel des Experimentierens im Sachunterricht ist, dass Kinder eine Fragehaltung und Neugier entwickeln, die zu eigenen Problemlösestrategien führt. Dabei sollen sie weg von der Alltagsvorstellung über naturwissenschaftliche Phänomene hin zu wissenschaftlichen Vorstellungen gelangen und so an erste fachwissenschaftliche Arbeitsmethoden herangeführt werden. Weiterhin ist es Ziel, dass das Experimentieren Mittel eines sozialen und kommunikativen Austauschs ist, um das je individuelle Verstehen von naturwissenschaftlichen Phänomenen anzubahnen bzw. zu ermöglichen und im Unterrichtsgespräch zu konsolidieren. Ausgehend davon zählen zu den fachwissenschaftlichen Arbeitsmethoden beim Experimentieren im Sachunterricht:

- Fragen stellen und experimentieren, um die Fragen zu beantworten
- Beobachten und explorieren, Beobachtungen ordnen und vergleichen
- Vermutungen äußern und Hypothesen aufstellen
- Über naturwissenschaftliche Themen miteinander sprechen und die Fachsprache lernen
- Ergebnisse dokumentieren: Anschaulich, verständlich und einprägsam
- Skizzen anfertigen
- Erklärungen finden und/oder danach suchen (recherchieren)
- Modelle als Darstellung und Erklärung von naturwissenschaftlichen Phänomenen kennen und verstehen lernen

Die fachwissenschaftlichen Arbeitsmethoden beim Experimentieren im Sachunterricht sind kompetenzorientiert formuliert und können von Schülerinnen und Schülern im Sinne eines Spiralcurriculums über einen längeren Lernprozess erworben werden.<sup>18</sup> Mit Blick auf die Lernenden sind die hier dargestellten fachwissenschaftlichen Arbeitsmethoden zum Experimentieren bezüglich der zu erwerbenden Kompetenzen vielfältig und herausfordernd. Aber auch mit Blick auf die (angehenden) Lehrkräfte darf die Vermittlung der fachwissenschaftlichen Inhalte und Arbeitsmethoden in einem Experimentalunterricht durchaus als herausfordernd bezeichnet werden. Daher müssen (angehende) Lehrkräfte für die Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunterricht neben den Fachinhalten grundsätzlich über Kenntnisse bezüglich der verschiedenen möglichen Herangehensweisen verfügen (vgl. Hartinger et al. 2013, S. 4 ff.): In Abhängigkeit von der Auswahl der Herangehensweise bzw. Vorgehensweise werden die zu erwerbenden fachwissenschaftlichen Arbeitsmethoden unterschiedlich stark intendiert bzw. fokussiert.

---

<sup>18</sup> Damit dient das Experimentieren im Sachunterricht auch als Grundlage für die Entwicklung einer *scientific literacy*, indem darauf aufbauend die erste systematische Begegnung mit Naturwissenschaften erfolgt (vgl. Prenzel et al. 2003, S. 147 f.). Eine umfangreiche Darstellung und Erläuterung der Diskussion und Problematik von *scientific literacy* findet sich beispielsweise bei HOFHEINZ (2008, S. 37-55).

Die verschiedenen Herangehensweisen beim Experimentieren ergeben sich aus der genaueren Betrachtung der unterschiedlichen Termini zum Experimentieren: Im Rahmen dieser Arbeit werden der Einfachheit halber und wegen der besseren Lesbarkeit die Bezeichnungen *Experiment* oder das *Experimentieren* durchgängig verwendet, um eine einheitliche Ausdrucksweise konsequent verwenden zu können, wohlwissend, dass es weitere Bezeichnungen gibt, die differenziert betrachtet werden sollten. Ein weiterer Grund für die durchgängige Verwendung ist, dass die Bezeichnungen *Experiment* und *Experimentieren* im Schulalltag, zumal in der Grundschule, üblich und gebräuchlich sind und allein von der Wortgebung her für Kinder eine herausfordernde und motivationale Bedeutung haben.

Nach GIRWIDZ (2020) werden die Termini *Experiment* und *Versuch* in der Literatur jedoch nicht eindeutig verwendet, daher verwenden er und andere Autoren sie synonym in Anpassung an den internationalen Sprachgebrauch (vgl. ebd., S. 265).

HARTINGER (2011) hingegen betont, dass es wichtig sei, sich die Unterschiedlichkeit der Bezeichnungen *Experiment* und *Versuch* bewusst zu machen und spricht daher selbst lieber von Versuchen, die im Sachunterricht durchgeführt werden (vgl. ebd., S. 69). Zu unterscheiden sind demnach die Bezeichnungen *Experimentieren* und *Versuche* (durchführen), aber auch weitere Bezeichnungen wie *Explorieren* und *Laborieren*. Neben dieser Differenzierung wird auch unterschieden, ob es sich um ein(en) *Schülerversuch/-experiment* oder *Demonstrationsversuch/-experiment* oder ein(en) *Freihandversuch/-experiment* handelt. Eine weitere Unterscheidung bezieht sich auf die Stellung der Versuche/Experimente innerhalb einer Unterrichtsreihe, ob diese am Anfang, in der Mitte oder erst am Ende durchgeführt werden.

	Fragestellung vorhanden	Fragestellung nicht vorhanden
Vorgehensweise vorgegeben	Laborieren	Versuche durchführen
Vorgehensweise nicht vorgegeben	Experimentieren	Explorieren

**Tabelle 1:** Was ist ein Experiment? (Nach: Grygier & Hartinger 2009, S. 15)

In Tabelle 1 wird die Bedeutsamkeit der Differenzierung der Termini deutlich, indem definiert wird, inwieweit eine Fragestellung vorhanden oder nicht vorhanden ist und die entsprechende Vorgehensweise vorgegeben oder nicht vorgegeben ist. Die Lehrkraft kann zu beiden Merkmalen Vorgaben machen oder Freiräume gewähren. Dadurch entsteht nach

GRYGIER & HARTINGER (2009, S. 15) eine Matrix mit vier Optionen für verschiedene Experimentierformen (vgl. auch Haider & Fölling-Albers 2013, S. 326):

### **Laborieren**

Unter dem Laborieren versteht man eine Vorform des Experimentierens. Dabei arbeiten Schülerinnen und Schüler gezielt mithilfe vorstrukturierter Materials an einer vorgegebenen Fragestellung, wobei diese nicht unbedingt von den Kindern selbst ausgeht, sondern von der Lehrkraft vorgegeben sein kann. Anhand einer Laboranleitung erlernen oder üben die Schülerinnen und Schüler gezielt die fachwissenschaftlichen Arbeitsweisen des Vermutens, des Beobachtens, der Durchführung und der Beschreibung sowie des Deutens, um das selbstständige Experimentieren anzubahnen (vgl. Haider & Fölling-Albers 2013, S. 328; Windt 2017, S. 44; Hartinger et al. 2013, S. 6 f.; Mikelskis-Seifert & Wiebel 2011, S. 5).

### **Versuche durchführen**

Wenn im Sachunterricht überhaupt „experimentiert“ wird, dann werden am ehesten Versuche nach einer vorgegebenen Versuchsanleitung durchgeführt (vgl. Streller et al. 2019, S. 64). Die meisten in der Literatur zu findenden Ideen und Vorschläge zum „Experimentieren“ in Schule und Freizeit basieren auf der Herangehensweise des Versuche-Durchführens bzw. des Laborierens. Die Durchführung von Versuchen im Sachunterricht dient in der Regel dazu, ein Phänomen zu veranschaulichen und Beobachtungen zu sammeln, über die im Anschluss gesprochen wird, ohne dass zuvor eine Fragestellung oder ein Problem vorhanden sein muss. Üblicherweise werden vor der Durchführung des Versuchs Vermutungen angestellt, um diese für Schülerinnen und Schüler meist schwierige „Vorab-Überlegung“ zu üben. Neben dem Erwerb von Fertigkeiten und Fähigkeiten in der Schritt-für-Schritt Durchführung und Beobachtung von Versuchen, geht es um die Dokumentation der Ergebnisse sowie um die gemeinsame Erarbeitung naturwissenschaftlicher Regelmäßigkeiten oder Konzepte, indem ein theoretischer Sachverhalt quasi nachvollzogen wird (vgl. Hartinger 2011, S. 69; Hartinger et al. 2013, S. 5 f.). Gute Versuche sind geeignet, eigene (weiterführende) Fragestellungen zu entwickeln und so die Schülerinnen und Schüler auf dem Weg zum Experimentieren zu fördern (vgl. Haider & Fölling-Albers 2013, S. 28).

### **Experimentieren**

Experimente setzen voraus, dass zu Beginn eine echte Fragestellung oder ein Problem vorhanden ist, sodass die Kinder herausgefordert sind, möglichst selbstständig eine Antwort bzw. eine Lösung zu finden. An die Fragestellung bzw. an das Problem schließt sich eine

(begründete) Vermutung an, bevor mit dem nächsten Schritt die weitere Vorgehensweise geplant wird, um die Vermutung (gegebenenfalls mit Variablenkontrolle) zu überprüfen und aufgrund der Ergebnisse eine Antwort oder eine Lösung für die Ausgangsfrage oder das Problem zu erhalten (vgl. Streller et al. 2019, S. 64; Hartinger et al. 2013, S. 5). Diese Herangehensweise stellt für Lernende die höchste kognitive Herausforderung dar, weil sie eigenständig und kreativ ihren eigenen Lernprozess planen und gestalten müssen, um zu neuen, eigenen Erkenntnissen gelangen zu können. Dieses Vorgehen entspricht den Merkmalen eines problemlösenden und handlungsorientierten Unterrichts, wird aber eher selten von Kindern im Sachunterricht durchgeführt bzw. von der Lehrkraft intendiert (vgl. Streller et al. 2019, S. 64).

### **Explorieren**

Das Explorieren stellt die offenste Herangehensweise beim „Experimentieren“ im Sachunterricht dar. Durch den freien Zugang und Umgang mit (ausgewählten) Materialien erleben und erfahren Schülerinnen und Schüler auf meist zunächst spielerische Weise eigenständig und selbstbestimmt naturwissenschaftliche Phänomene, ohne dass dabei Fragestellungen oder Handlungsanweisungen im Vordergrund stehen (vgl. Hartinger et al. 2013, S. 6). KÖSTER (2006, S. 45) unterscheidet zwischen einer Orientierungsphase, einer Explorationsphase und einer Vertiefungsphase, innerhalb derer die Schülerinnen und Schüler das Material sukzessive intensiver und zielgerichteter nutzen, um eigene Fragen zu entwickeln und diesen nachzugehen. Mit dieser vor allem erfahrungsbezogenen Beschäftigung werden Kreativität und Interesse von Lernenden gefördert. Studien von KÖSTER (2006) zeigen zudem, dass das Explorieren die Fähigkeit zum zielgerichteten Experimentieren fördert (vgl. Mikelskis-Seifert & Wiebel 2011, S. 5).

Die hier skizzierten Unterschiede sind in der Literatur nicht durchgängig eindeutig auszumachen. So finden sich Aussagen über *freies Experimentieren* (vgl. LISUM 2018, S. 26) und *spielerisches, kreatives Experimentieren*, die eher dem hier skizzierten *Explorieren* entsprechen würden. Der Vergleich von *vorgegebenem Laborieren* und *eng geführtem Experimentieren* (vgl. Mikelskis-Seifert & Wiebel 2011, S. 5 f.) würde eher dem hier skizzierten *Versuche durchführen* entsprechen. Dies zeigt, dass die angeführten Darstellungen letztlich eher als grobe Unterscheidungen für das Verstanden werden sollten, was hier als das „Experimentieren im Sachunterricht“ bezeichnet wird. Daher dienen die unterschiedlichen Herangehensweisen und Begrifflichkeiten als Strukturierungshilfen – und auch als Differenzierungsmaßnahmen – für die Lehrkraft bei der Planung und Durchführung von „Experimenten“ im Sachunterricht.

Für die Planung von „Experimenten“ im Sachunterricht ist über die dargestellte Herangehensweise hinaus bedeutsam, inwiefern die Kinder die Experimente selbst als sogenannte *Schülerversuche* – meist in Partner- oder Gruppenarbeit – durchführen oder einen *Demonstrationsversuch* beobachten, der entweder von der Lehrkraft oder von Schülerinnen bzw. Schülern vorgeführt wird. Das eigenständige „Experimentieren“, mit welchen Strukturierungshilfen auch immer, ist für den anzustrebenden Kompetenzerwerb unerlässlich, erfordert aber zumeist einen hohen Material- und Zeitaufwand für die Lehrkraft, die die entsprechende Lernumgebung mehr oder weniger aufwändig vorbereiten muss. Daher kann auch ein Demonstrationsversuch alternativ eingesetzt werden, bei dem die Lehrkraft (oder eine Schülerin bzw. ein Schüler) einen Versuch für die ganze Lerngruppe vorführt. Dies ermöglicht das gemeinsame (exemplarische) Erarbeiten einzelner „Forscherschritte“.

Eine Sonderform des Demonstrationsversuchs stellt das *Experiment der Woche* dar, welches beispielhaft vorgestellt wird: Das *Experiment der Woche* ist eine Methode, wie in der Grundschule mit wenig Aufwand das Experimentieren für alle Kinder eingeführt werden kann. Das *Experiment der Woche* kann und soll nicht das selbstständige Experimentieren (der Schülerinnen und Schüler) ersetzen, kann aber dann zum Einsatz kommen, wenn das Experimentieren im Sachunterricht (noch) nicht für alle Klassenstufen implementiert ist. Nehmen alle Schülerinnen und Schüler daran teil, kommt es zum kommunikativen, jahrgangübergreifenden Austausch. Dabei wird das genaue Beobachten geübt, ebenso das Vermuten, das Beschreiben, das Hinterfragen, das Erklärungen suchen und das Dokumentieren. Bei der Planung wird darauf geachtet, dass die Experimente mit wenig Aufwand und mit (kostengünstigen) Alltagsmaterialien durchgeführt werden, damit diese von den Schülerinnen und Schülern bestenfalls zuhause nachgemacht und/oder weiterentwickelt werden können.

Für alle hier vorgestellten Herangehensweisen beim Experimentieren – ob als Demonstrationsversuch der Lehrkraft oder als Versuch in der Hand von Schülerinnen und Schülern durchgeführt – gilt, dass das genaue Beobachten eine zentrale Grundlage ist, weil es der Ausgangspunkt für das Wecken einer Fragehaltung ist:

Das *Beobachten* (oder *Betrachten* bei ruhenden Objekten) als das Verstehen dynamischer Prozesse gehört beim Experimentieren zu den wichtigsten und auch schwierigsten Fähigkeiten, die Schülerinnen und Schüler lernen können. Denn ohne diese Fähigkeiten werden keine Fragen provoziert, Antworten gesucht und in der Folge kaum Erkenntnisse gewonnen (vgl. Frischknecht-Tobler & Labudde 2013, S. 136). Das Experimentieren fordert demnach von Lernenden besonders das ganz genaue Beobachten heraus. Nur wenn sie im richtigen Moment genau hinschauen, können sie erleben, worin das jeweilige (oft verblüf-

fende) Phänomen besteht. Das Beobachten und die damit einhergehende kognitive Verarbeitung visueller Wahrnehmungen und Eindrücke gehört – neben Schmecken, Hören, Riechen und Fühlen – zu den grundlegenden Fähigkeiten des Menschen, die sich bei Kindern bereits frühzeitig entwickeln. Das Beobachten als Methode im Unterricht knüpft an diese Fähigkeiten und Vorerfahrungen der Kinder an und muss im Sachunterricht geübt werden:

- Schülerinnen und Schüler müssen die Geduld entwickeln, einen Vorgang über einen längeren Zeitraum zu beobachten, nicht nur den Anfang und das Ende. Nur so können sie die Veränderungen auch wirklich wahrnehmen, z. B. beim Auflösen eines Stücks Würfelzucker in Wasser.
- Genaues Beobachten ermöglicht, inhaltliche Erkenntnisse und Informationen zu gewinnen, die dann im Gespräch dazu dienen, das Beobachtete in Worte zu fassen, Abläufe folgerichtig zu beschreiben und ausgehend von eigenen Alltagserfahrungen Vermutungen oder bereits Erklärungen zu formulieren.
- Das Festhalten der eigenen Beobachtungen als Skizze oder Text macht das Phänomen für jeden verständlich, der das Experiment selbst nicht gesehen hat.

Neben dem Beschreiben (Versprachlichen) des Beobachteten liegt ein weiterer Schwerpunkt beim Experimentieren im Sachunterricht auf der Dokumentation der (Lern-)Ergebnisse, auch um Lernprozesse sichtbar zu machen:

Für die *Dokumentation* der Beobachtungen werden im Sachunterricht in der Regel Forscherprotokolle angelegt, die entweder als Vorlage zur Verfügung gestellt werden oder auf einem weißen Blatt oder Blankoheft notiert werden. Ein Forscherprotokoll eignet sich besonders gut dafür, die Beobachtungen, Vermutungen, Überlegungen und Erklärungen zu dem Experiment zu dokumentieren, da es bereits über eine entsprechende Struktur verfügt. Diese Struktur hilft den Kindern dabei, über das durchgeführte Experiment nachzudenken (bzw. fachwissenschaftliche Arbeitsmethoden anzuwenden). Im Sinne einer differenzierenden Lernhilfe und der Verknüpfung von *hands-on as well as minds-on* können den Kindern Impulse an die Hand gegeben werden:

- Wie heißt das Experiment oder welchen Namen soll es haben? Woran erinnert es mich?
- Was brauche ich, wenn ich es nachmachen will?
- Welche Vermutung hatte ich vorher, was wohl passieren wird?
- Was muss ich machen, wenn ich es nachmachen möchte?
- Habe ich das so oder so ähnlich schon mal woanders gesehen?
- Wie sah es vorher aus, wie hinterher?
- Was genau ist passiert, was hat sich verändert?
- Kann ich mir oder anderen das erklären?

- Habe ich Fragen dazu oder Ideen, wie man das Experiment verändern könnte?
- Wie kann ich das Experiment zeichnen, sodass erkennbar wird, was genau passiert ist?

Entsprechend der Altersstufen und individuellen Lernvoraussetzungen der Kinder sind die Anforderungen an ein Forscherprotokoll unterschiedlich. Gemeinsam ist ihnen, dass sie eine vereinbarte Struktur haben, die sich logisch aus dem Prozess des Experimentierens ergibt. Während die Kinder in der Schuleingangsphase sich eher an Symbolen orientieren und ihre Beobachtungen hauptsächlich zeichnen und vielleicht mit wenigen Worten beschreiben, geht es bei den älteren Kindern zunehmend darum, das Beobachtete genau (unter Verwendung der Fachbegriffe) darzustellen bzw. zu notieren, darüber nachzudenken und in Fachbüchern oder im Internet zu recherchieren, um Erklärungen zu finden. Außerdem lernen die Kinder Skizzen mit passenden Beschriftungen anzufertigen.

Gerade im Sinne von *Heterogenität, Differenzierung* und *sprachsensible Sachunterricht* in Lerngruppen kommt dem Zeichnen von Skizzen eine besondere Bedeutung zu, da es auch für Kinder geeignet ist, die sowohl sprachliche als auch schriftsprachliche Probleme haben. Das *Zeichnen* einer Skizze passend zum durchgeführten Experiment gilt im Sachunterricht daher als eine wichtige zu erwerbende Kompetenz und ist für die Lehrkraft ein gutes Diagnoseinstrument zur Feststellung des Lernstands der Schülerinnen und Schüler. Während früher Zeichnungen im Sachunterricht eher der bildhaften Darstellung im Anschauungsunterricht dienten, versteht die Sachunterrichtsdidaktik heute das Zeichnen und Malen als einen produktiven Zugang zur Sache. Das heißt, Kinder bringen in Zeichnungen ihre eigenen Vorstellungen und Erfahrungen zum Ausdruck und setzen sich dabei aktiv mit der Sache auseinander. Nicht nur aus der Tradition der Kunstdidaktik weiß man längst, dass man anhand typischer Muster und Merkmale bei Kinderzeichnungen den Entwicklungsstand des Kindes erkennen kann (vgl. Peez 2005, S. 92 ff.; Seidel 2007, S. 97). Beispielsweise werden oft Menschenzeichnungen zur Schuleingangsdiagnostik genutzt oder Kinderzeichnungen als Diagnoseinstrument für individuelle Lernvoraussetzungen verwendet. Dies vor allem auch, um kulturelle Hintergründe und Umwelteinflüsse besser verstehen zu können. Kinderzeichnungen ermöglichen demnach einen differenzierten Blick auf Vorstellungen, Gedankengänge und auch Verständnislücken zu einem bestimmten Gebiet, aber auch ganz allgemein (außerschulisch) über individuelle Erfahrungen, Einstellungen, Wahrnehmungen und Vorwissen (vgl. Kaiser 2021, S. 96 ff.). Für das Dokumentieren eines Experiments stellen Skizzen ein außersprachliches Medium des Denkens dar. Sie unterstützen Lernende, wenn die Sprache und oder Fachbegriffe fehlen, um eine Handlung oder einen Vorgang zu beschreiben. Anhand der eigenen Zeichnung fällt es Schülerinnen und Schülern leichter – oft unterstützt durch Gestik – ihre Gedanken zu ordnen und auszudrücken. So verstanden dient Zeichnen beim Experimentieren:



- Der Diagnose von Denkweisen – Vorstellungsmängel und -lücken werden erkannt;
- Der Strukturierung von vorhandenem Wissen – Zeichnen ordnet und lenkt die Aufmerksamkeit;
- Dem Lösen von Problemen bzw. weiteren Lernprozessen – eigene Erkenntnisbildung wird gefördert;
- Der Sprachförderung – Zeichnen dient als Medium zwischen Handlung und Sprechen;
- Dem Mitdenken anderer – Diskussionen werden angeregt.

Grundschul Kinder wollen sachlich richtig zeichnen und können ihre Vorstellungen, entsprechend ihrem Entwicklungsstand, zeichnerisch äußern. Kinder erzählen anhand ihrer Zeichnungen auf additive Weise bis hin zur Vollständigkeit, was ihnen wichtig erscheint. Daher ist es auch nicht verwunderlich, wenn sie situativ zeichnen. Das heißt, dass jüngere Kinder oftmals die Lehrkraft zeichnen, die das Experiment vorführt und dabei z. B. die Farbe des Pullovers von entscheidender Bedeutung sein kann. Mit zunehmendem Alter werden diese Ausschmückungen weggelassen. Ab einem Alter von etwa acht Jahren achten Kinder auf die verschiedenen räumlichen Anordnungsmöglichkeiten. Im Gespräch über die Zeichnung zum Experiment kann die Lehrkraft sich über die Denkweise und Denkbilder (und damit über den aktuellen Lernstand) des Kindes informieren (vgl. Prechtel 2013, S. 283 ff.).

Zusammengefasst lässt sich feststellen, dass das Experimentieren im Sachunterricht auf unterschiedlich hohem Anspruchsniveau durchgeführt werden kann und dies besondere Anforderungen an die Professionalität der Lehrkraft darstellt. Experimentieren aus fachlicher und didaktischer Sicht ist mehr als eine bloße Initiierung von experimentellen Aktivitäten im Unterricht. Der hier gezeigte insgesamt hohe Anspruch an das Experimentieren mit Kindern ist vielleicht einer der Gründe dafür, dass viele (insbesondere fachfremde) Lehrkräfte das Experimentieren vermeiden, weil sie sich überfordert fühlen.

## 2.4 Experimentieren im Sachunterricht zwischen Wunsch und Wirklichkeit

Wenn im Sachunterricht der Grundschule Experimente oder Versuche durchgeführt werden, sind die Kinder zumeist hochmotiviert bei der Sache. Kinder lieben das Experimentieren! Natürlich sind spektakuläre Versuche wie z. B. eine Brauserakete beliebter als die, bei denen über einen Zeitraum von mehreren Tagen Beobachtungen angestellt werden sollen, z. B. bei der Verdunstung von Wasser auf dem Fensterbrett in der Klasse. Dabei spielt es keine Rolle, ob die durchzuführenden Versuche eher aus dem Bereich der Chemie, Physik oder Biologie kommen, sie im Rahmen einer Unterrichtsreihe zu einem sachunterrichtlichen Thema integriert sind oder es sich z. B. um das „Experiment der Woche“ handelt, bei dem eventuell ohne weitere sachunterrichtliche Zusammenhänge verschiedene naturwissenschaftliche oder technische Phänomene in einem Experiment vorgeführt werden. Experimente sind eindeutig ein Motor für Motivation, der auch in der weiterführenden Schule noch trägt (vgl. Barke et al. 2018, S. 60; Frischknecht-Tobler & Labudde, 2013, S. 144; Reiners 2022, S. 130).

Die eigenen langjährigen Erfahrungen als Grundschullehrerin, als Fachleiterin an einem Zentrum für schulpraktische Lehrerausbildung (ZfsL) und als Moderatorin in der Lehrkräftefortbildung für das Fach Sachunterricht lassen jedoch vermuten, dass das Experimentieren im Sachunterricht längst noch nicht, trotz seiner motivationalen Komponenten und vieler Bemühungen und Entwicklungen sowie curricularer Vorgaben, in allen Grundschulen in der Unterrichtsplanung genügend Platz findet. Pointiert formuliert: Kinder experimentieren gerne, viele Lehrkräfte aber offenbar nicht.

In diesem Kapitel werden Forschungsbefunde und mögliche Ursachen seitens der Lehrkräfte für diese beobachtete Diskrepanz zwischen dem *Wunsch* nach mehr Experimenten im Sachunterricht und der *Wirklichkeit*, dass Lehrkräfte das Experimentieren im Sachunterricht eher meiden, dargestellt. Im Rahmen dieses Projektes geht es darum, die *Wirklichkeit* bezüglich der Einstellungen der Lehrkräfte zum Experimentieren zu beforschen, die möglicherweise zur Unterrepräsentanz bei Sachunterrichtslehrkräften beitragen.

Ausführungen und Überlegungen darüber, wie sich das Experimentieren bei Kindern motivational und lernpsychologisch auswirkt – also quasi der *Wunsch* aus Sicht der Kinder nach mehr Experimentalunterricht –, werden nicht vorgenommen, da dies den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Inwieweit sich eine konkrete Unterrichtsgestaltung bezüglich naturwissenschaftlicher Inhalte auf die Motivation und/oder die Lernleistung von Schülerinnen bzw. Schülern positiv auswirkt, zeigen beispielsweise Studien von LANGE (2010), LANGE et al. (2015) und OHLE et al. (2011).

Die Bildungswirksamkeit eines Experimentalunterrichts im Sinne einer naturwissenschaftlichen Bildung sowie die entsprechenden curricularen Vorgaben sind bereits in den Kapiteln 2.2 und 2.3 erläutert worden.

In Kapitel 2.4.1 werden Forschungsbefunde sowohl internationaler als auch nationaler Untersuchungen zur Unterrepräsentanz der naturwissenschaftlichen Anteile der Domäne der Chemie und Physik – und damit auch des Experimentierens – im Sachunterricht fokussiert. Darüber hinaus werden Forschungsbefunde von Studien vorgestellt, die sich explizit auf das Experimentieren im Sachunterricht beziehen.

Weil als mögliche Ursachen für die Unterrepräsentanz von Experimenten im Sachunterricht Defizite bei *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept*, *Selbstwirksamkeit* und *Professionswissen* der Lehrkräfte vermutet werden, wird in Kapitel 2.4.2 näher auf diese Konzepte eingegangen.

#### **2.4.1 Forschungsbefunde zur Unterrepräsentanz von Experimenten im Sachunterricht**

Wie bereits in Kapitel 2.2 ausgeführt, sind naturwissenschaftliche Themen seit vielen Jahrzehnten fester Bestandteil im Sachunterricht der Grundschule und auch in den Lehrplänen der Länder fest verankert. Allein über die Art und Weise, wie naturwissenschaftliche Themen im Sachunterricht in der Vergangenheit unterrichtet wurden, hat es, wie ebenso in Kapitel 2.2 dargestellt, unterschiedliche Entwicklungen gegeben. Es ist von daher bekannt, dass die Ausbildung der Sachunterrichtslehrkräfte sowie deren Einstellung zu naturwissenschaftlichen Themen in hohem Maße Einfluss darauf hatten (und haben), in welchem Umfang die entsprechenden Themen der Bezugsdisziplinen Biologie, Chemie und Physik unterrichtet wurden bzw. werden.

Sowohl *internationale* als auch *nationale* Studien zeigen, dass Grundschullehrkräfte naturwissenschaftliche Themen und hier insbesondere solche aus der Domäne der Chemie und Physik meiden. International hat APPLETON (2007) zahlreiche Studien der letzten 30 Jahre miteinander verglichen und stellt fest:

„Current practice in elementary science has been an ongoing research topic for decades, and despite huge efforts it seems that little has changed. [...] That elementary teachers tend to avoid science has been an issue for a long time. For instance, Tilgner (1990) commented that the situation had not changed in 20 years, and in the decade since, there have been continuing reports along similar lines across the world [...]“ (Appleton 2007, S. 496)

Grundschullehrkräfte verfügten ferner in der Regel nur über ein begrenztes naturwissenschaftliches Fachwissen, über eher wenig pädagogisches Wissen bezüglich naturwissen-

schaftlicher Inhalte (*PCK sensu SHULMAN*) und wiesen eine geringe Selbstwirksamkeitserwartung (*self-efficacy*) auf, was zur Folge habe, dass naturwissenschaftliche Themen gemieden werden (vgl. ebd.).

Nach HARLEN (1997, S. 335), die Studien in Schottland und England durchführte, wenden Lehrkräfte bestimmte Vermeidungsstrategien an, um diese Themen zu umgehen. Dazu zählen (ebd.):

1. avoidance – teaching as little of the subject as possible,
2. keeping to topics where confidence is greater – usually meaning more biology than physical science,
3. stressing process outcomes rather than conceptual development outcomes,
4. relying on the book, or prescriptive work cards which give pupils step-by-step instructions,
5. emphasising expository teaching and underplaying questioning and discussion,
6. avoiding all but the simplest practical work and any equipment that can go wrong.

Anhand dieser Vermeidungsstrategien kann zusammenfassend gezeigt werden, dass naturwissenschaftliche Themen auf das Nötigste beschränkt werden und Grundschullehrkräfte Themen wählen, bei denen sie sich sicherer fühlen (meist biologische Themen). Der Unterricht sei stark instruierend angelegt und fordere keine Fragen der Lernenden heraus. Damit zeigen die Studien, dass praktisches Arbeiten wie das Experimentieren entweder ganz vermieden werde oder allenfalls mithilfe von Schritt-für-Schritt-Anleitungen durchgeführt werde. Ein Zusammenspiel von *hands-on as well as minds-on* findet demnach nicht statt.

Untersuchungen, die zehn Jahre später in England mit Grundschullehrkräften durchgeführt wurden, kommen zu dem Ergebnis, dass es zwar leichte Verbesserungen in der Einschätzung der Selbstwirksamkeit bezüglich der Naturwissenschaften gebe, jedoch das Zutrauen in das eigene Fachwissen und das Fähigkeitsselbstkonzept weiterhin gering sei (vgl. Janssen 2015, S. 23).

Die Untersuchungsergebnisse der internationalen Studien lassen sich auch auf die Situation in Deutschland übertragen bzw. sind von nationalen Studien bestätigt worden. Im Rahmen der nationalen Ergänzungsstudie zur Studie IGLU-Studie von 2001, bei der die naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern am Ende der Grundschulzeit erhoben wurden, wurden auch die Einstellungen der Lehrkräfte zum Sachunterricht untersucht. PRENZEL et al. (2003) zeigen anhand dieser Untersuchung, dass Lehrkräfte den Naturwissenschaften, auch mit Blick auf die eigene Schulzeit, insgesamt einen hohen Stellenwert einräumen und diesen durchaus positiv gegenüberstehen, sich

selbst aber einen eher geringen Kenntnisstand attestieren (vgl. ebd., S. 180). Bezogen auf die verschiedenen Inhalte der Naturwissenschaften wird deutlich, dass die Lehrkräfte während der Ausbildung ein stärkeres Interesse und besseres Kompetenzerleben bei biologischen Inhalten haben. Das Interesse an den Arbeitsweisen und Erkenntnissen der Fächer Physik und Chemie sei dagegen stark reduziert (vgl. ebd., S. 179).

MÖLLER (2004, S. 75 ff.) berichtet Ergebnisse einer Studie, in der fachspezifisches Wissen, Interesse, selbstbezogene Kognitionen und Ausbildungseinschätzungen von Lehrkräften zum physikalischen Bereich des Sachunterrichts erhoben wurden. Die Untersuchung zeigt, dass die tatsächliche Unterrichtsdurchführung bei naturwissenschaftlichen Themen stark abhängig ist von der eigenen Lernbiographie, dem Interesse, der eigenen Kompetenzeinschätzung und dem Fähigkeitsselbstkonzept der Lehrkräfte. Die physikalischen Inhalte im Sachunterricht werden von Lehrkräften nur unterdurchschnittlich oft unterrichtet, obwohl die Lehrkräfte sich durchaus über die Bedeutung dieser Themen bewusst sind und diesen einen hohen Stellenwert im Sachunterricht einräumen (vgl. ebd., S. 79 f.). Die Ergebnisse von PRENZEL et al. (2003), wonach Lehrkräfte während der Schulzeit eine positive Einstellung zu *allen* Bereichen der Naturwissenschaften haben, werden von MÖLLER (2004) bezogen auf physikalische Inhalte *nicht* bestätigt.

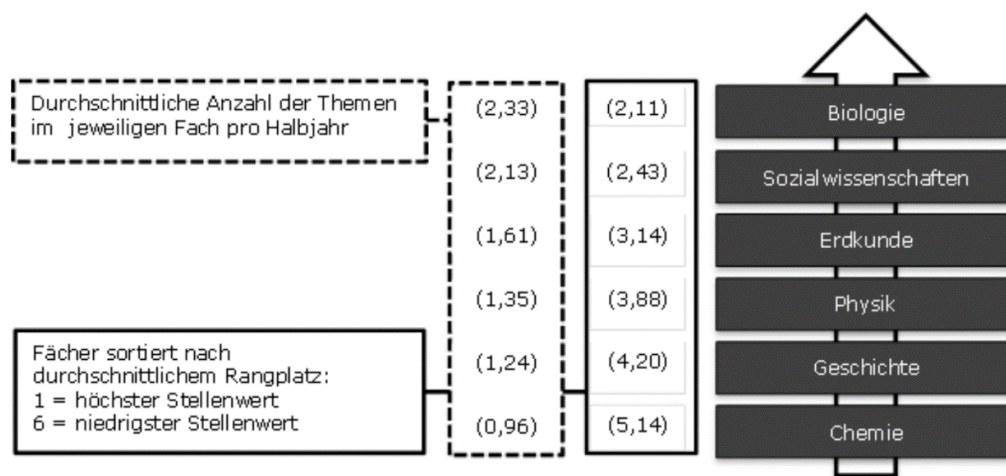
LANDWEHR (2002) zeigt ebenfalls in einer breit angelegten Studie zur Distanz von Studierenden und Lehrkräften zur Physik im Sachunterricht, dass sich weder die Studierenden noch die Lehrkräfte kompetent oder genügend vorbereitet fühlen, um einen den Ansprüchen entsprechenden naturwissenschaftlichen (hier physikalischen) Sachunterricht durchzuführen. Als einer der wesentlichen Gründe dafür wird die eigene negativ erlebte Lernbiographie (Physikunterricht in der weiterführenden Schule) angegeben.

Bei den Studien von MÖLLER, PRENZEL et al. und LANDWEHR handelt es sich um bereits etwas ältere Untersuchungen. Neuere Studien der letzten Jahre, in denen sowohl Sachunterrichtsstudierende als auch Lehrkräfte bezüglich ihres Selbstkonzepts und ihres Professionswissen zu naturwissenschaftlichen (hauptsächlich physikalischen) Themen befragt wurden, zeigen, dass sich an dem eigentlichen Problem nichts Grundlegendes geändert hat (vgl. Bröll et al. 2009, S. 135; Heran-Dörr & Kahlert 2009, S. 157 f.; Lück & Risch 2011, S. 87 f.; Ohle et al. 2011, S. 385 f.; Peschel 2009, S. 152; Peschel & Lang 2017, S. 68; Vali Zadeh & Peschel 2018, S. 185).

Wie angeführt, beziehen sich die Studien häufig auf das Sachgebiet der Physik. Es darf aber angenommen werden, dass die Forschungsergebnisse auch auf die Domäne der Chemie übertragen werden können (vgl. Möller 2004, S. 80). SCHMIDT (2015) zeigt dies in ihrer Studie zum chemischen Unterrichtsinhalt „Verbrennung“, wobei hier der Zusammenhang

zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen fertiger Lehrkräfte analysiert wird. Das Thema Verbrennung, ein typisch chemischer Inhalt, wurde genau deshalb gewählt, weil hier ein Defizit an Professionswissen vermutet wurde. SCHMIDT (2015) zeigt, dass es bezüglich des fachdidaktischen Wissens und des fachlichen Wissens signifikante Unterschiede gibt zwischen Lehrkräften mit sachunterrichtlicher Ausbildung und fachfremd ausgebildeten Lehrkräften, wobei sich auch eine mehrjährige Unterrichtserfahrung bei fachfremden Lehrkräften nicht positiv auf das Professionswissen auswirkt (ebd., S. 147).

SPITZER & GRÖGER (2013) verdeutlichen den Stellenwert von Chemie im Sachunterricht im Vergleich zu den anderen Themengebieten der verschiedenen Bezugsdisziplinen. Befragt wurden Sachunterrichtslehrkräfte, die die Themengebiete nach Wichtigkeit einordnen sollten. In einem weiteren Schritt sollte die durchschnittlich unterrichtete Anzahl unterschiedlicher Themen pro Halbjahr angegeben werden. Abbildung 8 zeigt, dass die Chemie im Sachunterricht der Grundschule einen geringen Stellenwert hat und daher bei der Frage nach der Wichtigkeit durchschnittlich den letzten Platz belegt, was sich zudem auch in der Anzahl der unterrichteten Themen pro Schulhalbjahr widerspiegelt (vgl. ebd., S. 573).



**Abbildung 8:** Stellenwert des Themenfeldes „Chemie“ im Sachunterricht. Aus: SPITZER & GRÖGER (2013, S. 573)

Fasst man die bisherigen verschiedenen Forschungsergebnisse zusammen, lässt sich festhalten, dass folgende Gründe für die Unterrepräsentanz naturwissenschaftlicher Themen und hier insbesondere physikalische und chemische Themen zu nennen sind:

- Die eigene negative Lernbiographie.
- Der Ausbildungshintergrund im Studium.
- Fehlendes Interesse und wenig Motivation an Inhalten von Physik und Chemie.

- Fachfremdes Unterrichten im Fach Sachunterricht.
- Geringes Fachwissen in den Bezugsdisziplinen Physik und Chemie.

Die bislang aufgeführten Studien beziehen sich vornehmlich auf den *naturwissenschaftlichen* Unterricht an sich mit Fokus auf physikalische und chemische Inhalte, jedoch nicht explizit auf das Experimentieren als Fachmethode. Es darf jedoch angenommen werden, dass die Ergebnisse dieser Studien auch auf das *Experimentieren im Sachunterricht* übertragbar sind, denn dieses setzt eo ipso einen naturwissenschaftlich geprägten Unterricht voraus.

SCHARFENBERG (2005) hat ältere Studien – in der Zeit von 1980 bis 2002 – zur Häufigkeit der Durchführung von Experimenten im Unterricht verglichen und kommt zu dem Schluss, dass das Potenzial eines Experimentalunterrichts (hier: Biologie) von den Lehrkräften in Deutschland zu dieser Zeit nicht ausgeschärft wurde. Als Gründe für die Unterrepräsentanz werden primär zu große Klassen, anspruchsvolle Erarbeitung der Inhalte, hoher Zeitaufwand und fehlende Ausstattung genannt (ebd., S. 18 f.).

#### **2.4.2 Studienergebnisse zur Unterrepräsentanz unterschieden nach Zielgruppen**

Bei den aktuelleren Untersuchungen über das Experimentieren, beginnend etwa mit Primärbegegnungen bereits im Vorschulalter (vgl. Lück & Risch 2011, S. 80 f.; Risch 2006, S. 6), liegt der Fokus jeweils auf dem Experimentieren in verschiedenen Settings (Unterricht, Schülerlabor, Universitätsveranstaltung). Untersucht werden Schülerinnen bzw. Schüler, Lehramtsstudierende sowie Lehrkräfte bezüglich ihrer affektiven Zugänge (Interesse, Motivation, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit, Beliefs) zum Experimentieren und ihrer kognitiven Voraussetzungen (Professionswissen, Professionsverständnis, Fachlichkeit).

Ein Vergleich der verschiedenen Studien macht deutlich, dass man primär bezüglich der untersuchten Zielgruppe unterscheiden kann:

- Studien mit *Schülerinnen und Schülern*, die u. a. hinsichtlich ihrer persönlichen Selbstkonzepte (vor allem Interesse und Motivation) und Lernvoraussetzungen beim Besuch eines Schülerlabors im Pre-Post-Design beforscht werden. Diese Untersuchungen dienen der Evaluation von Konzeption und Wirksamkeit von Schülerlaboren, so z. B. bei ENGELN (2004), SCHARFENBERG (2005, S. 18) und PAWEK (2009, S. 64).
- Studien mit *Schülerinnen und Schülern*, die im schulischen Kontext stattfinden, wie z. B. bei MÉZES (2016) und DAMERAU (2012).

- Studien mit *Studierenden*, die bezüglich ihrer Selbstkonzepte, ihres Kompetenzerlebens und/oder Professionsverständnisses beim Experimentieren beforscht werden (z. B. Peschel 2015; Peschel & Lang 2017; Franken et al. 2020; Vali Zadeh & Peschel 2018).
- Studien mit *Lehrkräften*, die bereits (länger) im Schuldienst sind. Diese werden zum Experimentalunterricht beforscht, um einen möglichen Bedarf an Fortbildungs- und Weiterbildungsmaßnahmen im naturwissenschaftlichen Bereich zu ermitteln. Studien dazu finden sich bei DAMERAU (2012) und DUNKER (2016a) bzw. DUNKER (2016b).

Studien mit *Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtern* in der zweiten Ausbildungsphase zu Selbsteinschätzungen und Kompetenzerleben bezüglich eines Experimentalunterrichts liegen bislang nicht vor. Im Folgenden werden zu den genannten Zielgruppen einzelne Studien vorgestellt.

### **Studien mit Schülerinnen und Schülern**

Die Untersuchung von MÉZES (2016) zur Motivation beim Experimentieren im Physikunterricht aus Sicht der Schülerinnen und Schüler (Sekundarstufe I, alle Schultypen) gibt Aufschluss darüber, inwieweit Lernende ein Sachinteresse (im Sinne von Erkenntnisgewinn) an der Durchführung von Experimenten haben und/oder, ob es um Aspekte der Leistungsmotivation bei der Durchführung von Experimenten (also der Wunsch, das Experiment erfolgreich zu meistern) geht (vgl. ebd., S. 213). Die Auswertung der Studie zeigt, dass die Mehrheit der Analyseergebnisse die Vermutung bestätigt, dass für Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren im Physikunterricht das Sachinteresse eine eher geringe Rolle spielt, die Leistungsmotivation dagegen eine deutlich größere (vgl. Mézes 2016, S. 221).

DAMERAU (2012)<sup>20</sup> hat im Rahmen einer umfangreichen und differenzierten Forschungsarbeit zur Optimierung und Evaluation eines Schülerlabors<sup>21</sup> Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe beforscht, die zu drei bestimmten biologischen Themenblöcken das Schülerlabor besucht haben. Unter anderem zeigen die Ergebnisse, dass sich die subjektiv eingeschätzte experimentbezogene Selbstwirksamkeit und das biologische Fähigkeitsselbstkonzept langfristig als stabil herausstellen. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass sich bezogen auf die Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich des Aspekts Durchführung von Experimenten stärkere Effekte ergeben als bezüglich der Aspekte Planung

---

<sup>20</sup> DAMERAU (2012) untersucht sowohl fachwissenschaftliche als auch fachdidaktische Effekte eines Schülerlabors und nimmt dabei differenzierte Betrachtungen bezüglich der affektiven und kognitiven Wirksamkeit vor. In diesem Zusammenhang hat er ein Hypothesennetz zentraler affektiver Einflussgrößen hergeleitet (ebd., S. 73), welches differenzierte Aussagen zu den Merkmalen Selbstwirksamkeit, Fähigkeitsselbstkonzept und Interesse gestattet. Mit Blick auf die eigene Arbeit werden die relevanten Zusammenhänge zu den genannten Merkmalen kurz dargestellt. Neben den Ergebnissen, die die Studie über die subjektiven Einschätzungen der Schülerinnen und Schülern liefert, ist die Studie vor allem interessant, da in einer Nebenstudie auch Lehrkräfte beforscht wurden.

<sup>21</sup> Schülerlabor: BeLL Bio (Bergisches Lehr-Lern-Labor Biologie), Bergische Universität Wuppertal.



und Auswertung von Experimenten (vgl. Damerau 2012, S. 271). Der Besuch im Schülerlabor führt kurzfristig zu einem hohen (emotionalen) Interesse an der Thematik, welches sich aber längerfristig als nicht stabil herausstellt (vgl. ebd., S. 276 f.). Die Ergebnisse der Studie weisen darauf hin, dass das Kursangebot in dem Schülerlabor bei den Schülerinnen und Schülern zu einem bedeutsamen Lernzuwachs bezüglich der (spezifischen) biologischen Inhalte geführt hat, jedoch nur zu einer kurzfristigen Steigerung des biologischen Fähigkeitsselbstkonzepts.

### **Studien mit Studierenden**

FRANKEN et al. (2020) orientieren sich mit ihren Untersuchungen zum experimentbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept von Lehramtsstudierenden der Fächer Biologie, Chemie und Sachunterricht an den Ergebnissen von DAMERAU (2012). Für ihr Forschungsdesign wurde DAMERAUS Forschungsinstrument in etwas modifizierter Form eingesetzt. Dabei wird beim experimentbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept zwischen den Dimensionen Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten differenziert. Unter der Annahme, dass ein positives experimentbezogenes Fähigkeitsselbstkonzept zu mehr Bereitschaft für einen Experimentalunterricht führt, wurden Studierende vor Beginn des Praxissemesters<sup>22</sup> im Masterstudiengang befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich alle Studierendengruppen (Biologie, Chemie und Sachunterricht) im Bereich der Durchführung von Experimenten stärker einschätzen als in den Bereichen Planung und Auswertung von Experimenten, wobei der Bereich Planung noch stärker eingeschätzt wird als der Bereich Auswertung. Signifikante Unterschiede ergeben sich im Gruppenvergleich zwischen den Studierenden der Fächer Biologie und Chemie einerseits und den Studierenden des Faches Sachunterricht andererseits. Die Werte der Sachunterrichtsstudierenden lagen in allen Bereichen deutlich niedriger als bei den Studierenden der Fächer Physik und Chemie.

Im Rahmen des sogenannten SelfPro-Projekts an der Universität des Saarlandes werden Veränderungen des Selbstkonzepts und des Professionsverständnisses von Lehramtsstudierenden der Primarstufe im Fach Sachunterricht (und der Sekundarstufe I) bezüglich des (offenen) Experimentierens erhoben. Dabei werden relevante Elemente, die die Entwicklung des generellen Professionsverständnisses sowie das (offene) Experimentieren bestimmen, identifiziert (vgl. Peschel 2015, S. 61 f.). Im Mittelpunkt dieser Untersuchung steht das Grundschullabor für Offenes Experimentieren (GOFEX), ein Lehr-Lernlabor mit natur-

---

<sup>22</sup> Das Praxissemester wird seit 2015 an allen lehrausbildenden Universitäten in NRW durchgeführt. Ziel ist „im Rahmen des universitären Masterstudiums Theorie und Praxis professionsorientiert miteinander zu verbinden und die Studierenden auf die Praxisanforderungen der Schule und des Vorbereitungsdienstes wissenschafts- und berufsfeldbezogen vorzubereiten (<https://www.schulministerium.nrw/praxiselemente> [Zugriff: 28.09.2023]).

wissenschaftlichem Schwerpunkt. Studierende reflektieren u. a. in den Veranstaltungen beim eigenen Experimentieren ihre Vorstellungen über das Lehren und Lernen sowie die Bedeutsamkeit des Fachwissens für die Durchführung von Unterricht (vgl. Peschel & Lang 2017, S. 66 f.). Weiterhin liegt ein Fokus des Projektes auf der Entwicklung bzw. Veränderung von Selbstkonzepten bezogen auf die motivationale Orientierung im Bereich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts. Die Ergebnisse des SelfPro-Projekts deuten darauf hin, dass die eigenaktive Erfahrung des offenen Experimentierens für die Studierenden ein „Türöffner“ (Peschel & Lang 2017, S. 75) sein könnte, sich mit physikalischen Inhalten auseinanderzusetzen, wobei hier die Frage gestellt wird, wie nachhaltig diese Effekte sind. Ein weiterer Befund dieser Untersuchung ist, dass sich die Experimentierkompetenz der Studierenden durch die Interventionen steigern lässt, was als Voraussetzung für die spätere methodische Umsetzung im Sachunterricht betrachtet wird (ebd., S. 76). Zusammengefasst wird festgestellt, dass sich die Studierenden nach den Seminaren in ihrer Physikaffinität und Experimentierfähigkeit stärker einschätzen als in ihrer (physikbezogenen) Fachlichkeit (vgl. Vali Zadeh & Peschel 2018, S. 188).

### **Studien mit Lehrkräften**

In einer Nebenstudie der bereits angeführten Studie von DAMERAU (2012) wurden die Lehrkräfte, die ihre Schülerinnen und Schüler bei dem Besuch des Schülerlabors begleiteten, hinsichtlich ihrer Selbstwirksamkeitserwartung beim Experimentieren beforscht. Demnach kann zwischen *laborpraktisch sicheren* und *unsicheren Lehrkräften* unterschieden werden (vgl. ebd., S. 6). Die genauere Betrachtung der Ergebnisse zeigt, dass die sich selbst als sicher einschätzenden Lehrkräfte bezüglich der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten im Unterricht signifikant höhere Werte im Bereich der Selbstwirksamkeit erreichten als die Lehrkräfte, die sich selbst als eher unsicher einschätzen (vgl. ebd., S. 246 ff.). Darüber hinaus zeigt die Untersuchung, dass die Experimentierhäufigkeit bei den Lehrkräften, die über einen hohen Grad an Selbstwirksamkeit verfügen, größer ist als die bei den Lehrkräften mit einem geringen Grad an Selbstwirksamkeit (vgl. ebd., S. 250). Obwohl es sich hierbei um eine Untersuchung bezogen auf Biologie in der gymnasialen Oberstufe handelt, lassen sich die Ergebnisse in den Kontext des vorliegenden Forschungsprojektes einordnen: Die Häufigkeit von Experimenten im Unterricht sowie die Planung, Durchführung und Auswertung von Experimentalunterricht ist auch bei Fachlehrkräften abhängig von der eigenen Selbstwirksamkeit.

DUNKER (2016a) untersucht Überzeugungen (*beliefs*)<sup>23</sup> von Sachunterrichtslehrkräften zum Experimentieren im Unterricht, wobei es hier weniger um das eigene Kompetenzerleben im Unterricht geht. Vielmehr wird der Frage nachgegangen, inwiefern Lehrkräfte ihren durchgeführten Experimentalunterricht als erfolgreich betrachten bzw. auf welchen *beliefs* zur Planung, Durchführung und Reflexion diese Einschätzungen basieren (vgl. ebd., S. 65). Es zeigt sich in allen untersuchten Fällen, dass sich die Lehrkräfte in erster Linie als *Vermittler von Wissen* verstehen und das Experimentieren an sich als *handelndes Tun* – d. h. das „Handeln ohne Erkenntnisgewinn für die Lernenden“ (Dunker 2016b, S. 113) – verstanden wird. Demnach gehe es den Lehrkräften im Experimentalunterricht mehr um manuelle Tätigkeiten, Vorgänge und Abläufe als um Erkenntnisse für die Lernenden (vgl. Dunker 2016a, S. 76). Damit bestätigt sich auch in dieser Studie, was bereits als ein Resümee für die internationalen Studien zum naturwissenschaftlichen Unterricht formuliert ist: Ein Zusammenspiel von *hands-on as well as minds-on* findet demnach selten statt.

Folgende Ergebnisse lassen sich zusammenfassend festhalten:

- Sowohl Schülerinnen und Schüler, Studierende als auch Lehrkräfte schätzen sich im Bereich der Durchführung von Experimenten stärker ein als in der Planung und Auswertung, was mit einer gesteigerten Leistungsmotivation und/oder einem größeren Kompetenzerleben einhergeht. Interventionen sind daher grundsätzlich geeignet, die Experimentierkompetenzen zu steigern.
- Ein geringes Fähigkeitsselbstkonzept und eine schwach ausgeprägte Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich eines Experimentalunterrichts lassen sich oftmals auf geringes Fachwissen und lernbiografische Aspekte zurückführen.
- Bei Lehrkräften ist die Häufigkeit der Durchführung von Experimentalunterricht (auch) abhängig von den persönlichen Selbsteinschätzungen und dem Professionswissen.
- Lehrkräfte, die sich im Experimentalunterricht unsicher fühlen, vermeiden das Experimentieren, bzw. greifen eher auf Methoden wie das Vorführexperiment zurück. Experimentalunterricht ist daher im naturwissenschaftlichen (Sach-)Unterricht unterrepräsentiert.
- Wenn Experimente im Unterricht durchgeführt werden, schätzen viele (Sachunterrichts-)Lehrkräfte das handelnde Tun der Schülerinnen und Schüler im Experimentalunterricht wichtiger ein als den eigentlichen Erkenntnisprozess.
- (Sachunterrichts-)Lehrkräfte sehen sich mehr in der Rolle Wissen zu vermitteln als in der Rolle, Erkenntnisprozesse oder Lernwege zu initiieren und zu ebneten.

---

<sup>23</sup> Nähere Erläuterungen zur Forschung über *beliefs*: Siehe DUNKER (2016a) S. 65-67.

## 2.5 Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen als moderierende Variablen eines Experimentalunterrichts

Die Frage danach, was eine gute Lehrkraft ausmacht bzw. die Herausforderung, Lehr-Lern-Prozesse im schulischen Unterricht empirisch zu erforschen, hat in Deutschland eine lange Tradition (vgl. Klieme 2006, S. 765). Basierend auf den verschiedenen entwickelten Paradigmen und Kompetenzmodellen zur professionellen Lehrkraftkompetenz gibt es inzwischen ein breites Spektrum an Ideen, was in den vergangenen Jahrzehnten unter einer guten und professionellen Lehrkraft verstanden wurde (vgl. Baumert & Kunter 2006, S. 469; Hartmann 2019, S. 41).<sup>24</sup>

Nach KLIEME (2006) liegt die wesentliche Aufgabe von Unterrichtsforschung in der „systematische[n] Beobachtung und Beschreibung der Interaktionsprozesse von Lehrern und Schülern sowie [der] Analyse ihres Zusammenhangs mit Schülermerkmalen [...] und Lehrermerkmalen (z. B. pädagogisches Wissen und Expertise, aber auch Persönlichkeitsmerkmalen wie Enthusiasmus und Selbstwirksamkeit) [...]“ (Klieme 2006, S. 765). Innerhalb dieser von KLIEME selbst als Definition bezeichneten Beschreibung finden sich prinzipiell auch die als Lehrermerkmale deklarierten Eigenschaften wieder, die im Rahmen dieser Arbeit beforscht werden.

Wie im vorherigen Kapitel gezeigt, werden als Ursachen für die Unterrepräsentanz von Experimentalunterricht im Sachunterricht der Grundschule fehlendes *Interesse*, ein geringes *Fähigkeitsselbstkonzept*, eine schwach ausgebildete *Selbstwirksamkeit* und mangelndes *Professionswissen* vermutet. Daher sollen im Folgenden die in dieser Studie zu untersuchenden Konstrukte näher erläutert werden.

### 2.5.1 Interesse

Bezogen auf den Sachunterricht in der Grundschule beschreibt SCHREIER (2011) die Bedeutung der „[...] Nähe zur Sache, zu den Gegenständen des Sachunterrichts“ (ebd., S. 30), als eine der wichtigsten Voraussetzungen für gelingenden Sachunterricht und führt weiter aus, dass ohne sachbezogenes Interesse ebendieser nicht möglich sei. Konkret versteht SCHREIER unter Sachinteresse die Auseinandersetzung mit (einzelnen) Sachverhalten der einschlägigen Bezugsfächer.

---

<sup>24</sup> Eine ausführliche Darstellung der Entwicklung der verschiedenen Paradigmen und deren Bedeutung für die aktuelle Unterrichtsforschung findet sich bei HARTMANN (2019).

Allgemeiner formuliert wird Interesse in der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung nach KRAPP (1998) als eine *Person-Gegenstands-Konzeption* definiert. Damit ist gemeint, dass es eine Interaktion zwischen der Person und ihrer gegenständlichen Welt gibt, wobei die Inhalts- bzw. Gegenstandsspezifität ein zentrales Kennzeichen darstellen (vgl. ebd., S. 186). Bei der *Person-Gegenstands-Konzeption* werden zwei Charakteristika subjektiven Erlebens beschrieben: Einerseits eine hohe subjektive Wertschätzung für den Gegenstand und andererseits eine positive emotionale Bewertung bei der Beschäftigung mit dem Gegenstand. KRAPP bezeichnet diese beiden Formen einer positiven Bewertungstendenz als wertbezogene bzw. emotionale Valenz (vgl. Krapp 1998, S. 186; Edelmann & Wittmann 2019, S. 218; Krapp & Ryan 2002, S. 70). Diese Formen des Interesses werden auch als persönliches bzw. individuelles Interesse bezeichnet und stellen ein persönlichkeitspezifisches Merkmal einer Person dar. Daraus folgt, dass eine Person eine relativ stabile Präferenz für einen bestimmten Gegenstand oder ein Thema zeigt (vgl. Mézes 2016, S. 48; Schiefele & Schaffner 2020, S. 172).

Von dem persönlichen oder individuellen Interesse unterscheidet man das situationale Interesse bzw. die Interessantheit. Situationales Interesse wird als einmaliger, situationsspezifischer und motivationaler Zustand einer Person beschrieben, der aus einer besonders anregenden Anreizsituation (z. B. ein spannender Vortrag) resultiert. Der Zustand ist gekennzeichnet durch erhöhte Aufmerksamkeit, Neugier und Faszination (vgl. Krapp 1998, S. 191 f.; Schiefele & Schaffner 2020, S. 172 f.; Mézes 2016, S. 49).

Im Kontext schulischen Lernens wird der Gegenstand des Interesses hauptsächlich durch Inhalte und Wissensgebiete eines bestimmten Schulfaches definiert. Das heißt, eine Person verfügt bereits über ein gewisses kognitives Wissen über den Gegenstand des Interesses (*epistemische Valenz*) und erwirbt in der Auseinandersetzung mit eben diesem mehr Erfahrungen und Kompetenzen hinzu, die dazu beitragen, dass das vorhandene Wissen ergänzt, verfeinert und neu geordnet wird (vgl. Krapp 1998, S. 186).

Basierend auf den Motivationstheorien versteht man unter Interesse – in Abgrenzung zur Motivation durch Außensteuerung – den Aspekt der innengesteuerten (oder selbstbestimmten) Lernmotivation, die sich neben dem Aspekt der sogenannten Neugiermotivation auf die Aktivitäten einer Person beziehen.<sup>25</sup> Dabei werden die Aktivitäten im schulischen Kontext als Lernhandeln bezeichnet, welches sich hinsichtlich Intensität, Richtung und Dauer internal reguliert (vgl. Edelmann & Wittmann 2019, S. 217). In schulischen Lehr-Lernprozessen gelten die verschiedenen Aspekte des Interesses einerseits als motiva-

---

<sup>25</sup> Eine ausführliche Darstellung der Einzelaspekte des Interesse- und Motivationskonstruktes und die Einbettung in die Selbstbestimmungstheorie der Motivation findet sich in der Dissertationsschrift von MÉZES (2016, S. 31-65).

tionale Bedingungsfaktoren des Lernens, die die schulische und akademische Leistung beeinflussen. Andererseits ist es aber auch Ziel, den Aufbau von Interessen im schulischen Kontext zu fördern (vgl. Krapp 1998, S. 185; Häußler et al. 1998, S. 119).

Im naturwissenschaftlichen Unterricht und damit auch im Sachunterricht kann durch eine besonders anregende, spannende oder herausfordernde Aufbereitung des Lernstoffs ein aktuelles (situationales, momentanes) Interesse (auch im Sinne von Neugier) angeregt werden. Daraus kann sich dauerhaftes (internalisiertes, individuelles) Interesse entwickeln. Wenn während des Sachunterrichts zusätzlich zur Neugier der Lerninhalt (beispielsweise das Experimentieren) als etwas Sinnvolles (wertbezogene Valenz) und Befriedigendes (emotionale Valenz) empfunden wird, kann dies dazu führen, dass sich die Schülerinnen und Schüler mit der Thematik über einen längeren Zeitraum weiter beschäftigen (epistemische Valenz) und sich möglicherweise mit dem Gegenstand (hier: Experimentieren) identifizieren und sich im Sinne von EDELMANN & WITTMANN (2019) autonom, kompetent, sozial eingebunden (ebd., S. 218) und vor allem auch selbstwirksam erleben. Es darf angenommen werden, dass der gleiche Effekt auch bei angehenden Lehrkräften in der Ausbildung erzielt werden kann.

Nach HÄUßLER & HOFFMANN (1995) kann Interesse noch in *Sachinteresse* und *Fachinteresse* unterschieden werden, wobei sich das Sachinteresse entlang von drei Dimensionen operationalisieren lässt:

- „Interesse an einem Kontext, in dem Physik bedeutsam ist,
- Interesse an einem physikalischen Gebiet, mit dem man sich in diesem Kontext auseinandersetzt, und
- Interesse an einer Tätigkeit, in die man sich im Zusammenhang mit diesem Inhalt einlassen kann“ (Häußler & Hoffmann 1995, S. 110).

Fachinteresse wird im Sinne der Autoren der Studie als das individuelle Interesse an einem Unterrichtsfach (hier Physik) interpretiert (vgl. Häußler & Hoffmann 1995, S. 111; Mézes 2016, S. 51). Damit liegen zwei unterschiedliche Konstrukte vor: Eine Person kann ein großes (privates, individuelles) Sachinteresse an bestimmten physikalischen Inhalten haben, welche in einen bestimmten Kontext oder in eine Situation eingebunden sind und /oder zu einer bestimmten Tätigkeit herausfordern, ohne dass diese Person auch gleichzeitig ein großes Interesse an dem Unterrichtsfach Physik bekunden muss.

Die Unterscheidung von Sachinteresse und Fachinteresse kann im Rahmen dieser Studie bedeutsam werden, da bei der Erhebung des Konstruktes Interesse zwischen dem Interesse an Experimenten allgemein (Sachinteresse), dem Interesse beim Experimentieren (Sachinteresse) und dem Interesse an den Naturwissenschaften allgemein (Fachinteresse)

unterschieden wird. Ausgehend von der Annahme, dass das (individuelle oder situationale) Interesse an einem Experimentalunterricht durch die Art der Gestaltung der Intervention gestärkt oder geweckt werden kann, soll untersucht werden, ob Lehrkräfte Experimentalunterricht in der Grundschule (verstärkt) durchführen, auch wenn ihr (Fach-)Interesse an den Naturwissenschaften möglicherweise eher gering ist.

### 2.5.2 Fähigkeitsselbstkonzept

Das Konstrukt des Fähigkeitsselbstkonzepts ist eingebettet in die Selbstkonzeptforschung der Psychologie. Nach MÖLLER & TRAUTWEIN (2020) bezeichnet man mit dem Wort Selbstkonzept die je eigenen Einstellungen und Einschätzungen einer Person bezüglich ganz unterschiedlicher Aspekte. Dazu gehören sowohl globale gefühlsmäßige Bewertungen z. B. „Was tauge ich eigentlich?“ (ebd., S. 188) als auch eher rationale Selbsteinschätzungen der eigenen Fähigkeiten, Eigenschaften und Kompetenzen im Sinne von: „Wie schlau, eitel, schnell bin ich?“ (ebd.). Die Forschung zum Selbstkonzept ist demnach traditionell von großem Interesse und bereits sehr intensiv betrieben worden (vgl. ebd.; Dickhäuser 2006, S. 5). Gerade mit Blick auf die Selbstkonzeptforschung im schulischen Kontext hat dies vornehmlich zwei Gründe:

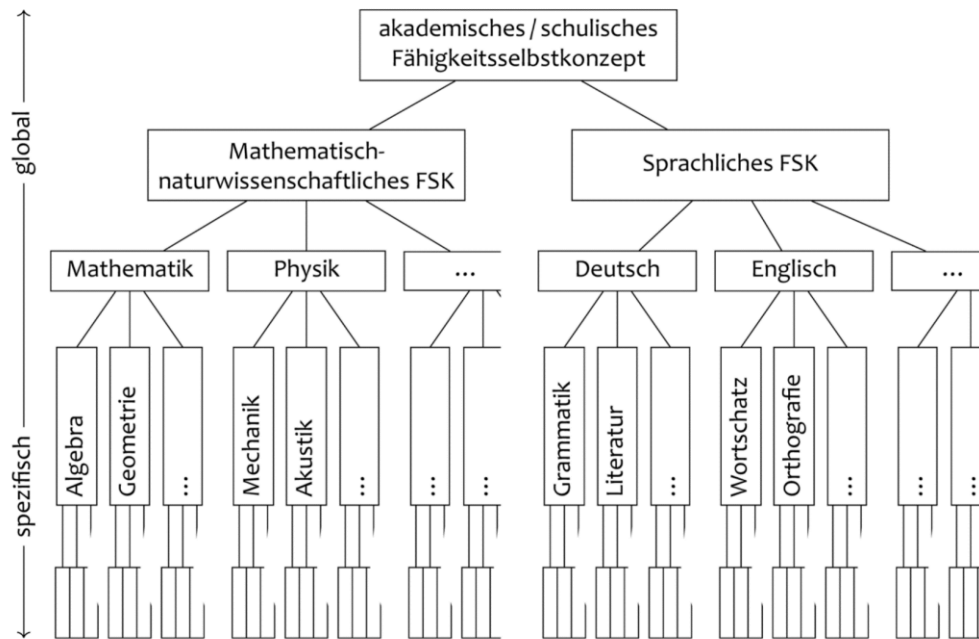
„1. Die Vermittlung eines positiven Selbstbilds gilt als ein wichtiges Erziehungsziel, da das psychische Wohlbefinden von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen von einer positiven Selbstbewertung profitiert.

2. Die Annahme, dass eine positive Bewertung der eigenen Leistungsfähigkeit die tatsächlich gezeigten Leistungen positiv beeinflussen kann, ist empirisch gut gesichert.“ (Möller & Trautwein 2020, S. 188).

MOSCHNER & DICKHÄUSER (2018) bezeichnen mit dem Begriff Selbstkonzept das mentale Modell einer Person über ihre eigenen Fähigkeiten und Eigenschaften (ebd., S. 750). In der Forschung zu Selbstkonzepten werden auch Begriffe wie Selbstbild, Selbstwahrnehmung, Selbstwirksamkeit und Selbstvertrauen häufig quasi mit dem Selbstkonzept gleichgesetzt. Daher ist eine grundlegende Trennung zwischen den sogenannten Selbstbeschreibungen und den sogenannten Selbstbewertungen zur groben Orientierung sinnvoll. In diesem Sinne „[...] kann der Begriff Selbstkonzept als *kognitiv-beschreibendes* Konzept einer Person über sich selbst verstanden werden“ (ebd.).

Abbildung 9 zeigt als Ausschnitt die hierarchische Anordnung des Selbstkonzepts, welches in der aktuellen Forschung in Anlehnung an SHAVELSON et al. (1976, S. 413) häufig genutzt wird. Deutlich wird, dass der Bereich des *akademischen Selbstkonzepts* im Modell der Bereich ist, der im schulisch-akademischen Bereich allgemein hin auch als Fähigkeits-

selbstkonzept bezeichnet wird (vgl. Woitkowski & Bretkopf 2019, S. 857). Der Zusammenhang von Selbstkonzept und schulischer (akademischer) Leistung ist somit im Modell impliziert (vgl. Moschner & Dickhäuser 2018, S. 752; Möller & Trautwein 2020, S. 190). Unter dem Fähigkeitsselbstkonzept wird demnach der Teilbereich des Selbstkonzepts verstanden, der sich auf die Einschätzung der persönlichen, schulischen bzw. akademischen Fähigkeiten bezieht.



**Abbildung 9:** Hierarchische Struktur des Fähigkeitsselbstkonzepts. Aus: WOITKOWSKI & BREITKOPF 2019, S. 858

MÖLLER & TRAUTWEIN (2020) spezifizieren den Begriff noch etwas genauer und betonen, dass das Fähigkeitsselbstkonzept (stärker) den Aspekt des selbst wahrgenommenen Leistungsstands im Sinne der Performanz einer Person bezeichnet (vgl. ebd., S. 189).<sup>26</sup>

Die Genese (und damit auch dessen Stabilität bzw. Veränderlichkeit<sup>27</sup>) des Fähigkeitsselbstkonzepts einer Person entwickelt sich unter anderem durch Kompetenzerfahrungen, wird mit zunehmendem Alter differenzierter und ist dann relativ stabil (vgl. Breker 2016, S. 25). Dabei sind besonders die sozialen, temporalen, dimensionalen und kriterialen

<sup>26</sup> Die genauen Bezeichnungen und Begriffe zum Selbstkonzept sind nach Aussagen der verschiedenen Autorinnen und Autoren vielfältig und die strukturelle Darstellung traditionell unterschiedlich. Dennoch kann konstatiert werden, dass es im Verständnis dessen, was untersucht wird, viele Überschneidungen gibt und Begriffe teilweise synonym verwendet werden (vgl. Möller & Trautwein 2020, S. 188 f.; Moschner & Dickhäuser 2018, S. 750).

<sup>27</sup> Auf die Stabilität bzw. Veränderlichkeit des Selbstkonzepts bzw. Fähigkeitsselbstkonzepts im Zusammenhang mit den verschiedenen Determinanten soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden (vgl. dazu Möller & Trautwein 2020, S. 193 ff.).



Vergleiche, die eine Person über sich in einer bestimmten Situation anstellt, für die Entwicklung von Bedeutung. Nach dem sogenannten I/E-Modell gelten die internalen (temporale, dimensionale, kriteriale) und externalen (soziale) Determinanten als entscheidende Faktoren dafür, wie das Fähigkeitsselbstkonzept einer Person beeinflusst werden kann und sich somit auch auf das Leistungsverhalten im schulischen Kontext auswirkt (vgl. Breker 2016, S. 25; Dickhäuser 2006, S. 6; Franken et al. 2020, S. 51; Möller & Trautwein 2020, S. 197; Woitkowski & Breitkopf 2019, S. 860).

Anhand des Modells der hierarchischen Struktur des Fähigkeitsselbstkonzepts (vgl. Abbildung 9) lässt sich dieses noch in weitere Dimensionen und Subdimensionen unterteilen, die grob nach den Kriterien mathematisch-naturwissenschaftliche Selbstkonzepte und sprachliche Selbstkonzepte eingeteilt werden können. Diese wiederum werden in schulfachspezifische Selbstkonzepte unterteilt, z. B. Mathematik, Chemie, Deutsch oder Englisch (vgl. Breker 2016, S. 13; Dickhäuser 2006, S. 5). Im pädagogischen Kontext der Unterrichtsforschung wird in der Regel nur dieser Teilbereich des Fähigkeitsselbstkonzepts (akademisches Selbstkonzept) untersucht.

Der naturwissenschaftliche Bereich des Selbstkonzepts umfasst auch das Selbstkonzept zu den Bereichen Chemie und Physik. Diese Dimensionen gliedern sich entsprechend des Modells (vgl. Abbildung 9) in Subdimensionen bzw. spezifische Facetten, wobei eine Subdimension als experimentbezogenes Fähigkeitsselbstkonzept deklariert werden kann (vgl. Franken et al. 2020, S. 50 f.). FRANKEN et al. (2020) beschreiben das experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzept als die Einschätzung der eigenen Experimentierfähigkeit von Studierenden der naturwissenschaftlichen Fächer. Demnach kann das experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzept in die Dimensionen Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten unterteilt werden. Angenommen wird, dass ein hohes Fähigkeitsselbstkonzept beim Experimentieren während des Studiums zu mehr Bereitschaft führt, später Experimentalunterricht durchzuführen (vgl. ebd., S. 48).

### **2.5.3 Selbstwirksamkeit**

Das Konzept der Selbstwirksamkeitserwartung (*self-efficacy*) basiert auf einer sozial-kognitiven Theorie, welche BANDURA in den 1970er Jahren erarbeitet hat (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 55). Die Begriffe Selbstwirksamkeitserwartung, Selbstwirksamkeit oder Selbstwirksamkeitsüberzeugung werden von SCHWARZER & JERUSALEM (2002) und auch von

anderen Forschenden in der deutschsprachigen Fachliteratur häufig synonym verwendet (vgl. ebd. S. 29; Breker 2016, S. 27; Kocher 2014, S. 72).<sup>28</sup>

BANDURA (1977, S. 193 ff.) unterscheidet zwei zentrale kognitive Komponenten der Verhaltenssteuerung: Einerseits die Wirksamkeitsüberzeugungen (*efficacy expectations*) – die Einschätzung der eigenen Fähigkeit – und andererseits die Ergebniserwartungen (*outcome expectations*) – die subjektive Einschätzung der wahrscheinlichen Konsequenzen (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 56). Demnach wird angenommen, dass das Verhalten oder auch die Verhaltensveränderungen (kognitive, motivationale, emotionale und aktionale Prozesse) einer Person im Wesentlichen durch subjektive Überzeugungen oder subjektive Prognosen bedingt werden: Dabei adressiert die Selbstwirksamkeitserwartung die Einschätzung der individuellen Handlungsmöglichkeiten einer Person bei der Bewältigung einer neuen, spezifischen oder schwierigen Anforderungssituation (vgl. Baumert & Kunter 2006, S. 502; Kocher 2014, S. 77; Krapp & Ryan 2002, S. 56; Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 35). BANDURA (1997) selbst definiert das Konzept der Selbstwirksamkeitserwartung folgendermaßen:

“Perceived self-efficacy refers to beliefs in one’s capabilities to organize and execute the courses of action required to produce given attainment.” (Bandura 1997, S. 3; zitiert nach Mézes 2016, S. 68)

Daran anknüpfend und darauf aufbauend definieren SCHWARZER & JERUSALEM (2002) in der deutschen Übersetzung Selbstwirksamkeit als

„[...] die subjektive Gewissheit, neue oder schwierige Anforderungssituationen aufgrund eigener Kompetenz bewältigen zu können. Dabei handelt es sich nicht um Aufgaben, die durch einfache Routine lösbar sind, sondern um solche, deren Schwierigkeitsgrad Handlungsprozesse der Anstrengung und Ausdauer für die Bewältigung erforderlich macht.“ (Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 35)

Die Definitionen machen deutlich, dass die individuelle Selbstwirksamkeit, die eine Person für sich wahrnimmt, die Überzeugung beschreibt, ein Ziel zu erlangen und die Kontrolle über die jeweilige Situation zu haben bzw. Einfluss darauf nehmen zu können. Diese Selbstwirksamkeit oder auch Selbstwirksamkeitsüberzeugungen beeinflussen dementsprechend auch die Tätigkeiten, die die Person beabsichtigt auszuführen (vgl. Baumert & Kunter 2006, S. 502; Kocher 2014, S. 76; Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 36). Da Selbstwirksamkeit – besonders im schulischen Kontext – eine wesentliche Voraussetzung für kompe-

---

<sup>28</sup> Während die Begriffe Selbstwirksamkeit und Selbstwirksamkeitserwartung häufig synonym verwendet werden, stellen die Konzepte Selbstwirksamkeit und Selbstkonzept zwei unterschiedliche Betrachtungsweisen des eigenen Selbst dar: Die Selbstwirksamkeit ist die Beurteilung oder Bewertung der eigenen Fähigkeiten, während es sich bei dem Selbstkonzept (im Sinne des Fähigkeitsselbstkonzepts) um die Beschreibung der Wahrnehmung des eigenen Selbst und dessen Evaluation handelt (vgl. Kocher 2014, S. 72 f.).

tentes Handeln ist, ist es sinnvoll und pädagogisch wichtig, diese zu stärken und zu fördern (vgl. Breker 2016, S. 37 f.; Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 42).

Neben der Dimension der *individuellen* Selbstwirksamkeitserwartung einer Person, die allgemein, bereichsspezifisch oder situationsspezifisch sein kann (vgl. Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 41), unterscheidet man auch die Dimension der *kollektiven* Selbstwirksamkeitsüberzeugungen: Aus der Koordination und Kombination verschiedener, individueller Ressourcen zu einem gemeinsamen Wirkungspotenzial kann eine Gruppen-Selbstwirksamkeit entstehen, welche besonders im schulischen Kontext bedeutsam sein kann (vgl. ebd.).

In Anlehnung an BANDURA (1997) unterscheidet man vier Faktoren in abnehmender Rangfolge, die Einfluss auf die Selbstwirksamkeitserwartungen nehmen:

„(1) Handlungsergebnisse in Gestalt eigener Erfolge und Misserfolge; (2) stellvertretende Erfahrungen durch Beobachten von Verhaltensmodellen; (3) sprachliche Überzeugungen (z. B. Fremdbewertung oder Selbstinstruktion) und (4) Wahrnehmung eigener Gefühlserregung.“  
(Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 42)

Neben den anderen Faktoren, die sich untereinander teilweise bedingen, stellen Erfolgserfahrungen die wichtigste Quelle für die Ausbildung von Selbstwirksamkeitserwartungen dar. Die authentische Erfahrung von Erfolg und Leistung, basierend auf den eigenen Anstrengungen und Fähigkeiten, sind motivierend und stärken die Selbstwirksamkeit und Qualifikation, indem kognitive und selbstregulierende Anlagen für effektives Handeln aufgebaut werden (vgl. Breker 2016, S. 37; Janssen 2015, S. 46; Kocher 2014, S. 81 f.; Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 42).

Studien zur Selbstwirksamkeit werden in den verschiedenen Bereichen bereits seit langem und sehr zahlreich durchgeführt und stehen beispielsweise auch im Fokus klinischer Studien zu Depressionen, Phobien und Stressbewältigung. Allgemein zeigen derartige Studien, dass positive Selbstwirksamkeitserwartungen bzw. -überzeugungen von großer Bedeutung für eine erfolgreiche Lebensbewältigung sind (vgl. Krapp & Ryan 2002, S. 54). Die ebenfalls zahlreich durchgeführten schulbezogenen Studien zur Selbstwirksamkeit von Lehrkräften sind hier von besonderem Interesse (vgl. Kocher 2014, S. 88 f.; Schmitz & Schwarzer 2002, S. 192 ff.).

Zusammengefasst lassen die Studien den Schluss zu, dass die Selbstwirksamkeitsüberzeugungen ein beeinflussendes Konstrukt für die Motivation einer Lehrkraft und deren Leis-

tung im Schulalltag darstellt.<sup>29</sup> Die Untersuchung von SCHMITZ & SCHWARZER (2002), bei denen sich Lehrkräfte selbst einschätzen sollten, zeigt, dass Lehrkräfte mit geringen Selbstwirksamkeitsüberzeugungen eher einfache, aber sichere Unterrichtsaktivitäten bevorzugen. Von komplexeren Planungen fühlen sie sich eher überfordert. Weiterhin führt eine geringe Selbstwirksamkeit, bezogen auf den Unterricht, dazu, dass diese Lehrkräfte sich weniger um lernschwache Schülerinnen und Schüler kümmern und wenig motiviert sind, guten Unterricht durchzuführen, da sie sich selbst wenig zutrauen (vgl. Kocher 2014, S. 94; Schmitz & Schwarzer 2002, S. 207 ff.). Hingegen gilt für Lehrkräfte mit hohen Selbstwirksamkeitsüberzeugungen, dass sie in der Lage sind, einen herausfordernden Unterricht zu gestalten, sich dabei selbst mehr zutrauen und eine stärkere Verantwortung für einen erfolgreichen und verständlichen Unterricht empfinden. Sie zeigen mehr Geduld und Unterstützung für lernschwache Schülerinnen und Schüler (vgl. ebd.).

#### **2.5.4 Professionswissen**

Die Forschung über das Professionswissen einer Lehrkraft, als Teil der Lehrkräfteprofessionsforschung und der Diskussion um professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften, blickt international und national auf eine jahrzehntelange Tradition und Genese zurück (vgl. Baumert & Kunter 2006, S. 469; Borowski et al. 2010, S. 341; Schmidt 2015, S. 29; Steffensky & Neuhaus 2018, S. 299). Die Diskussion über Dimensionen, Strukturen und Ergebnisse der verschiedenen Forschungsansätze zu den professionellen Standards im Lehrerinnen- bzw. Lehrerberuf sowie der Qualität der Lehrkräfteausbildung verlaufen nach BAUMERT & KUNTER (2006) in Deutschland sehr divergent und haben zu unterschiedlichen Ansätzen und Kompetenzmodellen geführt (vgl. ebd. S. 469).<sup>30</sup> Kern der Debatte um Professionalität und Handlungskompetenzen ist immer die Frage danach, was eine gute Lehrkraft ausmacht. Die Lehrkraft spielt im komplexen System von Bedingungsfaktoren für Lernprozesse und Leistungen von Schülerinnen und Schülern eine wesentliche Rolle (vgl. Borowski et al. 2010, S. 341; Harms & Riese 2018, S. 283; Schmidt 2015, S. 29).<sup>31</sup> Explizit wird damit die professionelle Kompetenz einer Lehrkraft als die zentrale Handlungs-

---

<sup>29</sup> SCHMITZ & SCHWARZER (2002) konnten u. a. auch zeigen, dass die sogenannte Lehrer-Selbstwirksamkeit in einem hohen Maß mit Burn-out Symptomen korreliert (vgl. ebd. S. 203 ff.), was im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht weiter ausgeführt wird.

<sup>30</sup> Im Kontext der Forschung zu Lehrkräfteprofession werden drei Ansätze unterschieden, die den Bereich der Professionalität einer Lehrkraft näher bestimmen: Der strukturtheoretische, der kompetenztheoretische und der berufsbiographische Bestimmungsansatz (vgl. Schmidt 2015, S. 29).

<sup>31</sup> Die unterschiedlichen Bedingungsfaktoren, die sich auf Schülerleistungen auswirken, werden in der Forschung beispielsweise im Angebots-Nutzungsmodell nach HELMKE (2022, S. 75 ff.) beschrieben (vgl. auch Schmidt 2015, S. 29).

ressource für unterrichtliches Handeln betrachtet (vgl. Harms & Riese 2018, S. 285; Kaiser et al. 2020, S. 811; Steffensky & Neuhaus 2018, S. 300).

Die im Verlauf der Lehrkräfteprofessionsforschung bisher entstandenen theoretischen Modelle zur Konzeptualisierung des Professionswissens sind zum Teil sehr unterschiedlich und komplex. Sie sind beispielsweise gekennzeichnet durch eine unterschiedliche Anzahl an Komponenten zur Bestimmung des Professionswissens oder auch verschiedene Definitionen (vgl. Lange 2010, S. 42). Gemeinsam ist diesen unterschiedlichen Ansätzen, dass

„das professionelle Wissen von Lehrkräften durch die Verschmelzung von Kenntnissen unterschiedlicher Herkunft und Domänen (z. B. Pädagogik, Psychologie, Fachwissenschaft) sowie durch persönliche Erfahrungen im schulischen Kontext gekennzeichnet ist und zahlreiche Beziehungen zwischen den beschriebenen Komponenten bestehen“ (Lange 2010, S. 43).

Im Folgenden wird auf die Darstellung der verschiedenen in der Forschungstradition entstandenen theoretischen Rahmungen und Grundlagen zur Professionsforschung, der verschiedenen zugrundeliegenden Formen des Wissens und des Kompetenzbegriffs sowie auf die ausführliche Beschreibung der verschiedenen entwickelten Forschungsparadigmen verzichtet, da dies den Rahmen der Arbeit sprengen würde.<sup>32</sup>

Als Grundlage für die weitere Beschreibung des Merkmals Professionswissen wird auf das von BAUMERT & KUNTER (2006) entwickelte Modell der *professionellen Handlungskompetenz* fokussiert, da es im deutschsprachigen Raum allgemein als konsensfähig gilt (vgl. z. B. Harms & Riese 2018, S. 285; Lange 2010, S. 46; Müller 2016, S. 48; Schmidt 2015, S. 32). Der Genese nach geht der Entwurf des Modells der professionellen Handlungskompetenz auf SHULMAN (1987) zurück (vgl. Baumert & Kunter 2013, S. 289 f.).

SHULMAN kritisiert eine auf rein psychologische Aspekte reduzierte Unterrichtsforschung, bei der nur noch generische pädagogische Kompetenzen bedeutsam seien, wohingegen die eigentlichen Gegenstände des Unterrichts vernachlässigt würden (vgl. Baumert & Kunter 2013, S. 289). SHULMAN (1987) hat anhand von sieben Bereichen eine Topologie und eine Typologie professionellen Wissens im Lehrerberuf entwickelt:

- *“content knowledge;*
- *general pedagogical knowledge [...];*
- *curriculum knowledge [...];*
- *pedagogical content knowledge [...];*
- *knowledge of learners and their characteristics;*

---

<sup>32</sup> Ausführliche Darstellungen zur Professionsforschung und zum Professionswissen finden sich beispielsweise bei BAUMERT & KUNTER (2006), HARMS & RIESE (2018), HARTMANN (2019), NIERMANN (2017), SCHMIDT (2015) sowie STEFFENSKY & NEUHAUS (2018).

- *knowledge of educational contexts [...];*
- *knowledge of educational ends, purposes and values, and their philosophical and historical grounds.*“ (Shulman 1987, S. 8)

Diese Topologie und Typisierung wurde vielfach aufgegriffen und in Forscherkreisen intensiv diskutiert und modifiziert (vgl. Baumert & Kunter 2013, S. 289 f.; Lange 2010, S. 46; Schmidt 2015, S. 31), sodass in der Folge weitere Konzeptualisierungen entstanden sind, die die Wissensbereiche zum Professionswissen jeweils etwas anders definieren. In der deutschsprachigen Literatur zur Lehrkräfteprofessionsforschung hat sich die von BROMME (1992) vorgenommene Unterscheidung in die drei Hauptbereiche Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und allgemeines pädagogisches Wissen durchgesetzt – so auch in dem hier genutzten Modell von BAUMERT & KUNTER (2006). Demnach entsteht professionelle Handlungskompetenz im Zusammenspiel von:

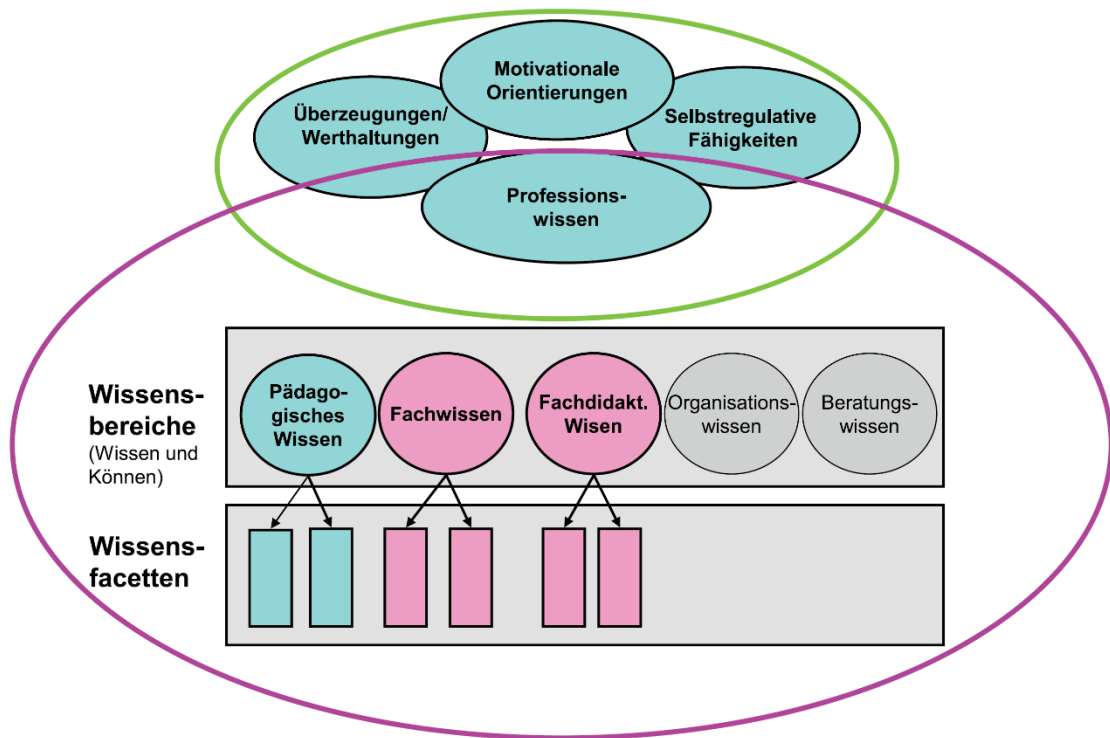
- „spezifischen, erfahrungsgesättigten deklarativen und prozeduralen Wissen (Kompetenzen im engeren Sinne: Wissen und Können;
- professionellen Werten, Überzeugungen, subjektiven Theorien, normativen Präferenzen und Zielen;
- motivationalen Orientierungen sowie
- metakognitiver Fähigkeiten und Fähigkeiten professioneller Selbstregulation.“ (Baumert & Kunter 2006, S. 290-291)

Dieses Modell dient als Grundlage des COACTIV-Projekts<sup>33</sup> (Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung mathematischer Kompetenz) und wird in der aktuellen – besonders der naturwissenschaftlichen – Forschung zu Professionswissen häufig genutzt (vgl. Steffensky & Neuhaus 2018, S. 300; Schmidt 2015, S. 32; Müller 2016, S. 15; König & Seifert 2012, S. 11; Harms & Riese 2018, S. 285; Borowski et al. 2010, S. 344).

Im Modell von BAUMERT & KUNTER (2006, 2013) ist die professionelle Handlungskompetenz einer Lehrkraft in die Bereiche Professionswissen, motivationale Orientierungen, Überzeugungen und Werthaltungen sowie selbstregulative Fähigkeiten unterteilt (siehe Abbildung 10). Das heißt, dass das Professionswissen nur einen Aspekt von vier Teilbereichen darstellt, die Lehrkräfte benötigen, um ihren Beruf professionell ausüben zu können.

---

<sup>33</sup> Das COACTIV-Projekt (*Cognitive Activation in the Classroom*) ist eine Untersuchung, die als Ergänzungsstudie zur PISA-Studie im Jahr 2003/4 durchgeführt wurde. Untersucht wurden sowohl das fachliche als auch das fachdidaktische Wissen der Mathematiklehrkräfte. Hauptanliegen war die empirische Überprüfung der Struktur der professionellen Kompetenz einerseits als auch der Determinanten und Konsequenzen von Kompetenzunterschieden andererseits (vgl. Baumert & Kunter 2011).



**Abbildung 10:** Modell professioneller Handlungskompetenz – Professionswissen.  
 Aus: BAUMERT & KUNTER 2013, S. 292

Während im Folgenden der Teilbereich Professionswissen weiter betrachtet wird, lassen sich im Modell die in den vorherigen Abschnitten beschriebenen Merkmale *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept* und *Selbstwirksamkeit* ebenfalls in den drei anderen Teilbereichen verorten. Neben den bereits genannten Teilbereichen pädagogisches Wissen, Fachwissen und fachdidaktisches Wissen werden dem Professionswissen noch die Bereiche Organisationswissen und Beratungswissen zugeordnet, die hier nicht näher ausgeführt werden.

### **Pädagogisches Wissen**

Das pädagogische Wissen einer Lehrkraft bezieht sich nicht auf Fachspezifika, sondern auf allgemeine Inhalte, die den verschiedenen eng verwandten Disziplinen wie der allgemeinen Didaktik, Lehr-Lern-Psychologie bzw. pädagogischen Psychologie und den Bildungswissenschaften entstammen (vgl. Schmidt 2015, S. 35). SHULMAN (1987) beschreibt pädagogisches Wissen als

“[...] general pedagogical knowledge, with special reference to those broad principles and strategies of classroom management and organization that appear to transcend subject matter;” (Shulman 1987, S. 8)

In Anlehnung daran sind verschiedene Ansätze und Konzeptualisierungen entstanden, die inhaltlich darin übereinstimmen, dass pädagogisches Wissen als fachunabhängiges bzw. generisches Wissen beschrieben wird und Klassenführung eine wesentliche Facette pädagogischen Wissens darstellt. Die Unterschiede innerhalb der Facetten ergeben sich durch die verschiedenen Schwerpunkte des jeweiligen konzeptuellen Ansatzes (vgl. Ditttrich 2020, S. 58). BAUMERT & KUNTER (2013) stellen eine konsensfähige Systematisierung der bis dahin in der Forschungsliteratur beschriebenen Facetten pädagogischen Wissens folgendermaßen vor (vgl., ebd. S. 295):

1. Konzeptuelles bildungswissenschaftliches Grundlagenwissen
2. Allgemeindidaktisches Konzeptions- und Planungswissen
3. Unterrichtsführung und Orchestrierung von Lerngelegenheiten
4. Fachübergreifende Prinzipien des Diagnostizierens, Prüfens und Bewertens

### ***Fachdidaktisches Wissen***

Fachdidaktisches Wissen gehört, ebenso wie das Fachwissen und das pädagogische Wissen, zum Kern der professionellen Kompetenz von Lehrkräften (vgl. Baumert & Kunter 2013, S. 301; Schmidt 2015, S. 37). Im Zusammenwirken von pädagogischer Perspektive und fachlicher Perspektive bzw. Inhalt existiert für jedes Fach ein spezifisches Wissen, welches als das fachdidaktische Wissen bezeichnet wird. Somit stellt das fachdidaktische Wissen das spezifische berufliche Wissen einer Lehrkraft dar (vgl. Schmidt 2015, S. 37) oder anders formuliert: Das einzelne Fach stellt quasi den eigentlichen Handlungsrahmen von Lehrkräften dar und bestimmt bis ins Detail die „Textur des Unterrichts“ (Baumert & Kunter 2013, S. 303).

Dieses Verständnis von fachdidaktischem Wissen geht ebenfalls wieder originär auf SHULMAN (1987) zurück:

“Among those categories, pedagogical content knowledge is of special interest because it identifies the distinctive bodies of knowledge for teaching. It represents the blending of content and pedagogy into an understanding of how particular topics, problems, or issues are organized, represented, and adapted to the diverse interests and abilities of learners, and presented for instruction. Pedagogical content knowledge is the category most likely to distinguish the understanding of the content specialist from that of the pedagogue”. (Shulman 1987, S. 8)

Die in der Folge vielfach diskutierten und adaptierten Ansätze und Konzeptualisierungen zu diesem Wissensbereich des Professionswissens sind von BAUMERT & KUNTER (2011, 2013) im Rahmen der COACTIV Studie gleichfalls systematisiert worden:



- „1) Wissen über das didaktische und diagnostische Potenzial von Aufgaben, Wissen über die kognitiven Anforderungen und impliziten Wissensvoraussetzungen von Aufgaben, ihre didaktische Sequenzierung und die langfristige curriculare Anordnung von Stoffen,
- 2) Wissen über Schülervorstellungen (Fehlkonzeptionen, typische Fehler, Strategien) und Diagnostik von Schülerwissen und Verständnisprozessen,
- 3) Wissen über multiple Repräsentations- und Erklärungsmöglichkeiten.“ (Baumert & Kunter 2013, S. 307).

### **Fachwissen**

Ausgehend von SHULMAN (1986, 1987) wird der Teilbereich des Professionswissens, der das Fachwissen beschreibt, meist in Relation zu dem fachdidaktischen Wissen gebracht. Nach SCHMIDT (2015, S. 40 f.) ist das Generieren von fachdidaktischem Wissen ohne die Basis des Fachwissens nicht möglich. Die fachlich korrekte Aufbereitung und Vermittlung des Unterrichtsstoffes sei ohne das nötige vorhandene Fachwissen nicht zu leisten (vgl. ebd.). Die Vorstellungen darüber, wie die nötige Wissensbasis bzw. das nötige Wissensniveau bei Lehrkräften unterschiedlicher Schulstufen auszusehen hat (ob beispielsweise die Beherrschung des einschlägigen Schulstoffs ausreicht), sind auch diesbezüglich divergent und werden kontrovers diskutiert (vgl. Baumert & Kunter 2013, S. 303; Schmidt 2015, S. 41).

SHULMAN (1986) unterteilt das Inhaltswissen in eine Sachstruktur und eine syntaktische Struktur. Das bedeutet, dieses Wissen umfasst einerseits Fakten und Wahrheiten („that something is so“, Shulman 1986, S. 9) und andererseits auch Begründungen und Einsichten („why it is so“, ebd., S. 9) (vgl. auch Niermann 2017, S. 72).

In Anlehnung an SHULMAN (1986) haben HILL et al. (2005) in einer amerikanischen Studie im Fach Mathematik die Einteilung des Fachwissens in drei Kategorien vorgeschlagen: 1. Das allgemeine (mathematische) Fachwissen, 2. das spezielle Fachwissen, welches für das Unterrichten (von Mathematik) nötig ist und über das allgemeine Fachwissen hinausgeht, und 3. das horizontale (mathematische) Fachwissen. Darunter wird das Wissen um Zusammenhänge und curriculare Verknüpfung (mathematischer) Inhalte verstanden (vgl. Ohle et al. 2011, S. 361). Sowohl die Studie von HILL et al. (2005) als auch die COACTIV Studie (vgl. Baumert & Kunter 2011) zeigen, dass Fachwissen eine Voraussetzung für fachdidaktisches Wissen ist und das konzeptuelle Fachverständnis von Lehrkräften erheblich variiert, sobald die Oberfläche des Schulwissens verlassen wird (vgl. Baumert & Kunter 2013, S. 303 f.; Schmidt 2015, S. 41). Als theoretisches Konstrukt werden im Rahmen der

COACTIV-Studie von BAUMERT & KUNTER (2006, S. 495) vier Formen (mathematischen) Wissens mit absteigendem Komplexitätsgrad unterschieden:

1. Akademisches Forschungswissen
2. Profundes mathematisches Verständnis der in der Schule unterrichteten Sachverhalte
3. Beherrschung des Schulstoffes auf einem zum Ende der Schulzeit erreichten Niveau
4. Mathematisches Alltagswissen.

Dieses Konstrukt lässt sich vermutlich auch auf die Domäne der Naturwissenschaften übertragen.

Zusammenfassend lässt sich für die Trias des Professionswissen festhalten, dass sich die drei Teilbereiche gegenseitig bedingen und in ihrer Gesamtheit eine wesentliche Voraussetzung für die Handlungskompetenz einer Lehrkraft und damit für erfolgreiches Unterrichten sind. Das Professionswissen wirkt sich auf die Lernleistung bzw. den Lernzuwachs bei Schülerinnen und Schülern aus und ist daher auch für die Unterrichtsforschung von zentraler Bedeutung.

Man geht davon aus, dass Professionswissen erlernbar ist und während der Ausbildung und dem Vorbereitungsdienst generiert werden kann (vgl. Ohle et al. 2011, S. 360).

## **3 Planung und Durchführung einer Interventionsstudie zum Experimentieren im Sachunterricht**

### **3.1 Ziele der Fallstudie – Forschungsfrage**

Im Rahmen einer Interventionsstudie wird untersucht, ob es im Verlauf der zweiten Phase der Lehrkräfteausbildung (Vorbereitungsdienst Lehramt Grundschule) möglich ist, durch gezielte Maßnahmen angehende Lehrkräfte stärker für das Experimentieren im Sachunterricht zu gewinnen und damit das Experimentieren im Sachunterricht als Fachmethode, wie in Kapitel 2.3 dargestellt, stärker zu etablieren. Die Forschungsfrage ergibt sich aus dem in Kapitel 2.4 aufgezeigten Forschungsstand:

Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel „Sprudelgas“ das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit bzw. das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtlern im Vorbereitungsdienst langfristig stärken?

Die Planung und Durchführung der Intervention zum Thema Experimentieren mit „Sprudelgas“ wird in Kapitel 3.2 vorgestellt. Dabei setzt die Intervention an den Befunden zur Unterrepräsentanz naturwissenschaftlicher Themen im Sachunterricht und deren möglichen Ursachen an (vgl. Kapitel 2.4 und 2.5). Indem die angehenden Lehrkräfte Gelegenheit haben, sich intensiv sowohl praktisch als auch theoretisch mit dem Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel „Sprudelgas“ auseinanderzusetzen, können sie sich bezüglich der zu untersuchenden Merkmale in ihren Fertigkeiten, Fähigkeiten, Kenntnissen und Kompetenzen ggf. entwickeln bzw. eine veränderte Einstellung einnehmen. Die geplante Intervention zielt in erster Linie darauf ab, dass die angehenden Lehrkräfte sich bezogen auf den Lernbereich Experimentieren im Sachunterricht (als Teil der naturwissenschaftlichen Ausbildung im Vorbereitungsdienst) positiv entwickeln und sie ihr Professionswissen hinsichtlich der fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Inhalte ausbauen und zu vertieften Erkenntnissen gelangen. Bezogen auf die Persönlichkeitsmerkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeit ist intendiert, diese zu unterstützen, zu stärken oder zu verbessern. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass die Intervention bei einzelnen Personen dazu führt, dass eine bereits zuvor bestehende negative Einstellung oder Selbsteinschätzung sich möglicherweise verfestigt oder verstärkt. Daher ist die Forschungsfrage so formuliert, dass diese Effekte bei der Auswertung mit erfasst und analysiert werden können.

## 3.2 Planung und Durchführung der Intervention „Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas“

### 3.2.1 Planung der Versuche für die Intervention

Der inhaltliche Fokus der Intervention liegt auf einer experimentellen Lernaufgabe rund um die Thematik „Sprudelgas“ und ist damit fachlich primär in den Bereichen der Chemie und Physik angesiedelt. Bei dem Thema „Sprudelgas“ handelt es sich im Sinne von WAGENSCHNEIDER (2010, S. 31 ff.) um ein *exemplarisches Beispiel*, bei dem einerseits die typischen fachmethodischen Arbeitsweisen des Experimentierens und andererseits die fachlichen Konzepte Brennbarkeit, Dichte, Druck, Löslichkeit und Säure-Base-Reaktion anhand der Versuche exemplarisch erarbeitet werden können. Fachlich betrachtet wird damit das Gas Kohlenstoffdioxid zum Gegenstand der Fachseminarsitzungen gemacht. Dies bietet sich aus didaktischer Sicht in mehrfacher Weise an, weil damit ein lern- und bildungswirksames Szenario gestaltet werden kann, was in Kapitel 3.2.3 näher erläutert wird. Konkret wurden Versuche ausgewählt, bei deren Durchführung handelsübliche Brausetabletten eingesetzt werden, welche bei Wasserkontakt spontan „Sprudelgas“ entwickeln, d. h. Kohlenstoffdioxid freisetzen.

Insgesamt sind für die Intervention elf verschiedene Versuchsanleitungen in kindgerechter Sprache für den Einsatz im Sachunterricht der Grundschule konzipiert worden sowie eine Versuchsanleitung für die Hand der Lehrkraft. Dazu wurden bereits bekannte Versuche neu zusammengestellt, überarbeitet und mit Fotos und Texten als Arbeitsmaterial gestaltet.<sup>34</sup> Ziel war es, mit der Zusammenstellung der Versuche die spezifischen Eigenschaften des „Sprudelgases“ zu verdeutlichen und der konkreten Frage nachgehen zu können: „Was sprudelt in der Brause?“

Die vollständige, ausführliche und bebilderte Dokumentation aller genutzten Versuche findet sich im Anhang A. Eine tabellarische Auflistung mit einer Kurzbeschreibung des Versuchs und des beobachtbaren Phänomens sowie eine knappe Erklärung samt dem zugrundeliegenden fachlichen Inhalt bietet Tabelle 2:

---

<sup>34</sup> Für die Intervention wurde unter anderem auf den Experimentierkasten „Warum geht Brausepulver ab wie eine Rakete“ der Firma Windaus-Labortechnik GmbH & Co. KG, Clausthal-Zellerfeld, sowie auf Material der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ (jetzt: Stiftung Kinder forschen) zurückgegriffen (<https://www.stiftung-kinder-forschen.de/de/fortbildungen/bildungsangebot/fortbildungen-vor-ort/forschen-mit-sprudelgas>; Zugriff: 28.09.2023).

Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel „Sprudelgas“

Nr.	Kindgerechte Bezeichnung	Kurzbeschreibung: Versuch und Phänomen	Fachlicher Inhalt/Erklärung
1	Der Rosinenaufzug	Eine Rosine in Mineralwasser beginnt nach kurzer Zeit auf- und abzustiegen. Der Vorgang wiederholt sich mehrfach.	<b>Adsorption/Desorption eines Gases an Festkörpern</b> Aus dem Mineralwasser gasst Kohlenstoffdioxid aus und sammelt sich als Bläschen auf der rauen Oberfläche der Rosine und lässt diese nach oben schweben. An der Wasseroberfläche platzen die Bläschen, wodurch die Rosine wieder nach unten sinkt.
2	Einen Luftballon mal anders aufblasen	In einer Flasche wird eine Brausetablette in Wasser gelöst. Ein über die Flaschenöffnung gestülpter Luftballon bläht sich auf.	<b>Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten; Druck</b> Beim Lösen der Brausetablette entsteht gasförmiges Kohlenstoffdioxid und damit ein Überdruck in der Flasche, sodass der Luftballon aufgebläht wird.
3	Der Brausetabletten-Feuerlöscher I	Eine angezündete Kerze in einem Glas ist umgeben von Wasser. Nach Zugabe einer Brausetablette zum Wasser erlischt die Kerze nach kurzer Zeit.	<b>Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten; Dichte; Brennbarkeit</b> Beim Lösen der Brausetablette entsteht Kohlenstoffdioxid. Es sammelt sich an der Wasseroberfläche, verdrängt aufgrund seiner höheren Dichte die Luft und erstickt die Kerzenflamme.
4	Die Sprudelgas-Spritze	Eine in einem Trinkglas befindliche entzündete Kerze wird gelöscht, indem eine mit Mineralwasser gefüllte Spritzflasche geschüttelt wird und das entweichende Gas in das Trinkglas geleitet wird.	<b>Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten; Dichte; Brennbarkeit</b> Durch das Schütteln gasst Kohlenstoffdioxid aus dem Mineralwasser aus. Aufgrund seiner höheren Dichte sinkt Kohlenstoffdioxid im Glas nach unten und verdrängt dort die Luft, sodass die Kerze erlischt.
5	Der Brausetabletten-Feuerlöscher II	Eine Brausetablette wird in einem zu etwa einem Drittel mit Wasser gefüllten Glas gelöst. Die Flamme eines brennenden Holzspießes erlischt, wenn dieser in das obere Drittel des Glases gehalten wird.	<b>Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten; Dichte; Brennbarkeit</b> Beim Lösen der Brausetablette entsteht Kohlenstoffdioxid. Es sammelt sich an der Wasseroberfläche, verdrängt aufgrund seiner höheren Dichte die Luft und erstickt die Flamme am Holzspieß.
6	Welche Kerze erstickt zuerst?	In einem Glas stehen drei unterschiedlich große entzündete Kerzen im Wasser. Nach Zugabe einer Brausetablette in das Wasser gehen die Kerzen der Reihe nach aus: Zunächst die kurze Kerze, zuletzt die längste Kerze.	<b>Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten; Dichte; Brennbarkeit</b> Beim Lösen der Brausetablette entsteht Kohlenstoffdioxid. Es sammelt sich an der Wasseroberfläche. Zunehmend entsteht eine Gaschicht aus Kohlenstoffdioxid, die aufgrund der höheren Dichte die Luft verdrängt, sodass die Flammen der Kerzen der Kerzengröße nach gelöscht werden.

## Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel „Sprudelgas“

Nr.	Kindgerechte Bezeichnung	Kurzbeschreibung: Versuch und Phänomen	Fachlicher Inhalt/Erklärung
7	Der Brausetabletten-Feuerlöscher III	Mittels einer Spritzflasche und eines Schlauchs wird ein Feuerlöscher konstruiert. Nachdem darin die vorgegebene Menge an Brausetabletten in Wasser gelöst werden, sollen möglichst viele brennende Teekerzen gelöscht werden.	<b>Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten; Dichte; Brennbarkeit</b> In der Spritzflasche entsteht Kohlenstoffdioxid, welches die Luft in der Flasche über den Schlauch nach außen verdrängt. Schließlich gelangt auch Kohlenstoffdioxidgas über den Schlauch nach außen. Ab diesem Moment lassen sich die Teelichter löschen, weil Kohlenstoffdioxid die Flammen erstickt.
8	Die Sprudelgaspumpe	Ein schmales Trinkglas wird in einer Wasserschüssel komplett mit Wasser gefüllt und anschließend senkrecht mit der Öffnung nach unten auf den Boden der Schüssel gestellt. Unter die Glasöffnung werden rasch zwei Brausetabletten geschoben. Das entstehende Gas wird pneumatisch aufgefangen. Nachdem das Trinkglas mit Gas gefüllt ist, wird es vorsichtig aus dem Wasser gehoben und sofort mit einem Deckel verschlossen.	<b>Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten; Dichte; Brennbarkeit</b> Beim Lösen der Brausetablette in der pneumatischen Wanne entsteht Kohlenstoffdioxid und verdrängt das Wasser aus dem Glas. Im verschlossenen Glas befindet sich anschließend das unsichtbare und geruchlose Gas Kohlenstoffdioxid.
9	Das unsichtbare Sprudelgas	Das in Versuch 8 „Die Sprudelgaspumpe“ gewonnene Gas wird in ein Glas, in dem eine brennende Kerze steht, umgegossen. Die Kerzenflamme erlischt.	<b>Dichte; Brennbarkeit</b> Aufgrund seiner höheren Dichte kann Kohlenstoffdioxidgas in ein anderes Glas umgegossen werden, ohne dass es nach oben entweicht. In dem Glas verdrängt es die Luft, sodass die brennende Kerze erlischt.
10	Die Brauserakete	In eine verschließbare Dose (z. B. Fotodöschen oder leere Brausetablettendose) werden etwas Wasser und eine Brausetablette gegeben. Die Dose wird mit dem Deckel nach unten abgestellt. Nach kurzer Zeit fliegt der Deckel der Dose „explosionsartig“ ab und die Dose schießt nach oben.	<b>Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten; Druck</b> Beim Lösen der Brausetablette bildet sich gasförmiges Kohlenstoffdioxid. Der entstehende Überdruck in der Dose bewirkt, dass der Deckel abfliegt, der Druck nach unten entweichen kann und die Dose nach oben schießt.

Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel „Sprudelgas“			
Nr.	Kindgerechte Bezeichnung	Kurzbeschreibung: Versuch und Phänomen	Fachlicher Inhalt/Erklärung
11	Das Brauseboot	Mithilfe einer Einweg-Kunststoff-spritze (ohne Kolben und Kanüle) und eines passenden Weinkorkens statt des Kolbens als Verschluss wird ein „Boot“ konstruiert. Dazu wird die Spritze mit einem Finger an der Kanülenöffnung zugehalten, anschließend zur Hälfte mit Wasser befüllt und eine kleingebrochene Brausetablette hineingegeben. Das „Boot“ wird sofort mit dem Korken verschlossen und in eine Wanne mit Wasser gesetzt. Nachdem die Kanülenöffnung losgelassen wird, setzt sich das „Boot“ sofort in Bewegung.	<b>Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten; Druck</b> Beim Lösen der Brausetablette entsteht Kohlenstoffdioxid und damit ein Überdruck in der Spritze. Sobald die Kanülenöffnung nicht mehr zugehalten wird, entweicht der Druck. Aufgrund des Rückstoßprinzips schießt das „Boot“ in der Wanne für einen kurzen Moment nach vorn.
12	Was sprudelt in der Brause?	Typische Inhaltsstoffe einer Brausetablette (Citronensäure, Natriumcarbonat, Natriumhydrogencarbonat sowie Süß- und Hilfsstoffe) werden als Reinsubstanzen in einer Versuchsreihe jeweils systematisch gemischt und mit Wasser in Lösung gebracht. Um das systematische Vorgehen zu erleichtern, wird als Hilfe eine tabellarische Matrix vorgegeben. Die Auswertung der Versuchsreihe ergibt, dass zwei Kombinationen nach Zugabe von Wasser heftig sprudeln und schäumen: 1. Citronensäure mit Soda (Natriumcarbonat) 2. Citronensäure mit Natron (Natriumhydrogencarbonat) Daraus kann geschlossen werden, dass diese Inhaltsstoffe für das Sprudeln in der Brause verantwortlich sind.	<b>Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten; Druck; Säure-Base-Reaktion</b> Ein einzelner Inhaltsstoff erzeugt beim Lösen in Wasser spontan keine größeren Mengen an Kohlenstoffdioxid („Sprudelgas“). Bei der Kombination von (Citronen-)Säure mit Natriumcarbonat bzw. Natriumhydrogencarbonat findet jedoch spontan eine Säure-Base-Reaktion statt, bei der neben dem Natriumsalz der genutzten Säure (hier: Natriumcitrat) jeweils gasförmiges Kohlenstoffdioxid als ein weiteres Reaktionsprodukt entsteht:  <i>Reaktion von Natriumcarbonat (Soda) mit einer Säure (abgekürzt als <math>H_3O^+_{(aq)}</math>):</i> $Na_2CO_{3(s)} + 2 H_3O^+_{(aq)} \rightleftharpoons 3 H_2O_{(l)} + 2 Na^+_{(aq)} + CO_{2(g)}$ <i>Reaktion von Natriumhydrogencarbonat (Natron) mit einer Säure (abgekürzt als <math>H_3O^+_{(aq)}</math>):</i> $NaHCO_{3(s)} + H_3O^+_{(aq)} \rightleftharpoons 2 H_2O_{(l)} + Na^+_{(aq)} + CO_{2(g)}$

**Tabelle 2:** Überblick über die genutzten Versuche für die Intervention

### 3.2.2 „Sprudelgas“ als fachlicher Gegenstand

Im Folgenden wird auf die fachlichen Grundlagen der durchgeführten Versuche (siehe Tabelle 2) eingegangen, die sich aus der Reaktion einer Brausetablette mit Wasser und dem dabei entstehendem Gas Kohlenstoffdioxid ergeben (Ausnahmen: Versuche Nr. 1 und 4). Darüber hinaus wird dargestellt, welche Substanzen in einer Brausetablette für das Phänomen des Sprudeln verantwortlich sind. Die aufgeführten fachlichen Grundlagen sind neben den eigentlichen Versuchen ebenfalls Teil der Intervention gewesen, um den angehenden Lehrkräften ein angemessenes Fachwissen zur Professionalisierung zu vermitteln.<sup>35</sup>

#### ***Eigenschaften von Kohlenstoffdioxid***

Kommt eine Brausetablette mit Wasser in Kontakt, entsteht spontan „Sprudelgas“. Dabei handelt es sich um Kohlenstoffdioxid, welches im Volksmund „Kohlensäure“ genannt wird. Kohlenstoffdioxid ist eine chemische Verbindung aus einem Kohlenstoffatom und zwei Sauerstoffatomen (chemische Formel:  $\text{CO}_2$ ).

In der Natur kommt Kohlenstoffdioxid sowohl frei als auch chemisch gebunden vor. Als ein Bestandteil der Luft ist es zu ca. 0,04 Vol.-% in freiem Zustand vorhanden sowie physikalisch gelöst im Meereswasser (ca. 0,005 Gew.-%). Außerdem ist es in vielen Mineralquellen vorhanden und strömt in der Nähe von Vulkanen aus Rissen und Spalten des Erdbodens aus (vgl. Binnewies et al. 2016, S. 500 ff.; Holleman & Wiberg 2007, S. 893 f.; Riedel & Janiak 2022, S. 573). In der Ausatemluft eines Menschen sind physiologisch betrachtet bei der sogenannten äußeren Atmung, die dazu dient, Sauerstoff in den Körper aufzunehmen und das entstehende Kohlenstoffdioxid zu entfernen, bis zu 5 Vol.-% Kohlenstoffdioxid enthalten (vgl. Holleman & Wiberg 2007, S. 893). In gebundenem Zustand kommt Kohlenstoffdioxid beispielsweise als Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) und Magnesiumcarbonat ( $\text{MgCO}_3$ ) in größeren Mengen in Gestein vor (vgl. Riedel & Janiak 2022, S. 573 ff.).

Kohlenstoffdioxid ist ein farbloses, nicht brennbares und geruchloses Gas. Mit einer Dichte von  $1,9767 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  unter Normalbedingungen ( $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $1013 \text{ hPa}$ ; vgl. Holleman & Wiberg 2007, S. 894) hat es eine höhere Dichte als Luft, sodass man Kohlenstoffdioxidgas wie eine Flüssigkeit von einem Glas in ein anderes Glas „umgießen“ und so beispielsweise eine brennende Kerze löschen kann. Diese feuererstickende Eigenschaft macht man sich beim

---

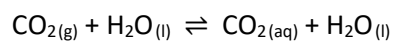
<sup>35</sup> Auf den lebensweltlich bedeutsamen, sehr umfangreichen Themenkomplex des Kohlenstoffkreislaufs sowie die Rolle des Kohlenstoffdioxids beim natürlichen und anthropogenen Treibhauseffekt wurde im Rahmen der Intervention nicht eingegangen, weil dies für das fachliche Verständnis der Versuche der Intervention nicht relevant ist. Daher wird auch hier dieser Themenkomplex ausgespart. Fundierte Informationen dazu finden sich beispielsweise in RIEDEL & JANIAC (2022, S. 683 ff.) sowie in BINNEWIES et al. (2016, S. 500 ff.).



Löschen von Bränden mit Feuerlöschern zunutze (vgl. ebd.; Binnewies et al. 2016, S. 495 f.). Das Gas lässt sich zum besseren Transport leicht zu einer farblosen, leichtbeweglichen Flüssigkeit verdichten. Bei einer Temperatur von unter  $-78,5\text{ °C}$  erstarrt die Flüssigkeit zu einer eisähnlichen Masse. Der Feststoff wird als Trockeneis oder „Kohlensäureschnee“ bezeichnet, da er bei normalem Druck nicht schmilzt, sondern sublimiert (vgl. Binnewies et al. 2016, S. 496; Holleman & Wiberg 2007, S. 895).

Kohlenstoffdioxid absorbiert Licht im Bereich der Infrarotstrahlung<sup>36</sup>, was für den Wärmehaushalt der Erdoberfläche und damit auch für den sogenannten Treibhauseffekt bedeutsam ist (vgl. Binnewies et al. 2016, S. 500 ff.).

Kohlenstoffdioxidgas ist gut in Wasser löslich gemäß:



Experimentell zeigt sich, dass die Löslichkeit bei Temperaturerhöhung abnimmt, sodass es sich in kälterem Wasser deutlich besser löst als in wärmerem Wasser (vgl. Binnewies et al. 2016, S. 497). Tabelle 3 zeigt beispielhaft für den Chemieunterricht der weiteführenden Schule in Schülerexperimenten ermittelte Werte zur Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser:

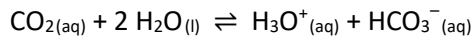
Im Schülerversuch experimentell ermittelte Werte zur Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser in Abhängigkeit von der Wassertemperatur		
Wassertemperatur	lösliches Kohlenstoffdioxid in 20 mL Wasser	lösliches Kohlenstoffdioxid in 1 Liter Wasser (Werte errechnet)
45 °C	≈ 5 ml	250 mL
20 °C	≈ 14 ml	700 mL
15 °C	≈ 18 ml	900 mL

**Tabelle 3:** Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser in Abhängigkeit von der Wassertemperatur. (Werte nach Hofheinz & Prechtel 2012, S. 224)

Im Alltag spricht man bei der Lösung von Kohlenstoffdioxid in Wasser häufig von „Kohlensäure“ (Formel:  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), die chemisch betrachtet jedoch nicht frei existent ist, da über 99 % als physikalisch gelöste  $\text{CO}_2$ -Moleküle vorliegen und nicht als  $\text{H}_2\text{CO}_3$ -Moleküle (vgl. Binnewies et al. 2016, S. 497; Holleman & Wiberg 2007, S. 906; Riedel & Janiak 2022, S. 574).

<sup>36</sup> Das Dipolmoment des linear gebauten Kohlenstoffdioxid-Moleküls (Bindungswinkel:  $180^\circ$ ) beträgt null. Es ist dennoch ein IR-aktives Molekül, da durch Streck-Schwingungen kurzzeitig ein Dipolmoment induziert werden kann (vgl. Binnewies et al. 2016, S. 133, 501; Riedel & Janiak 2022, S. 258, 572).

Gleichwohl entsteht beim Lösen von Kohlenstoffdioxid in Wasser eine wässrige Lösung, die schwach sauer reagiert gemäß:



Weil das Gleichgewichts bei obiger Reaktion sehr weit auf der linken Seite liegt, schmeckt „Sprudelwasser“ bzw. Mineralwasser mit „Kohlensäure“ nur leicht säuerlich.

Je höher die Temperatur, desto mehr Edukte – also Kohlenstoffdioxid und Wasser – liegen vor. Bei niedrigerer Temperatur liegt dagegen mehr „Kohlensäure“ vor, also mehr hydratisierte Oxoniumionen ( $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ) und hydratisierte Hydrogencarbonationen ( $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ ). Das Phänomen, dass bei höheren Temperaturen im Sommer oder durch Schütteln einer geschlossenen Sprudelflasche so viel Druck entsteht, dass die Flasche beim Öffnen zu „explodieren“ scheint, liegt darin begründet. Dies erklärt auch, dass bei winterlichem Wetter und damit entsprechend niedrigen Temperaturen der Effekt beim Öffnen einer Sprudelflasche dagegen ungleich weniger spektakulär ist.

### **Verantwortliche Komponenten für den Sprudeleffekt bei einer Brausetablette**

Brausetabletten zählen meist zu den pharmazeutischen Darreichungsformen, die in Wasser aufgelöst und dann getrunken werden können, um eine gewünschte Wirkung zu entfalten. Je nachdem, welchen Wirkstoff sie enthalten, handelt es sich entweder um Medikamente oder um (frei verkäufliche) Nahrungsergänzungsmittel (vgl. Matissek & Fischer 2021, S. 711 ff.; Schwedt 2019, S. 13 ff.). Vielfach finden sich auch Badezusätze in Form von Brausetabletten oder Brausekugeln. Bekannt sind auch Brausepulvertütchen, deren Inhalt aufgelöst in Wasser ein Erfrischungsgetränk ergibt. Bei allen Unterschieden ist den Darreichungsformen gemeinsam, dass sie zunächst in fester, trockener Form vorliegen und erst bei Kontakt mit Wasser sofort anfangen zu schäumen, zu sprudeln und sich zu lösen (vgl. ebd.).

Neben der Vielfalt an unterschiedlichen Inhaltsstoffen und weiteren galenischen Stoffen, die für die technische Herstellung und Lagerung bedeutsam sind, braucht es drei Komponenten, die für das Sprudeln verantwortlich sind:

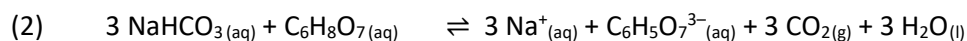
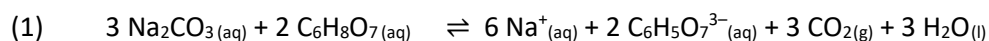
- eine Säure (im Lebensmittelkontext „Säuerungsmittel“ genannt);
- ein Stoff, der mit der Säure Kohlenstoffdioxid („Kohlensäure“) bildet;
- Wasser.

Als Säuerungsmittel ist in Brausetabletten meist Citronensäure (2-Hydroxypropan-1,2,3-tricarbonsäure; Summenformel:  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ), seltener Ascorbinsäure (Vitamin C) vorhanden. Citronensäure ist eine sogenannte Tricarbonsäure. Alle Carbonsäuren enthalten als chemischen Baustein mindestens eine Carboxygruppe ( $-\text{COOH}$ -Gruppe), auch Carboxylgruppe

genannt. Die drei Wasserstoffatome (H-Atome) der drei Carboxygruppen sind für die saure Eigenschaft der Citronensäure verantwortlich, da sie als acide H-Atome leicht als Proton ( $\text{H}^+$ -Ion) dissoziieren können.

Die beiden Inhaltsstoffe der Brausetablette, die mit der Citronensäure reagieren können, sind Natriumcarbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) und Natriumhydrogencarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). Sie fungieren in der Brausetablette als „Säureregulatoren“, weil sie als Puffersystem dafür sorgen, dass die Brause nicht zu sauer schmeckt. Sowohl Natriumcarbonat („Soda“) als auch Natriumhydrogencarbonat („Natron“) zählen zur Substanzgruppe der Carbonate. Immer wenn Carbonate mit einer Säure und Wasser zusammenkommen, entsteht gasförmiges Kohlenstoffdioxid.

Beispielhaft ist nachfolgend die Reaktionsgleichung der Reaktion von Natriumcarbonat (Soda) mit Citronensäure in (1) bzw. von Natriumhydrogencarbonat (Natron) mit Citronensäure in (2) angegeben:



### 3.2.3 Experimentieren mit „Sprudelgas“ – curriculare Verortung

Die im Verlauf des Forschungsvorhabens durchgeführte Intervention „Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas“ stellt eine kontextbezogene Konkretisierung der *naturwissenschaftlichen Perspektive* des Perspektivrahmens Sachunterricht (vgl. GDSU 2013) dar.

Das Thema lässt sich legitimieren, indem es sowohl der *naturwissenschaftlichen Perspektive* des Perspektivrahmens Sachunterricht (vgl. Abbildung 11) als auch dem Bereich *Natur und Leben* des Lehrplans Sachunterricht Nordrhein-Westfalen (vgl. MSW 2008a) zugeordnet werden kann.

Da die Intervention im Jahr 2019 durchgeführt wurde, wurde die curriculare Verortung bei der Planung der Maßnahme auf der Grundlage des damals gültigen Lehrplans Sachunterricht von 2008 vorgenommen. Die Legitimierung des Themas der Intervention wird im Anschluss jedoch auch zusätzlich noch anhand des neueren Lehrplans Sachunterricht von 2021 vorgenommen.

Naturwissenschaftliche Perspektive	
Perspektivenbezogene Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen:	
DAH NAWI 1:	<i>Naturphänomene sachorientiert (objektiv) untersuchen und verstehen</i>
DAH NAWI 2:	<i>Naturwissenschaftliche Methoden aneignen und anwenden</i>
DAH NAWI 3:	<i>Naturphänomene auf Regelmäßigkeiten zurückführen</i>
DAH NAWI 4:	<i>Konsequenzen aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für das Alltagshandeln ableiten</i>
DAH NAWI 5:	<i>Naturwissenschaftliches Lernen bewerten und reflektieren</i>
Perspektivenbezogene Themenbereiche:	
TB NAWI 1:	<i>Nicht lebende Natur – Eigenschaften von Stoffen/ Körpern</i>
TB NAWI 2:	<i>Nicht lebende Natur – Stoffumwandlungen</i>
TB NAWI 3:	<i>Nicht lebende Natur – physikalische Vorgänge</i>
TB NAWI 4:	<i>Lebende Natur – Pflanzen, Tiere und ihre Unterteilungen</i>
TB NAWI 5:	<i>Lebende Natur – Entwicklungs- und Lebensbedingungen von Lebewesen</i>

**Abbildung 11:** Naturwissenschaftliche Perspektive des Perspektivrahmens Sachunterricht. Aus: GDSU (2013), S. 39

Die Thematik des Sprudelgases erscheint nicht nur deshalb als besonders geeignet, weil alle in Abbildung 11 genannten naturwissenschaftlichen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen angewandt werden können, sondern auch die Themenbereiche der unbelebten Natur vollständig abgebildet werden:

- In der handelnd-entdeckenden experimentellen Auseinandersetzung mit dem „Sprudelgas“ einer Brausetablette werden die Fachmethoden des Experimentierens zur Anwendung gebracht (DAH NAWI 1, DAH NAWI 2).
- Da die Intervention als Lernaufgabe („Was sprudelt in der Brause?“) angelegt ist, wird auch das Erkennen und Untersuchen typischer Eigenschaften und Reaktionen von „Sprudelgas“ (Kohlenstoffdioxid) intendiert. Dies gestattet das Aufzeigen von Ursache- und Wirkungszusammenhängen und damit auch naturwissenschaftlicher Regelmäßigkeiten (DAH NAWI 3).
- Weil der Kontext des „Sprudelgases“ exemplarisch auch zur Kohlenstoffdioxidproblematik hinführen kann, kann nicht nur eine Verknüpfung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse mit Alltagshandlungen erfolgen (DAH NAWI 4), sondern zu einem späteren Zeitpunkt auch ein Nachdenken über „Klimawandel“ als existentialrelevantes Schlüsselproblem im Sinne KLAFKIS angestoßen werden (DAH NAWI 5).
- Fachlich betrachtet ist Kohlenstoffdioxid ein Stoff der nicht lebenden Natur mit spezifischen Eigenschaften (TB NAWI 1).

- Die im Zusammenhang mit „Sprudelgas“ beobachtbaren Phänomene lassen sich teilweise als Stoffumwandlungen (TB NAWI 2), teilweise als physikalische Vorgänge (TB NAWI 3) deuten.
- Letztlich ließen sich mit der Thematik „Sprudelgas“ zu einem späteren Zeitpunkt auch biochemische Prozesse der lebenden Natur (TB NAWI 4-5) genetisch anbahnen, wie zum Beispiel die Frage nach der Zellatmung eines Baumes (Photosynthese).

Das Thema der Intervention „Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas“ lässt sich anhand des Lehrplans Sachunterricht (vgl. MSW 2008a) im Bereich Natur und Leben sowohl für Kinder am Ende der Schuleingangsphase als auch am Ende der Klasse 4 wie folgt legitimieren:

- Die Thematik „Sprudelgas“ entspricht einerseits dem Schwerpunkt Stoffe und ihre Umwandlung und dem Schwerpunkt Wärme, Licht, Feuer, Wasser Luft, Schall. Mit dem Auflösen einer Brausetablette in Wasser als einem polaren Lösungsmittel lassen sich stoffliche Veränderungen/Umwandlungen sichtbar machen.
- In der handelnden Auseinandersetzung bzw. der Durchführung von Versuchen zur Löslichkeit von Brausetabletten und deren Bestandteilen werden erste Entdeckungen zum „Sprudelgas“ gemacht, indem die Stoffe (der unbelebten Natur) untersucht und miteinander verglichen und deren Eigenschaften, Gemeinsamkeiten und Unterschiede beschrieben werden (Kompetenzerwartungen am Ende der Schuleingangsphase).
- Über diese handelnde Auseinandersetzung hinaus lernen die Kinder naturwissenschaftliche Fachmethoden wie das genaue Beobachten, Beschreiben und Dokumentieren kennen, indem sie die sichtbaren stofflichen Veränderungen untersuchen, die Ergebnisse darstellen und beschreiben (Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4).
- Die Lernaufgabe „Was sprudelt in der Brause?“ fordert zur eigenen Planung und Durchführung von Versuchen heraus, um die stoffliche Veränderung bei dem Lösungsvorgang zu verstehen. Die Auswertung der Versuche führt zur Identifikation der Inhaltsstoffe, die für die Entwicklung des „Sprudelgases“ verantwortlich sind (Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4).

Entsprechend des neueren Lehrplans Sachunterricht (vgl. MSB 2021) lässt sich das Thema der Intervention „Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas“ im Bereich Natur und Umwelt ebenfalls sowohl für Kinder am Ende der Schuleingangsphase als auch am Ende der Klasse 4 legitimieren:

- Das Thema „Sprudelgas“ entspricht dem Schwerpunkt Stoffe, ihre Umwandlung und Stoffkreisläufe. Mit dem Auflösen einer Brausetablette lassen sich Beobachtungen von Stoffumwandlungen sowie chemische und physikalische Eigenschaften sichtbar machen.
- In der handelnden Auseinandersetzung bzw. der Durchführung von Versuchen zur Löslichkeit von Brausetabletten und deren Bestandteilen werden sowohl physikalische als auch chemische Eigenschaften des Kohlenstoffdioxids entdeckt (Kompetenzerwartungen am Ende der Schuleingangsphase).

- Über die handelnde Auseinandersetzung hinaus sind die Kinder auf Grundlage der Beobachtungen gefordert, Fragestellungen für weiterführende Versuche und/oder Experimente zu entwickeln und diesen nachzugehen. Insbesondere die Lernaufgabe „Was sprudelt in der Brause?“ fordert dazu heraus, die stoffliche Veränderung bei dem Lösungsvorgang zu verstehen und auszuwerten (Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4).
- Auf Grundlage der gemachten Beobachtungen erlangen die Kinder Erkenntnisse über die Eigenschaften des Kohlenstoffdioxids wie Dichte, Löslichkeit und Brennbarkeit, die sie später wiederum im Kontext Verbrennungsprozesse (Feuer) und Löschmethoden untersuchen.

### **3.2.4 „Was sprudelt in der Brause?“ als experimentelle Lernaufgabe in der Praxis**

Die Intervention zum „Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas“ wurde im Rahmen der Fachseminararbeit Sachunterricht während des Vorbereitungsdienstes für alle Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter verpflichtend an drei Terminen durchgeführt. Ziel der Intervention war es, den Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtlern einerseits fachliche und fachdidaktische Inhalte eines Experimentalunterrichts exemplarisch zu vermitteln. Andererseits ging es darum, ein großes Spektrum an Praxiserfahrungen einerseits und Reflexionsimpulsen andererseits zu ermöglichen, um sowohl die experimentelle Handlungskompetenz als auch die Planungs- und Durchführungskompetenz im Sinne einer Professionalisierung zu stärken. Um das zu leisten, wurde für die Intervention die Frage „Was sprudelt in der Brause?“ als übergeordnete Lernaufgabe gewählt, die exemplarisch sowohl für einen Experimentalunterricht im Sachunterricht der Grundschule mit Kindern als auch für die Fachseminararbeit mit Erwachsenen geeignet ist.

Für die konkrete Planung der einzelnen Fachseminarveranstaltungen waren folgende Aspekte zentral, um den Anspruch an die Professionalisierung im Bereich naturwissenschaftlichen (experimentellen) Unterrichts zu gewährleisten:

- Das Experimentieren als Fachmethode im Sachunterricht etablieren.
- „Sprudelgas“ als fachlichen Gegenstand kennenlernen.
- Die Frage „Was sprudelt in der Brause?“ als ein exemplarisches Beispiel einer „guten Lernaufgabe“ (vgl. MSW 2008 b) herausstellen, die sowohl für den Sachunterricht mit Kindern geeignet ist als auch für die Praxis der Fachseminararbeit.
- Konkrete Praxiserfahrungen bei der Durchführung der verschiedenen „Experimente“ ermöglichen.
- Einen Austausch und eine Reflexion über didaktische und methodische Aspekte zur Planung von Experimenten im Sachunterricht anregen.

Während die Aspekte *Experimentieren als Fachmethode* und *Sprudelgas als fachlicher Gegenstand* bereits in den Kapiteln 2.3 bzw. Kapitel 3.2.2 dargestellt worden sind, geht es im Folgenden darum, die gewählte Lernaufgabe – „Was sprudelt in der Brause?“ – hinsichtlich der Merkmale einer „guten Lernaufgabe“ (vgl. MSW 2008b, S. 13 f.) zu erläutern. Die konkreten didaktisch-methodischen Planungs- und Durchführungsentscheidungen für die gesamte Intervention werden im Anschluss beschrieben.

### **„Was sprudelt in der Brause?“ als exemplarisches Beispiel einer „guten“ Lernaufgabe**

Die sogenannten „guten“ Lernaufgaben (vgl. MSW 2008b) sind das Ergebnis der Entwicklung einer (neuen) Aufgabenkultur, die nach ADAMINA (2013) im Zusammenhang mit den internationalen Schulleistungsstudien (TIMSS, PISA und IGLU) zu sehen sind. Als Reaktion auf das bemängelte „Vermitteln systematischer Wissensstrukturen“ (Adamina 2013, S. 118) im naturwissenschaftlichen Unterricht, richtete sich der Blick in der Folge zunehmend darauf, den Unterricht kompetenzorientiert zu gestalten, indem mehrere Zugangsweisen und Lernwege beim eigenständigen Bearbeiten von Aufgaben ermöglicht werden sollten (vgl. ebd.; MSW 2008b).

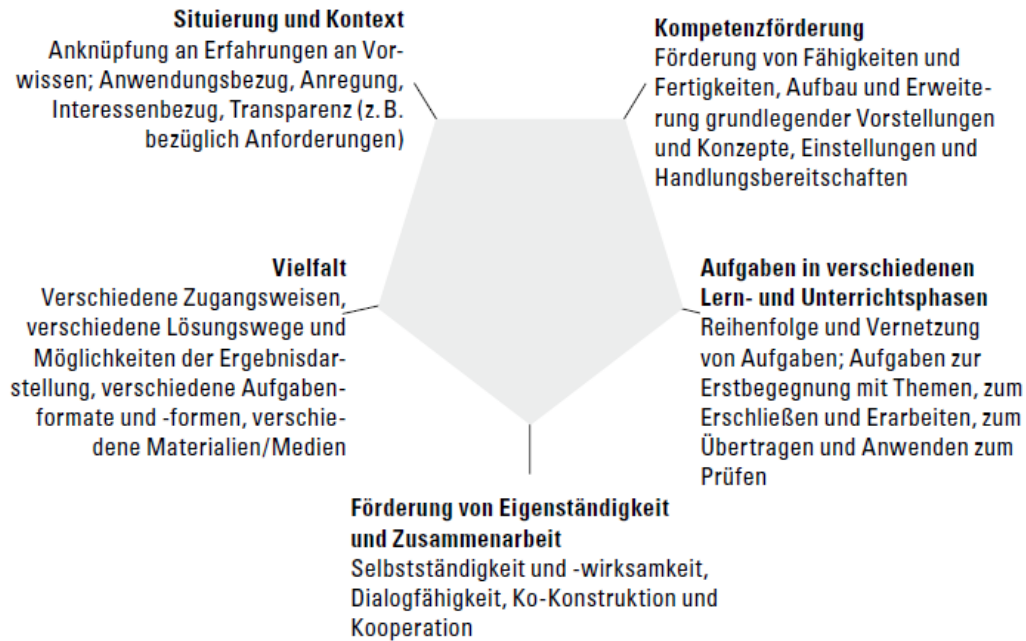
Leistungsaufgaben (Testaufgaben), die beispielsweise bei den Schulleistungsstudien zum Einsatz kommen, eignen sich nicht zum Initiieren eines Lernprozesses. Genau hier setzen Lernaufgaben an, die anders ausgerichtet sind:

„Lernprozesse werden durch andere Aufgaben angeregt, die offener angelegt sein können, prozessorientierte Kompetenzen fokussieren, divergente Lösungsmöglichkeiten zulassen und die Chancen zum Lernen aus Fehlern eröffnen [...]. Lernaufgaben haben deswegen einen ihnen eigenen Aufforderungscharakter, der Schülerinnen und Schüler für einen Gegenstand ‚öffnen‘ soll (Neugier wecken, motivieren zum Entdecken). Dabei haben sie das Potenzial, möglichst viele Schülerinnen und Schüler zu aktivieren [...].“ (Emden & Sumfleth 2015, S. 52 f.)

Anhand guter Lernaufgaben sollen demnach grundlegende Kompetenzen von Kindern gefördert werden. Lernaufgaben müssen daher so gestaltet sein, dass sie auf vielfältige Weise auf die Lernprozesse bzw. Lernmöglichkeiten bei Kindern Einfluss nehmen, wobei hier noch zwischen inhalts- und prozessbezogenen sowie übergeordneten Kompetenzen unterschieden wird (siehe dazu auch Tabelle 4).

Inzwischen finden sich die sogenannten guten Lernaufgaben als zentrales Element der Ausbildung in der zweiten Phase in (fast) allen Fächern wieder.

Nach ADAMINA (2013) bezieht sich die fachdidaktische Qualität dieser Lernaufgaben auf die Einordnung im gesamten Unterrichtskonzept, wie es Abbildung 12 anschaulich verdeutlicht:



**Abbildung 12:** Fünfeck zur Aufgabenkultur. Aus: ADAMINA (2013), S. 119

Für die gewählte Lernaufgabe „Was sprudelt in der Brause?“ können in Anlehnung an ADAMINA (2013, S. 120) die Kennzeichen einer guten Lernaufgabe angewendet werden:

- Das Thema Sprudelgas knüpft an die Erfahrungen und das Vorwissen der Kinder an, da angenommen werden darf, dass jedes Kind in seinem Alltag bereits mehr oder weniger Erfahrungen mit der Kohlensäure eines Erfrischungsgetränks, mit verschiedenen Brause-tabletten oder dem Brausepulver als Süßigkeit gemacht hat.
- Für Kinder ist die Beschäftigung mit dem Thema rund um Brausetabletten, Erfrischungs-getränke und Brausepulver durchaus emotional positiv besetzt. Die Fragen nach dem „Prickeln“ des Brausepulvers und dem „Blubbern“ und „Sprudeln“ einer Brausetablette oder dem „Explodieren“ einer geschüttelten Mineralwasserflasche machen neugierig, sind motivierend und sinnstiftend und können zu weiteren Fragen anregen.
- Auf Basis der bereits vorhandenen Erfahrungen und Präkonzepte der Kinder zum „Sprudelgas“ oder zur „Kohlensäure“ können die beobachtbaren Phänomene neu entdeckt werden und in sachbezogene Konzepte bzw. wissenschaftliche Theorien und Gesetzmäßigkeiten eingeordnet werden (vgl. ebd.). Indem die Kinder beispielsweise entdecken, dass das entstehende Gas beim Auflösen einer Brausetablette nicht Luft ist, sondern ein „anderes“ Gas mit besonderen Eigenschaften – nämlich „schwerer als Luft“ und „es kann Kerzen auslöschen“ – machen sie erste Erfahrungen mit den Stoffeigenschaften Dichte und Brennbarkeit von Kohlenstoffdioxid. In diesem Zusammenhang kann ebenfalls sprachsensibel auf die entsprechenden Fachbegriffe und die Dokumentation der Versuche als Protokoll eingegangen werden.
- Das Wechselspiel von Tätigkeit und kognitiver Lernleistung – im Sinne eines *hands-on as well as minds-on* (vgl. Kapitel 2.3.2) – bei der Durchführung der verschiedenen Experimente



mit „Sprudelgas“ und der Reflexion über die neu entdeckten Eigenschaften des Gases fordern und fördern das Denken und Handeln bezogen auf die Sache und damit die Entwicklung sachbezogener Fähigkeiten und Fertigkeiten.

- Die Lernaufgabe ist so konzipiert und aufbereitet, dass die verschiedenen Eigenschaften des Sprudelgases mithilfe der unterschiedlichen Herangehensweisen des Experimentierens, z. B. als Explorieren, als Demonstrationsversuch oder als Versuch-nach-Anleitung entdeckt werden können, auch unter Hinzunahme differenzierten Materials (z. B. Tippkarten). Damit kann die nötige Passung auf die jeweilige Lerngruppe oder auch einzelne Kinder vorgenommen werden und die individuellen Zugangsweisen, Lern- und Lösungswege für jedes Kind ermöglicht werden.
- Zur eher kreativen Auseinandersetzung und der Entwicklung eigener Ideen anhand der Lernaufgabe sind folgende Forscheraufträge/Forscherfragen gedacht: *Erfinde einen eigenen Feuerlöscher! Welcher Feuerlöscher löscht die meisten Kerzen? Erfinde eine Brauserakete oder ein Brauseboot. Was genau sprudelt denn nun in der Brausetablette?* Um diese offenen, herausfordernden Aufgaben bewältigen zu können, müssen die Kinder bereits anhand der bisher durchgeführten Versuche konkrete Erfahrungen gemacht haben und die Zusammenhänge verstanden haben. Erst dann können sie darauf aufbauend den Transfer leisten, indem sie sich die verschiedenen Eigenschaften des Kohlenstoffdioxids zunutze machen, um beispielsweise ein Brauseboot zu konstruieren. Geeignete Impulse und Differenzierungsmaterial bis hin zur fertigen Versuchsanleitung unterstützen die Kinder bei diesem Lernprozess.
- Die Lernaufgabe als Frage „Was sprudelt in der Brause?“ ist offen und kindgerecht formuliert. So könnte durchaus eine authentische Frage eines Grundschulkindes lauten. Sie ist inhaltlich klar, leicht verständlich und zielbezogen gestellt: Es geht darum herauszufinden, was genau passiert, wenn eine Brausetablette ins Wasser gegeben wird, wie das Sprudeln entsteht oder was genau Kohlensäure ist. Die Fragestellung impliziert direkt (oder mit unterstützenden Impulsen durch die Lehrkraft) darüber nachzudenken, wie eine Antwort auf diese Frage gefunden werden kann. Das heißt, die Frage ist herausfordernd gestellt, und zwar für alle Kinder auf ihren verschiedenen Leistungsniveaus. Um die Frage beantworten zu können, wird eine genauere Planung der Vorgehensweise benötigt. Diese kann entweder von den Kindern selbst geleistet werden oder es braucht eine vorbereitete Lernumgebung durch die Lehrkraft oder eine Kombination aus beidem.
- Indem für die Bearbeitung der Lernaufgabe eine gezielte Auswahl von Versuchen entwickelt und dazu passende Materialboxen für eine Gruppenarbeit zusammengestellt wurden, ist gewährleistet, dass die Kinder alle Materialien zur Verfügung haben, um die Versuche nach Anleitung durchzuführen und zu entsprechenden Lernergebnissen zu kommen. Des Weiteren wird die vorbereitete Lernumgebung um Differenzierungsmaterial, wie etwa Tippkarten mit gestuften Hinweisen und Impulsen, Lernspuren, Bildern und Experimentierbücher sowie eine Materialtheke mit zusätzlichen Labormaterialien und Substanzen erweitert. Die Materialtheke dient vor allem dazu, Kindern, die etwa den genannten Forscherfragen nachgehen und eigene Experimente entwickeln wollen, eine Auswahl an (inspirierenden) Materialien zur Verfügung zu stellen.

- Je nach Leistungsniveau der einzelnen Kinder, können im Rahmen der Reihe zum Experimentieren mit „Sprudelgas“ und insbesondere zur Lernaufgabe individuelle Lernzuwächse erworben werden, die durch die verschiedenen Differenzierungsmaßnahmen und nicht zuletzt durch eine intensive Lernbegleitung seitens der Lehrkraft gefördert und gestützt werden.

Kompetenzerwerb und intendierte Lernziele beim Experimentieren mit „Sprudelgas“		
Kompetenzen		Intendierte Lernziele: Die Kinder ...
Inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen	Fachkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erkennen die (kindgerechten) Eigenschaften eines Gases: Schwerer als Luft, unsichtbar, nicht brennbar, geruchlos, macht Druck, lässt sich von einem Glas in ein anderes Glas gießen.</li> <li>- vergleichen die Eigenschaften des „neuen“ Gases mit denen der Luft.</li> <li>- lernen die Stoffbezeichnung Kohlenstoffdioxid kennen.</li> <li>- lernen die chemische Formel CO<sub>2</sub> kennen.</li> <li>- lernen Fachbegriffe wie z. B. Brennbarkeit, Löslichkeit, (Dichte), unsichtbar, geruchlos u. ä. kontextbezogen kennen.</li> <li>- verbalisieren Sachverhalte.</li> </ul>
	Methodenkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lesen eine Versuchsanleitung.</li> <li>- gehen sachgerecht mit den Materialien um.</li> <li>- explorieren mit vorgegebenem Material.</li> <li>- führen Versuche gewissenhaft durch.</li> <li>- betrachten, beobachten Demonstrationsversuche.</li> <li>- entwickeln eigene Forscherfragen.</li> <li>- entwickeln eigene Experimente.</li> <li>- stellen (begründete) Vermutungen an.</li> <li>- beobachten genau.</li> <li>- beschreiben, deuten, vergleichen Beobachtungen.</li> <li>- argumentieren, reflektieren über Zusammenhänge.</li> <li>- suchen nach Erklärungsansätzen, finden Erklärungen.</li> <li>- dokumentieren ihre Vorgehensweise als Protokoll.</li> </ul>
Übergeordnete Kompetenzen	Sozialkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- arbeiten zielorientiert in Partner- oder Gruppenarbeit und halten sich dabei an die geltenden Regeln.</li> <li>- halten sich an die „Forscherregeln“.</li> <li>- halten sich an die sonst geltenden Klassenregeln (z. B. Gesprächsregeln).</li> <li>- helfen sich gegenseitig bei der Bearbeitung der Aufgaben.</li> </ul>
	Selbstkompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- arbeiten konzentriert und zielgerichtet.</li> <li>- nehmen eine motivierte oder fragende Haltung ein.</li> <li>- stellen eigene Bedürfnisse in der Gruppenarbeit zurück, um gelingend mit anderen zusammenzuarbeiten.</li> <li>- üben sich in (Frustrations-)Toleranz.</li> <li>- nehmen die eigenen Stärken und Schwächen bei der Bearbeitung der Aufgaben wahr und nutzen ggf. Hilfsangebote.</li> <li>- reflektieren den eigenen Lernprozess.</li> </ul>

**Tabelle 4:** Kompetenzerwerb und intendierte Lernziele beim Experimentieren mit „Sprudelgas“

Tabelle 4 zeigt eine Auswahl unterschiedlicher Kompetenzen und intendierter Lernziele, die bei der Bearbeitung der Lernaufgabe „Was sprudelt in der Brause?“ theoretisch von Kindern, aber auch von den Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtlern im Rahmen der Intervention angebahnt und gefördert werden können. In Anlehnung an ADAMINA (2013) werden diese unterschieden in: Fachkompetenzen, Methodenkompetenzen, Sozialkompetenzen und Selbstkompetenzen. Während die Fach- und Methodenkompetenzen als inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen zusammengefasst werden, spricht man bei den Sozial- und Selbstkompetenzen von übergeordneten Kompetenzen (vgl. ebd. S. 126 ff.).

Für die Interventionsmaßnahme sind im Rahmen der Fachseminararbeit Sachunterricht im Zentrum für schulpraktische Lehrerausbildung (Siegen) konkret drei Veranstaltungstermine zu je 120 Minuten angesetzt. Neben dem fachlichen Input zu Sprudelgas/Kohlenstoffdioxid und dem fachmethodischen Input zum Thema Experimentieren liegt der Fokus darauf, möglichst eigenständig viele Experimente und Versuche kennenzulernen und auszuprobieren. Sich dabei selbst quasi in der Rolle der Kinder wiederzufinden, die Experimente (mit und ohne Anleitung) durchzuführen, ermöglicht es den Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtlern, Lernchancen, aber auch Lernhindernisse authentisch-handelnd zu erkennen. Ein Wechsel zurück in die Rolle der Lehrkraft und somit zur Lernbegleitung der Kinder eröffnet die Chance einer vertieften fachdidaktischen Reflexion. Ziel ist es, dass die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtler die Lernaufgabe später für den eigenen Unterricht kind-, sach- und zielgerecht elementarisieren können. Beim intendierten Kompetenzerwerb, wie er in Tabelle 4 beispielhaft dargelegt ist, muss demnach unterschieden werden, ob diese Lernaufgabe bzw. Unterrichtsreihe zum Experimentieren mit „Sprudelgas“ tatsächlich in einer Schulklasse mit Kindern oder – wie hier – mit Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtlern im Rahmen der Fachseminararbeit Sachunterricht durchgeführt wird. Die in Tabelle 4 dargestellten, möglichen (wahrscheinlichen) Lernzuwächse im Sinne eines Kompetenzerwerbs sind somit nicht vollständig abgebildet.

Die nach GEISLER benannte Lehrmethode des *pädagogischen Doppeldeckers*<sup>37</sup> (vgl. Wahl 2002, S. 234; Wahl 2020, S. 214 ff.; Widulle 2009, S. 76f.), die einen ständigen Perspektivwechsel ermöglicht und damit auch ein hohes Maß an Flexibilität und Reflexionsvermögen erfordert, hat sich in der Ausbildung bewährt (vgl. Abels 2011, S. 124 f.) und ist bei der Planung der konkreten methodisch-didaktischen Durchführung für die gesamte Interventionsmaßnahme konsequent strukturell verankert. Um den Perspektivwechsel im Sinne

---

<sup>37</sup> Laut WAHL (2020) ist „die Art und Weise, wie Lehren und Lernen bei Erwachsenen verläuft, auch eine Art Modell dafür, wie Lehren und Lernen ablaufen sollten, wenn die Lernenden zu Lehrenden werden. Man nennt dies nach Geissler (1985) den ‚Pädagogischen Doppeldecker‘“ (ebd., S. 19).

des *pädagogischen Doppeldeckers* stärker durch „metakommunikative Phasen“ (Wahl 2020, S. 215) bewusst zu machen, werden in Anlehnung an HÖTTECKE & SCHECKER (2021, S. 411) *reflection corners* (Gedankenecken) eingerichtet. Die *reflection corners* befinden sich räumlich extra abgetrennt von den Experimentierstationen und sind ausgestattet mit Stehtischen, Flipcharts, Stiften und Moderationskarten zur Dokumentation und Präsentation von Ergebnissen. In diesen Phasen werden die zuvor gemachten praktischen Erfahrungen kriteriengeleitet – unterstützt durch entsprechende Impulse mit und ohne Moderation durch die Fachleiterinnen – reflektiert und dokumentiert.

Die drei Fachseminarsitzungen, die von der Pre- und Postbefragung flankiert werden, sind so geplant, dass für die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtern zunächst eine Transparenz über die gesamte Intervention geschaffen wird, um sie über den geplanten Ablauf und die Ziele zu informieren.

Ziel der ersten Fachseminarsitzung ist, dass das Experimentieren als Fachmethode (siehe Kapitel 2.3) sukzessive von den Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtern sowohl theoretisch als auch praktisch erarbeitet wird. Mit einem Impulsvortrag als Input werden die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter über die fachdidaktische Theorie sowie curriculare Vorgaben informiert. Außerdem wird das sogenannte „Experiment der Woche“ (siehe Kapitel 2.3.2) anhand eines Films vorgestellt. Die erste Fachseminarsitzung ist, im Gegensatz zu den folgenden zwei Fachseminarsitzungen, dadurch gekennzeichnet, dass die angehenden Lehrkräfte von den Fachleiterinnen während der praktischen Phasen relativ engmaschig betreut und angeleitet werden, damit deutlich wird, dass die Auswahl, die Planung und die Gestaltung der einzelnen fachmethodischen Schritte im Experimentalunterricht von großer Bedeutsamkeit sind, um Lernprozesse anzustoßen und Kompetenzerwerb anzubahnen.<sup>38</sup>

Die praktischen Phasen sind strukturell folgendermaßen geplant:

- *Explorieren* – Zu Beginn der Fachseminarsitzung startet die erste praktische Aufgabe ohne weitere Erklärung mit dem Hinweis: „Hier gibt es etwas zu entdecken!“. Die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter sind aufgefordert, sich in kleinen Gruppen ohne Vorgaben mit dem bereitgestellten Material<sup>39</sup> zu beschäftigen und eigenen Ideen folgend kleine Experimente auszuprobieren. Im anschließenden Gespräch wird über das genaue Be-

---

<sup>38</sup> Damit die Intervention einerseits genügend Gelegenheit zum praktischen Experimentieren und Entdecken bietet, andererseits aber genügend Zeit zur Verfügung steht, um dem hohen Anspruch an die Reflexion über die fachdidaktische und fachmethodische Unterrichtsplanung und Unterrichtsdurchführung gerecht zu werden, sind die drei Veranstaltungstermine in Anlehnung an den *cognitive apprenticeship-Ansatz* (vgl. Collins, Brown & Newman 1989; Kollar & Fischer 2019, S. 341; Wahl 2020, S. 214 f.) geplant und strukturiert.

<sup>39</sup> Das bereitgestellte Material forderte dazu auf, den sogenannten „Rosinenaufzug“ (siehe Tabelle 2, Kapitel 3.2.1) zu entdecken.

obachten und die Chancen des Explorierens reflektiert, die darin liegen, dass es beispielsweise als Standortbestimmung hilfreich und notwendig sein kann, um sich über die vorhandenen Präkonzepte bzw. das Vorwissen der Kinder bzw. der Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter zu informieren.

- *Demonstrationsversuch* – Die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter bekommen ohne weitere Erläuterungen den Versuch „Einen Luftballon mal anders aufblasen“ (siehe Tabelle 2, Kapitel 3.2.1) vorgeführt. Danach dokumentieren sie den Versuch als Forscherprotokoll. Im anschließenden Austausch soll deutlich werden, welche Kompetenzen Kinder (oder Lehramtsanwärterinnen bzw. Lehramtsanwärter) brauchen, um diesen Demonstrationsversuch zu verfolgen und zu dokumentieren. Es wird geklärt, dass bei dieser Vorgehensweise das genaue Beobachten, das Vermuten und das Dokumentieren (mit Zeichnung/Beschriftung) zentral sind. Je nachdem, wie ausführlich der Versuch besprochen wird, können die Fragen entwickelt werden: „Was ist in dem Luftballon? Ist es Luft oder ein anderes Gas?“. Diese Fragen können in der Folge als Forscherfrage für ein eigenes zu entwickelndes Experiment dienen.
- *Versuch nach Anleitung* – Die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter führen den Versuch „Der Brausetabletten-Feuerlöscher“ (siehe Tabelle 2, Kapitel 3.2.1) zu zweit durch und tauschen sich im Anschluss über Lernprozesse und Kompetenzerwerb aus, vor allem bezüglich des höheren Anspruchs beim selbstständigen Durchführen von Versuchen im Vergleich zum reinen Beobachten eines Demonstrationsversuchs. Darüber hinaus wird erwartet, dass alle Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter zu der Erkenntnis gelangen, dass das entstehende Kohlenstoffdioxid (der Fachbegriff für dieses Gas wird erst jetzt, soweit nicht schon bekannt, eingeführt) dafür verantwortlich ist, dass bei diesem Versuch die Kerze gelöscht wird.
- *Einer Forscherfrage nachgehen und ein eigenes Experiment entwickeln* – Nachdem die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter bis zu diesem Zeitpunkt bereits in drei „Experimenten“ Erfahrungen mit „Sprudelgas“ gemacht und Erkenntnisse gewonnen haben, sollen sie im Folgenden die Forscherfrage beantworten: „Was ist in dem Luftballon? Ist es Luft oder ein anderes Gas?“. Sie werden aufgefordert, dazu ein eigenes Experiment zu entwickeln, um zu „beweisen“, dass in dem Luftballon ebenfalls Kohlenstoffdioxid enthalten ist. Die Fachleiterinnen stehen den Teams individuell als Unterstützung zur Verfügung bzw. leiten sie an, ein passendes Experiment zu entwickeln.

In der zweiten und dritten Fachseminarsitzung werden die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter mehr gefordert, ihre eigenen Fähigkeiten und Fertigkeiten einzubringen. Die Fachleiterinnen reduzieren daher – ganz im Sinne des *cognitive apprenticeship-Ansatzes* – die Intensität der Lernbegleitung. Dennoch stehen sie bei Bedarf zur Verfügung. Zentrale Aufgabe der Fachleiterinnen ist es, die Reflexionsphasen in den *reflection corners* zu moderieren. Die vorbereiteten Lernarrangements sind für die zweite und dritte Fachseminarsitzung (auch räumlich) offener gestaltet, damit die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter die Lernaufgabe „Was sprudelt in der Brause?“ in Partnerarbeit auf

ihrem individuellen Leistungsniveau möglichst selbstständig erarbeiten können. Dazu erhalten sie eine Mappe mit den erforderlichen Unterlagen: Versuchsanleitungen, Aufgabenstellungen, Protokollvorlagen, Hinweise mit möglichen Hilfen, Reflexionsimpulse u. ä. sowie einen Verlaufsplan, der sowohl Pflicht- als auch Wahlaufgaben enthält. Außerdem steht für jedes Team eine Materialbox bereit, die alle benötigten Utensilien zur Durchführung der verschiedenen Versuche oder Experimente enthält. Für die Bearbeitung der Lernaufgabe sind zudem Hilfe-Tische mit gestuften Tippkarten vorbereitet sowie eine zusätzliche Materialtheke, die es ermöglichen soll, Verbrauchsmaterialien zu ersetzen oder materialgesteuert für weiterführende Experimente zu inspirieren.

Auf dem Verlaufsplan sind neben der Versuchsabfolge auch die Phasen des Perspektivwechsels vorgegeben, d. h., dass die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter nach der Durchführung bestimmter Versuche (z. B. nach Anleitung) die Aufforderung erhalten, sich in eine *reflection corner* zu begeben. Dort wird mit der Fachleiterin beispielsweise darüber nachgedacht, welche Eigenschaften des Kohlenstoffdioxids in den zuvor durchgeführten Versuchen von Kindern entdeckt werden konnten. Anknüpfend daran wird diskutiert, wie diese Erkenntnisse genutzt werden könnten, um eine herausfordernde weiterführende Frage gemeinsam mit Kindern zu erarbeiten. Ausgehend von den gefundenen Eigenschaften des „Sprudelgases“ wäre es dann möglich, dass einzelne Kinder – und auch die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter – sich ein eigenes Experiment überlegen, während andere Kinder (bzw. Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter) im Sinne einer Maßnahme zur Differenzierung den Forschungskreis erneut mit einem weiteren Versuch nach Anleitung durchlaufen, um die Forscherfrage beantworten zu können. Somit soll gewährleistet werden, dass die verschiedenen in der ersten Fachseminarsitzung besprochenen und angeleiteten Herangehensweisen beim Experimentieren auf unterschiedlichem Niveau praktisch selbst durchgeführt werden und dabei gleichzeitig über Chancen, Herausforderungen und Grenzen reflektiert wird.

Während der gesamten Intervention haben die angehenden Lehrkräfte jederzeit die Möglichkeit, über persönliche „Stolpersteine“ mit ihren Kolleginnen und Kollegen und/oder mit den Fachleiterinnen ins Gespräch zu kommen. Zu erwartende „Stolpersteine“ können beispielsweise Fragen zur Differenzierung, Inklusion und Heterogenität, Sprachförderung, zum Zeitmanagement, zum an der Schule vorhandenen bzw. nicht vorhandenem Material oder der Durchführung ohne weitere Unterstützung eines Erwachsenen in der Klasse sein.

Über das vorbereitete Lernarrangement zur Klärung der Lernaufgabe hinaus ist die Lernumgebung mit zusätzlichen Lerngelegenheiten – auch als didaktische Reserve gedacht –

vorbereitet. Dazu gehört ein Büchertisch mit einer großen Auswahl an verschiedenen Experimentierbüchern oder Experimentierkarteien zur Ansicht.

Um zu verdeutlichen, dass das fachliche Thema „Kohlenstoffdioxid“ auch über die Lernaufgabe „Was sprudelt in der Brause?“ hinaus eine Fülle an Möglichkeiten bietet, mit Kindern zu forschen, wird eine zweite Lernaufgabe („Als CO<sub>2</sub>-Detektive unterwegs“) als Impuls zum Weiterdenken, Forschen und Diskutieren angeboten. Diese umfasst folgende Themen bzw. Impulse:

- CO<sub>2</sub>-Detektive im Haushalt
- CO<sub>2</sub>-Detektive in der Küche
- CO<sub>2</sub>-Detektive in der Natur
- CO<sub>2</sub>-Detektive und die Chemie

Während die Angebote zur Bearbeitung der Lernaufgabe „Was sprudelt in der Brause?“ für alle Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter obligatorisch sind, sind die Thementische zur Lernaufgabe „Als CO<sub>2</sub>-Detektive unterwegs“ optional.

Im Anschluss an die dritte und letzte Fachseminarsitzung wird im Plenum gemeinsam mit allen die gesamte Intervention mit den beiden Fachleiterinnen abschließend reflektiert. Zum Abschluss der Interventionsmaßnahme wird die Post-Befragung von einem Mitarbeiter der Universität Siegen durchgeführt.

## 4 Methodisches Vorgehen

Nachfolgend wird dargelegt, mit welchen Methoden die in Kapitel 3 vorgestellten Ziele des Forschungsprojekts erreicht werden sollen bzw. wie die Forschungsfrage – *Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel „Sprudelgas“ das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit und das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtern im Vorbereitungsdienst langfristig stärken?* – beantwortet werden kann.

Die Interventionsstudie ist als Längsschnittstudie mit einer Pre-Post-Follow-up-Befragung mit fakultativen Interviews angelegt. Kapitel 4.1 beinhaltet dazu eine forschungsmethodische Verortung, die Aufschluss über das Forschungsdesign und den zeitlichen Rahmen der Studie gibt. Weil ein *Mixed-Methods*-Ansatz nach dem „Vertiefungsdesign“ (Kuckartz 2014, S. 77) genutzt wird, welcher eine sequenzielle Kombination quantitativer und qualitativer Forschungsmethoden vorsieht, werden einzelne Aspekte wie typische Merkmale, Gütekriterien und Vorgehensweisen der jeweiligen Forschungsrichtungen bei der Darstellung der forschungsmethodischen Verortung in Kapitel 4.1 kurz dargelegt. Auf eine explizite, ausführliche Beschreibung und Gegenüberstellung der in der Bildungsforschung prinzipiell verwendeten empirischen Forschungsmethoden wird indes verzichtet. Hinweise zur Erstellung der Instrumente für die Datenerhebung finden sich in Kapitel 4.2 unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Vorgehensweisen bei der Datenauswertung der quantitativen und qualitativen Teilstudien.

In Kapitel 4.3 wird die durchgeführte Pilotstudie zur Validierung des Fragebogens mit entsprechenden Angaben zur Stichprobe, Datenaufbereitung, Testgütekriterien und Datenanalyse vorgestellt.

Die Beschreibung und Auswertung der Interventionsstudie erfolgt in Kapitel 5.



## 4.1 Forschungsdesign: forschungsmethodische Verortung

Um der Forschungsfrage – Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel „Sprudelgas“ das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit und das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärttern im Vorbereitungsdienst langfristig stärken? – nachzugehen, ist die Studie als Längsschnittstudie angelegt (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 211):

- Während der ersten Forschungsphase, in der die Intervention zum Thema „Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas“ stattfindet, werden die Daten der Stichprobe (Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtter im Vorbereitungsdienst) in Form eines *paper-pencil*-Fragebogens (quantitativ im Pre-Post-Design) erhoben und im Anschluss sowohl mit dem Fokus auf eine Gruppenauswertung als auch mit Blick auf eine Einzelfallbetrachtung ausgewertet.
- In der zweiten Forschungsphase nach etwa zwei Jahren wird der gleiche Fragebogen für eine Follow-up-Befragung eingesetzt und ebenfalls quantitativ ausgewertet – mit dem Fokus auf einzelne Fälle, die für die Interviews ausgewählt werden.
- In der dritten Forschungsphase, die sich zeitlich direkt an die Auswertung der Follow-up-Befragung anschließt, werden einzelne Personen anhand von Interviews weiter beforscht und das vorliegende Datenmaterial qualitativ in Anlehnung an das Verfahren der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ (2018) bzw. KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) ausgewertet.

Mit dieser Vorgehensweise wird im Rahmen dieses Forschungsprojekts ein *Mixed-Methods*-Ansatz aus der Kombination und Integration von *quantitativen Methoden* (Befragungen mit Messwiederholung) und *qualitativen Methoden* (Interviews) genutzt (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 184 f.; Kuckartz 2014, S. 33; Kuckartz & Rädiker 2022, S. 20 f.). Das heißt, dass die Ergebnisse der ersten und zweiten Forschungsphase (Befragungen im Pre-Post-Follow-up-Vergleich) durch die Interviews der dritten Forschungsphase validiert, vertieft untersucht und ergänzt werden. Die Integration beider Methodenstränge erfolgt in der Schlussphase der Studie (siehe Kapitel 6). Somit handelt es sich bei diesem Forschungsprojekt um zwei Teilstudien (Forschungsphase 1/2: quantitativ, Forschungsphase 3: qualitativ), die sich inhaltlich direkt aufeinander beziehen.

Bei der Forschungsphase 1/2 handelt es sich um eine Interventionsstudie, in deren Rahmen zunächst Daten im Pre-Post-Vergleich entlang der zu untersuchenden Merkmale erhoben und ausgewertet werden und dann mit den Daten der Messwiederholung nach zwei Jahren verglichen werden. Ziel der Interventionsstudie ist es, mögliche positive und/oder negative Effekte der Intervention bezogen auf die Merkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen innerhalb der Stichprobe zu erfassen. Wenn es die Datenlage erlaubt, sollen Typen identifiziert werden und diese mit denen der

Follow-up-Befragung verglichen werden. Erwartet wird, dass nach der ersten (quantitativen) Teilstudie, vorbehaltlich der relativ kleinen Stichprobe, allgemeine Aussagen zur Wirksamkeit der Intervention gemacht werden können, die möglicherweise in einen größeren Zusammenhang gestellt bzw. verallgemeinert werden können.

Da es aber von besonderem Interesse ist, auch moderierende Variablen, die eventuell zuvor quantitativ nicht miterfasst werden konnten und möglicherweise durch den Schulalltag bedingt werden, zu erfassen, wird die zweite Teilstudie qualitativ als Einzelfallstudie durchgeführt. Nach KUCKARTZ (2014) führt ein *Mixed-Methods*-Ansatz zu einem Mehrwert, weil man so ein „komplexes Problem besser verstehen [kann], wenn man beide Seiten beleuchtet, die quantitative des Zählens und die qualitative des Sinnverstehens“ (ebd., S. 53). Kontextualisierungen quantitativer Forschungsergebnisse können durch qualitative Forschung ein besseres Verstehen des untersuchten Problems ermöglichen. Erwartet wird, dass damit das Wissen und die Erkenntnisse des gesamten Projekts umfangreicher, mehrperspektivischer und vollständiger sind (vgl. ebd., S. 54). Die geplante Vorgehensweise bei diesem Forschungsprojekt kann als sequenzieller *Mixed-Methods*-Ansatz mit Vertiefungsdesign (*explanatory design*) bezeichnet werden (vgl. ebd., S 77 f.).

Abbildung 13 zeigt die zeitlichen und methodischen Schritte des Forschungsdesigns:



**Abbildung 13:** Anschauliche Darstellung der zeitlichen und methodischen Schritte des Forschungsdesigns

Die konkrete Ausgestaltung der einzelnen Planungsschritte ist in Tabelle 5 zusammengefasst:

Planungsschritte	Konkrete Ausgestaltung	
<b>Forschungsfrage</b>	Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel „Sprudelgas“ das <i>Interesse</i> , das <i>Fähigkeitsselbstkonzept</i> , die <i>Selbstwirksamkeit</i> bzw. das <i>Professionswissen</i> von Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärttern im Vorbereitungsdienst langfristig stärken?	
<b>Untersuchungsdesign</b>	Längsschnittstudie mit <i>Mixed-Methods</i> -Ansatz (Vertiefungsdesign): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantitative Teilstudie: Quasi-experimentelle Fallstudie mit Interventionsmaßnahme im Pre-Post-Design; Follow-Up-Fragebogen nach ca. 2 Jahren</li> <li>• Stichprobe der quantitative Teilstudie: Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtter (<math>N = 15</math>) bzw. Junglehrerinnen und Junglehrer (<math>N = 8</math>)</li> <li>• Qualitative Teilstudie mit fakultativen Interviews</li> <li>• Stichprobe der qualitativen Teilstudie: Junglehrerinnen (<math>N = 3</math>)</li> </ul>	
<b>Datenerhebung und Datenanalyse</b>	<b>Geschlossene Fragebögen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassen der Konstrukte: <i>Interesse</i>, <i>Fähigkeitsselbstkonzept</i>, <i>Selbstwirksamkeit</i>, <i>Professionswissen</i></li> <li>• Auswertung: quantitativ per SPSS</li> </ul>	<b>Fakultative Leitfadeninterviews</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikative Validierung (explanativ)</li> <li>• Auswertung: qualitative Inhaltsanalyse (Codierung per MAXQDA)</li> </ul>

**Tabelle 5:** Konkrete Ausgestaltung der einzelnen Planungsschritte des Forschungsdesigns

## 4.2 Erhebungsinstrumente

Zur Datenerhebung und Auswertung werden sowohl Fragebögen im Pre-Post-Follow-up-Design als auch leitfadengestützte Interviews eingesetzt. Die Auswertung der Fragebögen erfolgt quantitativ mithilfe der Computersoftware SPSS. Bei der Auswertung der Interviews wird die qualitative Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ (2018) bzw. KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) genutzt und dabei die Computersoftware MAXQDA eingesetzt.

### 4.2.1 Erhebungsinstrument zur Selbsteinschätzung – Fragebogen

Professionswissen lässt sich anhand entsprechend entwickelter Testverfahren erfassen, beispielsweise mit Fragebögen (kognitive Wissensabfrage bzw. Selbsteinschätzung), Videographie oder Interviews (vgl. Borowski et al. 2010, S. 342). Die Konstrukte Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeit werden dagegen in der Regel ausschließlich durch Selbsteinschätzung mit sogenannten *Selbstberichtsinstrumenten* erhoben (vgl. Bong & Skaalvik 2003, S. 7; Möller & Trautwein 2020, S. 196 f.): „Unter Selbstberichtsinstrumenten werden Verfahren verstanden, bei denen eine Person sich selbst bezüglich interessierender Eigenschaften oder Verhaltensweisen einschätzen soll“ (Wilhelm & Kunina-Habenicht 2020, S. 327). Oftmals dient eine Likert-Skala als normatives Verfahren und gestattet so „einen interindividuellen Vergleich, denn jede Person bewertet jede vorgegebene Tätigkeit auf einer Ratingskala z. B. hinsichtlich ihres Interesses“ (Döring & Bortz 2016, S. 460).

Zur Erhebung der Konstrukte *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept* und *Selbstwirksamkeit* liegen bereits speziell für die naturwissenschaftliche Domäne im schulischen Kontext operationalisierte und validierte Instrumente von SCHMIDT (2015), MÉZES (2016) und JANSSEN (2015) vor, die allerdings mit unterschiedlichen Stichproben zu unterschiedlichen Inhalten arbeiten (siehe Kapitel 2.4). Diese Instrumente werden für die vorliegende Studie kombiniert und in adaptierter Form genutzt. Der Rückgriff auf bereits validierte und in operationalisierter Form vorliegende Items bietet sich an, um etwaige „Mängel in der Frageformulierung“ (Baur & Blasius 2022, S. 13) weitgehend auszuschließen. Ferner wird dadurch ermöglicht, die Datenlage und Datenauswertung erforderlichenfalls mit den bereits vorliegenden Studien grob vergleichen zu können. Die Fragebögen werden für die vorliegende Studie inhaltlich so adaptiert, dass sie für die Stichprobe angehender Lehrkräfte geeignet sind und sich explizit auf den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule bzw. das Experimentieren im Sachunterricht beziehen. Die Pilot-Studie (siehe Kapitel 4.3) soll sicherstellen, dass die adaptierte Fassung des Fragebogens die Konstrukte misst, die gemessen werden sollen.

Im Fragebogen werden ratingskalierte Fragenformate mit Likert-Skala genutzt, die das subjektive Empfinden bzw. die Selbsteinschätzung der Befragten abbilden. Die adaptierten Fragebögen von SCHMIDT (2015), MEZÉS (2016) und JANSSEN (2015) weisen sowohl 4er-Likert-Skalen, 5er-Likert-Skalen als auch eine 4er-Likert-Skala mit „weiß-nicht“-Option auf. Während DÖRING & BORTZ (2016) betonen: „Typischerweise werden 5-stufige Ratingskalen verwendet“ (ebd., S. 269), argumentieren TIEMANN & KÖRBS (2014), dass eine 4er-Likert-Skala eine „polarisierte Meinung der Befragten“ (ebd., S. 285) erzeuge, um eine Tendenz zur Mitte (wie bei 5er-Likert-Skala) auszuschließen. Um die Struktur der adaptierten Fragebögen weitestgehend zu erhalten, wird entschieden, die unterschiedliche Mehrstufigkeit beizubehalten. Bei der Auswertung der Fragebögen muss dieser Umstand entsprechend berücksichtigt und die Daten sorgfältig analysiert werden (vgl. Kapitel 5.1.2).

### **Items zum Merkmal Interesse**

Inhaltlich sind die Fragen zum Merkmal Interesse so gestellt, dass sie ein möglichst breites Antwortspektrum zulassen. Die Befragten werden angeregt, ihr je persönliches Interesse bezüglich unterschiedlicher Facetten oder Niveaus zu reflektieren und eine Einschätzung vorzunehmen. Beim Merkmal Interesse werden drei Skalen unterschieden, die mit beispielhaften Items in Tabelle 6 angegeben sind:

- Interesse an Experimenten beruflich und privat
- Interesse beim Experimentieren
- Interesse an Naturwissenschaften allgemein

### **Items zum Merkmal Fähigkeitsselbstkonzept**

Die Items, die sich auf das Fähigkeitsselbstkonzept beziehen, erfragen bei den Probanden, mit welchen bereits vorhandenen (vertieften) Erkenntnissen und Fähigkeiten, aber auch mit welcher affektiven Selbstbewertung sie sich dem Experimentieren zuwenden. Die Items, die zusammengefasst der Skala „Persönliche Herausforderung beim Experimentieren“ zugeordnet sind, zielen konkret auf das *experimentbezogene* Fähigkeitsselbstkonzept ab (siehe Kapitel 2.5.2)<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> Die Items zum Fähigkeitsselbstkonzept sind bei MÉZES (2016) dem Merkmal Interesse untergeordnet. Einer Arbeitsdefinition von *Academic self-concept* (vgl. Bong & Skaalvik 2003, S. 10) folgend, treffen auf die Items jedoch folgende Aspekte zu: Wissen und Wahrnehmungen über sich selbst in Leistungssituationen, wahrgenommene Kompetenz, kognitive und affektive Selbstbewertung, bereichsspezifisch. Es wird daher entschieden, einige der Items dem Merkmal Fähigkeitsselbstkonzept zuzuordnen, da angenommen werden darf, dass anhand dieser Items gezielt erfasst werden kann, ob eine Person nicht nur ein vertieftes (Sach-)Interesse am Experimentieren zeigt, sondern auch bereits kognitive Fähigkeiten und Erkenntnisse besitzt und gezielt anwendet.

### **Items zum Merkmal Selbstwirksamkeit**

Die Items, die das Merkmal Selbstwirksamkeit erfassen, beziehen sich einerseits auf die Planung und die Durchführung naturwissenschaftlicher Experimente im Sachunterricht und andererseits auf die Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz bei der praktischen Durchführung von Experimenten. Anhand dieser Items kann zwischen der empfundenen Selbstwirksamkeit beim eigenständigen Experimentieren und dem Unterrichten von Experimentalunterricht unterschieden werden:

- Selbstwirksamkeit beim Experimentieren
- Selbstwirksamkeit bzgl. des Unterrichtens

### **Items zum Merkmal Professionswissen**

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes erfolgt das Erfassen des Professionswissens zum Experimentieren im Sachunterricht nach dem Verfahren einer Selbsteinschätzung. Nach KÖNIG et al. (2012) existieren in der empirischen Lehrerbildungsforschung seit längerem „zahlreiche Studien, die relevante Kompetenzen angehender Lehrkräfte über Selbsteinschätzungsverfahren erheben“ (ebd., S. 487). Zu diesen relevanten Kompetenzen zählt vor allem das Professionswissen. Die Ergebnisse solcher Studien werden jedoch auch teilweise kritisch diskutiert und deshalb Verfahren gefordert, Kompetenzen bzw. Teil-Kompetenzen der Lehrkräfte standardisiert mit Diagnose-Tests zu erfassen (vgl. ebd., S. 477). Während solche Tests eher „inhaltlich eng umgrenztes Wissen“ (ebd., S. 488) messen, seien „Selbsteinschätzungen [...] dagegen breiter angelegt und möglicherweise weniger eng an die Ausbildung gekoppelt“ (ebd.). Im Rahmen dieses Forschungsprojektes kann daher angenommen werden, dass das Erfassen des Professionswissens zum Experimentieren im Sachunterricht mit dem Verfahren der Selbsteinschätzung vor dem Hintergrund des angeführten Diskurses zielführend ist.

Die Entwicklung des eigenen Fragebogens zum Professionswissen ist angelehnt an die COACTIV-Studie (vgl. Baumert & Kunter 2006, 2011, 2013; siehe Kapitel 2.5.4), bei der die Unterscheidung der Kompetenzbereiche in fachliches Wissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen erfolgt – was hier explizit auf das Experimentieren im Sachunterricht fokussiert wird. Die drei Kompetenzbereiche sind in einzelne Facetten ausdifferenziert, die sich auf konzeptuelles Wissen, prozedurales und deklaratives Wissen beziehen und durch konkrete Indikatoren operationalisiert sind (vgl. Baumert & Kunter 2011, S. 33). Für die Operationalisierung der drei Konstrukte des Professionswissens sind die Items so formuliert, dass die im Rahmen der Ausbildung (insbesondere der Intervention) erworbenen oder noch zu erwerbenden Kenntnisse und Erfahrungen zum Experimentieren im Sachunterricht erfasst werden können. Bezogen auf den Kompetenzbereich fachliches

Wissen wird auf die Erfassung domänenspezifischer chemischer Inhalte z. B. zu Kohlenstoffdioxid verzichtet, da der Fragebogen nicht als Messinstrument zum Erfassen eines Verständnisses domänenspezifischer Sachinhalte dient. Vielmehr soll die Selbsteinschätzung bezüglich eines experimentbezogenen Verständnisses bzw. des Wissens über strukturelle Sachverhalte und typische Wissensbildungsprozesse – wie etwa die Kenntnis der Bedeutung einzelner Forscherschritte – bei der Planung und Durchführung von Experimentalunterricht erfasst werden. Dabei werden freilich implizit fachdidaktische Überlegungen mit erhoben bzw. können nicht trennscharf abgegrenzt werden (vgl. Baumert & Kunter 2011, S. 36).

Im Rahmen einer Pilotstudie werden im Sinne eines Gesamtinstruments sowohl der selbst entwickelte Fragebogen zum Professionswissen als auch die adaptierten Fragebögen getestet, überarbeitet und modifiziert (siehe Kapitel 4.3).

Merkmal/ Kategorie	Skala	$\Sigma$ Items	Muster-Item	adaptiert nach
<b>Interesse</b>	Interesse beruflich und privat	13	Ich eigne mir gerne neues Wissen über das Thema „naturwissenschaftliche Experimente“ an.	JANSSEN (2015), SCHMIDT (2015)
	Interesse beim Experimentieren	10	Beim Experimentieren möchte ich meine eigene Vermutung überprüfen	MÉZES (2016)
	Interesse an Naturwissenschaften	5	Ich lese gern etwas über Naturwissenschaften.	SCHMIDT (2015)
<b>Fähigkeitsselbstkonzept</b>	Persönliche Herausforderung beim Experimentieren	10	Beim Experimentieren möchte ich Aufgaben bekommen, deren Durchführung eine Herausforderung ist.	MÉZES (2016)
<b>Selbstwirksamkeit</b>	Selbstwirksamkeit beim Experimentieren	10	Auch wenn ich besonders genau arbeiten muss, gelingen mir die Experimente.	MÉZES (2016)
	Selbstwirksamkeit bzgl. des Unterrichts	6	Ich kann Grundschulkindern naturwissenschaftliche Experimente verständlich vermitteln.	SCHMIDT (2015)
<b>Professionswissen zum Experimentieren im Sachunterricht</b>	Fachliches Wissen	6	Ich kenne verschiedene Methoden des Experimentierens	Eigener Fragebogen
	Fachdidaktisches Wissen	10	Mir ist es wichtig, dass Kinder nicht nur Versuche nach Anleitung durchführen, sondern auch eigene Forscherfragen entwickeln.	Eigener Fragebogen
	Pädagogisches Wissen	6	Naturwissenschaftliche Experimente im Sachunterricht motivieren Grundschul-kinder.	Eigener Fragebogen

**Tabelle 6:** Entwicklung des Fragebogens zum Einsatz bei Pre-Post-Follow-up-Befragung, strukturiert nach Merkmalen, Skalen, Anzahl Item/Skala, Beispielen und Autoren

Der in der Hauptstudie eingesetzte Fragebogen als Gesamtinstrument umfasst letztlich 99 Fragen (inklusive 13 Fragen zum Ausbildungshintergrund). Tabelle 6 zeigt die Anzahl und Verteilung von 76 Items (ohne die Items zum Ausbildungshintergrund<sup>41</sup>), sortiert nach Merkmalen/Kategorien und Subkategorien/Skalen, die zur Datenauswertung nach der ersten Befragung vorliegen, nachdem zehn Items bei der Datenaufbereitung aus dem Test entfernt werden (siehe Kapitel 5.1.2 und Kapitel 5.1.3; vollständiger-Fragebogen: siehe Anhang B).

#### **4.2.2 Erhebungsinstrument zur Kontextanalyse und Erfassung von Langzeiteffekten – Leitfadeninterviews**

Die Ergebnisse der Interventionsstudie werden durch Interviews vertieft analysiert. Dazu wird ein Interviewleitfaden (Anhang C) erstellt, der die Merkmale *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept*, *Selbstwirksamkeit* und *Professionswissen* als leitende Kategorien beinhaltet und um weitere Impulsfragen erweitert ist. Die Interviews (Anhang D) werden nach der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ (2018) bzw. KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) ausgewertet. Im Interview sollen die Personen mit den Auswertungsergebnissen bzw. der Interpretation konfrontiert werden und die Möglichkeit haben, diese gegebenenfalls zu bestätigen, zu negieren oder zu erläutern. Dazu wird für jede Person ein individueller Interviewplan auf Grundlage des Interviewleitfadens erstellt, der die individuellen Ergebnisse (als Mittelwerte entlang der neun Skalen) der Pre-Post-Follow-up-Befragungen im Vergleich enthält. Anknüpfend an die Ergebnisse der Selbsteinschätzung zu den Merkmalen enthält der Interviewleitfaden zusätzlich Impulsfragen, anhand derer sich ein Gespräch entwickeln kann. Der Interviewleitfaden weist folgende Struktur auf:

##### **1. Vorbereitung und Einführung**

Nach einer Begrüßung wird der Lehrkraft erläutert, worum es in dem Interview inhaltlich geht und der Rückbezug zur Intervention und den Befragungen hergestellt. Es wird ein Zeitrahmen von etwa 30 Minuten festgelegt sowie auf die Freiwilligkeit und Vertraulichkeit hingewiesen. Ebenso wird das Einverständnis zur Audioaufnahme eingeholt und die Möglichkeit gegeben Rückfragen zu stellen.

---

<sup>41</sup> In der Pre-Befragung wurde in Anlehnung an SCHMIDT (2015) auch der Ausbildungshintergrund der Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter erhoben, da angenommen wurde, dass es diesbezüglich zu großen Unterschieden kommen kann und die weitere Auswertung möglicherweise beeinflusst. Da sich im Anschluss an die Pre-Befragung gezeigt hat, dass die Aussagen der Befragten hinsichtlich der Angaben zum Studium, Schulausbildung und Unterrichtserfahrung sehr ähnlich sind, wird entschieden, bei der weiteren Auswertung diesen Aspekt unberücksichtigt zu lassen und ihn nur im Rahmen der leitfadengestützten Interviews wieder aufzugreifen.



## **2. Ausbildungshintergrund, Praxiserfahrungen in der Ausbildung bzw. im Schulalltag**

Entsprechend der Angaben im Pre-Fragebogen werden der Ausbildungshintergrund thematisiert und Erfahrungen zum Experimentalunterricht während der Ausbildung angesprochen. Daran schließt sich die Frage an, wie häufig die Lehrkraft aktuell im Sachunterricht Experimente durchführt und ob sie bereits Fortbildungen im Bereich Sachunterricht besucht hat.

## **3. Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept**

Die Lehrkraft hat die Möglichkeit, sich zu den Ergebnissen der Auswertung ihrer Angaben in den Fragebögen zu den Merkmalen Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept zu äußern. Als Impulse für ein vertieftes Gespräch dienen hier die Fragen:

- Kinder experimentieren ja eigentlich immer sehr gerne. Wie gerne experimentieren Sie?
- Wirkt sich der Schulalltag auf Ihre Motivation aus, im Unterricht zu experimentieren?
- Sie haben im Fachseminar intensiv mit „Sprudelgas“ experimentiert und darüber reflektiert. Profitieren Sie heute noch davon?

## **4. Selbstwirksamkeit**

Die Lehrkraft hat die Möglichkeit, sich zu den Ergebnissen der Auswertung ihrer Angaben in den Fragebögen zu dem Merkmal Selbstwirksamkeit zu äußern. Als Impulse für ein vertieftes Gespräch dienen hier die Fragen:

- Nach welchen Kriterien wählen Sie Experimente aus?
- Wie bereiten Sie diesen Unterricht vor?
- Wie zufrieden sind Sie damit? Was läuft gut, was ist schwierig?
- Welche Erfahrungen zum Experimentieren im Sachunterricht haben Sie als fertige Lehrkraft gemacht?

## **5. Professionswissen**

Die Lehrkraft hat die Möglichkeit, sich zu den Ergebnissen der Auswertung ihrer Angaben in den Fragebögen zu dem Merkmal Professionswissen zu äußern. Als Impulse für ein vertieftes Gespräch dienen hier die Fragen:

- Welchen Stellenwert haben Experimente in Ihrem Sachunterricht?
- Zu welchem Zweck setzen Sie Experimente ein?
- Was hat sich in der Zeit von der Ausbildung bis jetzt bei Ihnen verändert?
- Wie haben Sie sich als Lehrkraft entwickelt?
- Mit dem Blick zurück: Haben Sie noch Rückmeldungen/Tipps an die Fachleitungen im Fachseminar Sachunterricht?

## **6. Abschluss des Gesprächs**

- Möchten Sie etwas ergänzen, was Ihnen noch wichtig ist?

### ***Nachbereitung***

Während und nach den Interviews werden Besonderheiten der Befragungssituation und persönliche Eindrücke über die Lehrkraft von der Interviewerin notiert, die als „Postskriptum“ (Kuckartz 2018, S. 204) dazu dienen, Eindrücke, Gedanken, Hinweise und Impulse als eventuelle Memos für die spätere Auswertung zu liefern (vgl. ebd., S. 171). Besonderheiten bzw. Schwierigkeiten, die grundsätzlich bei allen Persönlichkeitstests vorkommen können, sind nach DÖRING & BORTZ (2016, S. 437 ff.) beispielsweise Aspekte der sozialen Erwünschtheit oder eine adressatenspezifische Selbstdarstellung. Da es sich bei den Befragten und der Interviewerin um ein ehemaliges Ausbildungsverhältnis handelt, sollten diese Aspekte sorgfältig und aufmerksam beachtet bzw. dokumentiert werden.

### 4.3 Pilotstudie zur Validierung des Fragebogens

Im Folgenden werden die Durchführung und Auswertung der Pilotstudie beschrieben, die mit dem Ziel durchgeführt wird, die selbst entwickelten Fragen (F67 – F86) zum Professionswissen entsprechend der Testgütekriterien zu überprüfen und den Zeitbedarf zum Ausfüllen des Fragebogens zu bestimmen, um die knapp bemessene Fachseminarzeit zur Durchführung der Intervention intensiv nutzen zu können. Des Weiteren werden die von JANSSEN (2015), MÉZES (2016) und SCHMIDT (2015) in Teilen übernommenen, adaptierten und neu zusammengeführten Items ebenfalls analysiert.

Die Durchführung der Pilotstudie kann aus rechtlichen und organisatorischen Gründen nicht mit Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärttern im Vorbereitungsdienst durchgeführt werden, daher wird sie mit Sachunterrichtsstudierenden im Bachelorstudiengang im Rahmen der Lehrveranstaltung „Übungen zu den Grundlagen der Chemie“ durchgeführt, weil diese Stichprobe bezüglich der Studienziele als repräsentativ angesehen werden kann.

#### 4.3.1 Pilotstudie: Beschreibung der Stichprobe und Angaben zur Datenerhebung

Die Pilotstudie wird im Wintersemester 2018/2019 mit Studierenden im Bachelorstudiengang Sachunterricht an der Universität Siegen (NRW) durchgeführt. Die Stichprobe umfasst  $N = 16$  Studierende, die sich zu diesem Zeitpunkt im vierten oder fünften Fachsemester befinden und an der (Pflicht-)Veranstaltung „Übungen zu den Grundlagen der Chemie“ teilnehmen.<sup>42</sup> Im Rahmen dieser Veranstaltung werden im Labor praktische Übungen, d. h. Versuche zu verschiedenen chemischen Inhalten durchgeführt, die für die Durchführung mit Kindern im Sachunterricht der Grundschule geeignet sind. Außerdem wird im Rahmen dieser Veranstaltung auch auf erste methodisch-didaktische Aspekte zur Planung und Durchführung von Experimentalunterricht in der Grundschule eingegangen. Bezogen auf die Studienziele erweist sich die Stichprobe unter den gegebenen Umständen als repräsentativ (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 476), den Fragebogen hinsichtlich der zu untersuchenden Merkmale (*Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit, Professionswissen*) und der Ermittlung von Aussagen zur Ausbildungsbiographie (Schullaufbahn) zu testen. Für die Ermittlung von Unterrichtserfahrung – zumal in Bezug auf Experimentalunterricht – ist die Stichprobe jedoch nur bedingt repräsentativ, da die Studierenden zu

---

<sup>42</sup> Diese Veranstaltung ist Teil eines NW-Moduls „Naturbezogene Perspektive II (Erweiterung)“, zu dem auch Übungen zu den Grundlagen der Biologie und der Physik zählen.

diesem Zeitpunkt in der Regel lediglich einzelne Schulpraktika und noch kein Praxissemester durchgeführt haben.

Für das Ausfüllen des *paper-pencil*-Fragebogens benötigen die Studierenden etwa 20 Minuten. Die freiwillige und anonyme Befragung wird von der Testleiterin durchgeführt. Die Teilnahme bzw. Nichtteilnahme an der Befragung hat für die Studierenden keinerlei Auswirkungen auf die Erbringung von Studien- oder Prüfungsleistungen. Es darf daher angenommen werden, dass es zu keiner Testverfälschung durch mögliche Störfaktoren wie Selbsttäuschung, adressatenspezifische Selbstdarstellung oder soziale Erwünschtheit kommt (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 437).

#### **4.3.2 Pilotstudie: Datenaufbereitung**

Nach dem Ausfüllen des Fragebogens werden die eingesammelten Fragebögen ( $N = 16$ ) gesichtet und für die Auswertung vorbereitet. Aufgrund fehlerhaften und sehr lückenhaften Ausfüllens muss ein Fragebogen von der weiteren Auswertung ausgeschlossen werden, sodass die Daten einer Stichprobengröße von  $N = 15$  analysiert werden. Einige Fragebögen weisen einzelne nicht beantwortete Fragen auf, die als fehlend in der Datenmatrix codiert werden. Eine Frage (F14) wird direkt aus dem Test eliminiert, da sie sich nach entsprechenden Rückmeldungen der Studierenden als irrelevant erweist. Der letzte Teil des Fragebogens, der Informationen zum Ausbildungshintergrund und zur Unterrichtserfahrung erfragt, wird zunächst von der Auswertung abgekoppelt, da hier wegen etlicher Lücken keine einheitliche Auswertung vorgenommen werden kann und die Stichprobe diesbezüglich (erwartungsgemäß) nicht repräsentativ ist.

Zur statistischen Auswertung der Fragebögen kommt die Computersoftware SPSS Statistics 25 der Firma IBM zum Einsatz.

Für die Datenauswertung wird vor der Durchführung der Pilotstudie ein Codeplan erstellt, der den einzelnen Items des Fragebogens Variablennamen zuordnet. Im nächsten Schritt werden den Variablen mit den unterschiedlichen Merkmalsausprägungen Codenummern zugeordnet. Somit entsteht ein Codierschema, anhand dessen die Daten anschließend manuell – mithilfe des Dateneditors in SPSS 25 – in eine Datenmatrix eingepflegt und definiert werden (vgl. Bühl 2014, S. 105 ff.). Variablen, die im Fragebogen negativ formuliert sind, werden danach mit den entsprechend korrigierten Codenummern umcodiert (vgl. Bühl 2014, S. 233). Nach Auswertung der Pilotstudie erfolgt eine Anpassung des Codeplans und der Datenmatrix (siehe Kapitel 4.3.5).

Auf Grundlage der Rohdaten ist eine Datenmodifikation notwendig, d. h. die einzelnen Variablen müssen zusammengefasst und daraus neue Variablen mit veränderten Variablenamen gebildet werden (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 592). Zur Auswertung liegt schließlich ein Datensatz vor, in dem alle Items des Fragebogens, entsprechend der vier Kategorien, zu neuen Skalen (vgl. Tabelle 6, Kapitel 4.2.1) transformiert sind.

### **4.3.3 Überprüfung der Testgütekriterien – Datenanalyse**

Für die quantitative Analyse und Auswertung des vorliegenden Fragebogens – mit Bezug auf BRANDT & MOOSBRUGGER (2020, S. 41) auch Test genannt – werden verschiedene Schritte zur Überprüfung der Testgütekriterien und der Itemanalyse durchgeführt (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 442 f.; Kelava & Moosbrugger 2020, S. 145 f.; Bühner 2011, S. 58 f.). Ziel der Pilotstudie ist es, den Test bezüglich seiner Anwendbarkeit und Aussagefähigkeit zu überprüfen. In Folge können Items, die sich auf die Testgüte des Tests (v. a. Reliabilität und Validität) negativ auswirken, erkannt werden und im Rahmen der Itemanalyse für die Hauptstudie angepasst oder gestrichen werden (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 476 f.). Die Itemanalyse erfolgt über die Berechnung deskriptiver Kennwerte, wie beispielsweise Mittelwerte und Standardabweichungen.

Die Klassische Testtheorie<sup>43</sup> ist, obwohl sie von einigen Autoren inzwischen kritisch gesehen wird (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 431; Bühner 2011, S. 39), die Grundlage der meisten psychologischen Testverfahren, wozu auch die Fragebögen gezählt werden. Auf die in der Literatur ausführlich beschriebenen Kritikpunkte an dieser Theorie soll hier nicht näher eingegangen werden, da die Klassische Testtheorie weiterhin als Grundlage vieler Testverfahren gilt. Ihr Vorteil liegt nach BÜHNER (2011, S. 39) darin, dass sie einfach anzuwenden ist und sich die Tests, die derart konzipiert sind, bewährt haben.

Im Folgenden werden die Daten der Pilotstudie bezüglich der Hauptgütekriterien Objektivität, Reliabilität und Validität überprüft. Die Nebengütekriterien Skalierung, Normierung, Testökonomie, Nützlichkeit, Zumutbarkeit, Unverfälschbarkeit und Fairness (Moosbrugger & Kelava 2020, S. 17) erhöhen die Qualität eines Tests und wurden entsprechend bei der Planung und Konstruktion des Fragebogens sowie bei der Durchführung des Tests beachtet, werden hier aber nicht weiter thematisiert. Für die Itemanalyse werden die Schwierigkeit, die Trennschärfe, die Varianz und die Itemselektion beschrieben.

---

<sup>43</sup> Die Aussagen über die Testgüte basieren auf Testtheorien. Dabei werden in der Literatur zwei Testverfahren für psychometrische Tests unterschieden: Die Klassische Testtheorie und die Probabilistische Theorie, wobei hier nicht näher auf die letztere eingegangen werden soll. Es wird sich im Wesentlichen auf die Klassische Testtheorie bezogen (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 461 ff.).

## **Objektivität**

„Die Objektivität bzw. Anwenderunabhängigkeit gibt an, ob ein Test bzw. dessen Ergebnis von der Person des Testanwenders unabhängig ist. Ein Test ist objektiv, wenn verschiedene Testanwender bei denselben Testpersonen zu denselben Testergebnissen gelangen“ (Döring & Bortz 2016, S. 442).

Dabei unterscheidet man die Durchführungsobjektivität von der Auswertungsobjektivität und der Interpretationsobjektivität.

- **Durchführungsobjektivität:** Die Testleiterin ist bei der Befragung, die im Rahmen einer regulären Veranstaltung stattfindet, zugegen und sichert den Probanden (Studierenden) vorab die Anonymität der Befragung zu, erklärt die Ziele der Befragung (Pilotstudie) sowie weitere Erläuterungen zum formalen Verständnis, z. B. dem Umgang mit den (unterschiedlichen) Ratingskalen, Umgang mit der Spalte „weiß nicht“ und sorgfältiges Ausfüllen. Die Fragebögen liegen den Studierenden in schriftlicher Form vor und werden unter einer standardisierten Testsituation ausgefüllt.
- **Auswertungsobjektivität:** Die Auswertungsobjektivität liegt vor, da sowohl die Dateneingabe als auch die Auswertung, die mit dem Computersoftware SPSS 25 durchgeführt wird, von der Testleiterin in Zusammenarbeit mit einer Studentin im Rahmen einer Bachelorarbeit verglichen und überprüft werden.
- **Interpretationsobjektivität:** Der Interpretationsobjektivität liegt die Tatsache zugrunde, dass der Test von der Testleiterin kriterienorientiert ausgewertet wird.

Die drei Kriterien können somit für die Pilotstudie als erfüllt betrachtet werden. Durchführung, Auswertung und Interpretation des Fragebogens erfolgen nach dem Codierschema, das zuvor erarbeitet wurde (vgl. Kapitel 4.3.2).

## **Reliabilität**

„Die Reliabilität gibt den Grad der Messgenauigkeit eines Messwerts an“ (Bühner 2011, S. 60). Um Aussagen darüber machen zu können, wie gering oder stark ein Test durch Messfehler verzerrt ist, stehen nach der Klassischen Testtheorie vier verschiedene Reliabilitätskoeffizienten zur Verfügung: Testwiederholungs-Reliabilität, Paralleltest-Reliabilität, Testhalbierungs-Reliabilität und interne Konsistenz. Die Reliabilität eines Tests wird nach DÖRING & BORTZ (2016, S. 443 f.) mithilfe mindestens eines der möglichen vier Reliabilitätskoeffizienten statistisch geschätzt und interpretiert, wobei die Methode der internen Konsistenz am häufigsten genutzt wird. Bei der Berechnung der internen Konsistenz wird jedes einzelne Item als eigenständiger Testteil angesehen und die durchschnittliche Korrelation untereinander zum selben Zeitpunkt gemessen (vgl. ebd.; Bühner 2011, S. 61). Bei der Überprüfung der internen Konsistenz des Tests wird mit der Computersoftware SPSS der Cronbachs Alpha-Koeffizient berechnet.

Zur Aussagekraft der errechneten Werte für Cronbachs Alpha sollen nach BLANZ (2021, S. 250) und GÄDE et al. (2020, S. 331) folgende Werte zu Orientierung dienen:

- >.9 exzellent
- >.8 gut, hoch
- >.7 akzeptabel
- >.6 fragwürdig
- >.5 schlecht, niedrig
- <.5 inakzeptabel

In Tabelle 7 und Tabelle 8 sind die ermittelten Werte für Cronbachs Alpha der Pilotstudie für die verschiedenen Konstrukte geschieden nach den Skalen abgebildet, zusammen mit den Werten der weiteren Itemanalyse.

### **Validität**

Das Testgütekriterium der Validität ist nach Aussage verschiedener Autoren das zentrale, aber auch komplexeste Qualitätskriterium, welches sowohl der Objektivität als auch der Reliabilität übergeordnet ist (vgl. Hartig et al. 2020, S. 544 f.; Döring & Bortz 2016, S. 448 f.; Bühner 2011, S. 61 f.). Ein Test gilt dann als valide, wenn er das misst, was er zu messen beansprucht. Dazu unterscheidet man üblicherweise zwischen Inhaltsvalidität, Kriteriumsvalidität und Konstruktvalidität, wobei mindestens eine der drei Validierungsmethoden geprüft werden sollte (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 448 f.). Hinsichtlich der Vorgehensweise im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird die Inhaltsvalidität des Tests nach traditioneller Sichtweise überprüft. Die beiden anderen Validierungsmethoden werden der Vollständigkeit halber kurz beschrieben.

Nach neuerer Auffassung hat sich das Verständnis von Validität weiterentwickelt hin zu einem einheitlichen Qualitätskriterium, welches Informationen aus verschiedenen Quellen integriert und kontextspezifisch mit Blick auf die intendierte Nutzung interpretiert (vgl. Hartig et al. 2020, S. 544). Zur Erfassung dieser Validität oder auch *Konstruktvalidität* sind noch weitere Evidenzquellen zur Aussagekraft der Testwerte einzubeziehen, die hier nicht weiter thematisiert werden sollen, da sich auf die traditionelle Sichtweise bezogen wird.

Bei der *Kriteriumsvalidität* oder auch kriterienbezogenen Validität wird der Zusammenhang zwischen der Testleistung und einem oder mehreren (Außen-)Kriterien überprüft, die entsprechend dem Messanspruch an den Test bedeutsam sind und deshalb korrelieren sollten: „Die Validität eines Tests X entspricht seiner Korrelation mit einem reliablen und validen Außenkriterium Y“ (Döring & Bortz 2016, S. 470). Dabei können die Außenkriteri-

en oft Sachverhalte sein, die erst zu einem späteren Zeitpunkt erhoben werden können (vgl. ebd.). Daher werden verschiedene Arten von Kriteriumsvalidität unterschieden: Vorhersagevalidität, Übereinstimmungsvalidität, retrospektive Validität, inkrementelle Validität (vgl. Bühner 2011, S. 63).

Die Validität des vorliegenden Tests wird in dieser Studie durch *Inhaltsvalidität* sichergestellt:

„Die Inhaltsvalidierung erfolgt nicht empirisch-statistisch, sondern vor allem inhaltlich-theoretisch. Sie mündet nicht in die Berechnung und Bewertung von Validitätskoeffizienten. Entscheidend sind vielmehr der Rückgriff auf Theorien, sorgfältiges Arbeiten mit Begriffsdefinitionen und Begriffs-Relationen sowie Einschätzungen von Fachexperten.“ (Döring & Bortz 2016, S. 470)

Wie in Kapitel 2.5 dargestellt, sind die zu erhebenden Merkmale und Konstrukte in der Literatur ausführlich beschrieben und werden anhand der ausgewählten bzw. neu formulierten Items hinreichend dargestellt und durch Expertengespräche kontextspezifisch erörtert. Ebenso trägt die Verwendung der bereits etablierten Items (vgl. Kapitel 4.2.1) von JANSSEN (2015), MÉZES (2016) und SCHMIDT (2015) zur inhaltlichen Validität bei. Nach dieser Darstellung wird die Berücksichtigung der Inhaltsvalidität schon zuvor bei der Entwicklung des Fragebogens sichergestellt, indem auf Basis der zugrundeliegenden Theorien zu den Merkmalen die Items ausgewählt werden und die Auswertung kontextspezifisch durchgeführt wird. Des Weiteren wird Inhaltsvalidität, vor allem für die selbsterstellten Fragen zur Selbsteinschätzung des *Professionswissen* und durch die geplanten Interviews in der dritten Erhebungsrunde, im Sinne einer kommunikativen Validierung sichergestellt.

### **Itemschwierigkeit**

Die Schwierigkeit eines Items bemisst sich danach, wie die Zustimmung, Lösung bzw. auch das Nicht-Lösen des Items im Test erfolgt. Dabei deuten hohe Werte darauf hin, dass das Item leicht zu lösen ist bzw. hohe Zustimmung (bei Ratingskalen) erfährt oder umgekehrt. Die in der Literatur angegebene Überprüfung der Itemschwierigkeit (vgl. Kelava & Moosbrugger 2020, S. 145) kann bei mehrstufigen Antwortskalen mit der Software SPSS nicht durchgeführt werden (vgl. Bühl 2014, S. 594). DÖRING & BORTZ (2016, S. 477) schlagen daher vor, für die Angabe des Schwierigkeitsindex den arithmetischen Mittelwert zu berechnen, der für den ganzen Test auch als durchschnittliche Itemschwierigkeit angegeben werden kann.



### **Itemvarianz**

„Unter der Itemvarianz versteht man ein Maß für die Differenzierungsfähigkeit eines Items  $i$  in der untersuchten Stichprobe“ (Kelava & Moosbrugger 2020, S. 151). Eine hohe Varianz zeigt an, dass das Item von den verschiedenen Testpersonen uneinheitlich beantwortet wurde. Für die Berechnung der Varianz bestimmt man als „Streuungsmaß“ die Quadratwurzel: Der Wert dieser Berechnung ist die sogenannte Standardabweichung (vgl. Schäfer 2016, S. 64).

### **Itemtrennschärfe**

Die Trennschärfe ist ein Maß dafür, „wie gut die Merkmalsdifferenzierung des jeweiligen Items  $i$  mit der Merkmalsdifferenzierung, die alle Items gemeinsam leisten, übereinstimmt“ (Kelava & Moosbrugger 2020, S. 153 f.). Die Berechnung der deskriptiven Trennschärfe erfolgt als Korrelation und kann Werte im Bereich zwischen -1 und +1 annehmen. Bei hohen positiven Werten erfasst das einzelne Item Vergleichbares wie alle Items des Gesamttests, jeweils bezogen auf eine Merkmalsausprägung. Für die Interpretation gelten Werte  $> .4$  als gut (vgl. ebd.) und  $> .3$  als akzeptabel (vgl. Blanz 2021, S. 239; Döring & Bortz 2016, S. 478). Während negative Werte der Itemtrennschärfe auf Missverständnisse der Befragten oder Auswertungsfehler (z. B. fehlende Recodierung) hinweisen, sind Werte  $< .3$  deutliche Hinweise darauf, dass das Item nicht zielführend ist und gegebenenfalls aus dem Itempool entfernt werden sollte (vgl. Blanz 2021, S. 239).

Die Überprüfung von Itemschwierigkeit, Itemtrennschärfe, Varianz und Cronbachs Alpha erfolgt mit der Software SPSS.

#### **4.3.4 Pilotstudie: Auswertung der Kategorien Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeit**

Nach Durchführung der in Kapitel 4.3.3 beschriebenen Schritte, lassen sich folgende Aussagen über die Testgüte und Itemanalyse des Fragebogens der Pilotstudie treffen. Die Werte der Auswertung zu den Merkmalen Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeit sind in Tabelle 7 dargestellt. Die Auswertung zum Merkmal Professionswissen ist in Tabelle 8 in Kapitel 4.3.5 dargestellt.

Die Cronbachs Alpha-Werte liegen für die Skalen *Interesse beruflich und privat* (.776), *Interesse beim Experimentieren* (.928) und *Interesse an Naturwissenschaften* (.920) im akzeptablen bzw. exzellenten Bereich (vgl. Blanz 2021, S. 250). Das bedeutet, dass der Fragebogen zuverlässige Aussagen zum Merkmal *Interesse* der Befragten abbildet.

Die Cronbachs Alpha-Werte für die Skalen *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* (.874) und *Selbstwirksamkeit bezüglich des Unterrichtens* (.795) liegen im guten bis akzeptablen Bereich. Die Cronbachs Alpha-Werte für die Items, die das *Fähigkeitsselbstkonzept* abbilden, sind mit .811 als gut zu bewerten.

Ergebnisse der Pilotstudie nach Itemanalyse (N = 15)					
Kategorie	Skala	Mittelwert	Standardabweichung	Cronbachs Alpha	Anzahl Items
Interesse	<i>Interesse beruflich und privat</i>	2,71	0,48	.776	13
	<i>Interesse beim Experimentieren</i>	3,77	0,87	.928	10
	<i>Interesse an Naturwissenschaften</i>	2,71	0,67	.920	5
Fähigkeitsselbstkonzept	Persönliche Herausforderung beim Experimentieren	2,99	0,64	.811	10
Selbstwirksamkeit	<i>Selbstwirksamkeit beim Experimentieren</i>	3,64	0,59	.874	10
	<i>Selbstwirksamkeit bzgl. des Unterrichtens</i>	2,92	0,79	.795	6

**Tabelle 7:** Berechnete deskriptive Kennwerte der Skalen zu den Merkmalen *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept* und *Selbstwirksamkeit* (Pilotstudie)

Zusammengefasst darf man annehmen, dass der Fragebogen hinsichtlich der Reliabilität zuverlässige Aussagen zu den Merkmalen *Interesse*, *Selbstwirksamkeit* und *Fähigkeitsselbstkonzept* der Befragten abbildet.

### **Trennschärfe**

Für die angestrebte Trennschärfe der Items liegen die Werte für  $r_{it}$  überwiegend im Bereich  $> .3$ , sodass man von guter bzw. akzeptabler Trennschärfe ausgehen darf. Bei der Berechnung der korrigierten Item-Skala-Korrelation fallen Items mit schwachen Werten  $< .3$  auf, was darauf hindeutet, dass die Items entweder nicht zielführend oder missverständlich sind. Diese sind:

- zwei Items zum Merkmal *Selbstwirksamkeit* (F 63, F 65) von SCHMIDT (2015);
- ein Item (F 29) von MÉZES (2016) zum Merkmal *Fähigkeitsselbstkonzept*;
- sechs Items (F 1, F 2, F 3, F 4, F 14, F 16) des Fragebogens von JANSSEN (2015).

Eine Itemselektion wäre hier zu bedenken. Da die Cronbachs Alpha-Werte durch eine Itemselektion wegen fehlender Trennschärfe bei diesen Items nicht wesentlich besser wären, verbleiben die Items dennoch im Test. Außerdem sind diese Items nach inhaltlicher Einschätzung und der Bedeutung für die Hauptstudie als relevant zu betrachten und damit auch deswegen im Test zu belassen.

### **Itemschwierigkeit und Itemvarianz**

Die Ergebnisse der Auswertung für die Itemschwierigkeit und Itemvarianz lassen sich über den Mittelwert und die Standardabweichung aller Items der einzelnen Skalen darstellen (siehe Tabelle 7 und Tabelle 8). Die Mittelwerte der einzelnen Skalen zu *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept* und *Selbstwirksamkeit* weisen eine relativ hohe Zustimmung aus, die am Mittelwert erkennbar ist. Die Standardabweichungen mit Werten von  $s = .48$  bis  $s = .87$  weisen darauf hin, dass die Fragen als unterschiedlich „schwer“ empfunden werden, was durchaus erwünscht ist. Möglicherweise deutet die Streuung um den Mittelwert aber auch auf die Divergenz der Befragten bezüglich dieses Aspekts hin. Die weitere Auswertung und Interpretation kann nur inhaltlich erfolgen, ist hier jedoch entbehrlich, da es bei der Pilotstudie nicht darum geht, inhaltliche Aussagen über das Antwortverhalten der Studierenden anzustellen, sondern den Fragebogen bezüglich der Testgütekriterien zu überprüfen.

Die Auswertung der Items der etablierten und teilweise adaptierten Fragebögen von JANSSEN (2015), MÉZES (2016) und SCHMIDT (2015) zu den Merkmalen *Interesse*, *Selbstwirksamkeit* und *Fähigkeitsselbstkonzept* erweisen sich insgesamt als geeignet, diese Merkmale abzubilden. Die kritischen Items müssen für die Hauptstudie einer weiteren Überprüfung unterzogen werden (siehe Kapitel 5.1.3).

### **4.3.5 Pilotstudie: Auswertung der Kategorie Professionswissen**

Die Auswertung der neuen, selbsterstellten Items des Fragebogens ist von besonderem Interesse, da der Test sich hier gegenüber den Testgütekriterien und der Itemanalyse erst noch zu erweisen hat.

### **Reliabilität (Cronbachs-Alpha)**

Für die Prüfung auf Reliabilität sind die die Cronbachs Alpha-Werte (siehe Tabelle 8) zu betrachten. Diese liegen für die Skalen *fachliches Wissen* (.622) und *fachdidaktisches Wissen* (.632) in einem Bereich, der eher als fragwürdig erachtet wird, für die Skala *pädagogisches Wissen* (.756) im akzeptablen Bereich (vgl. Blanz 2021, S. 250; Gäde et al. 2020, S. 331).

Durch Weglassen der Items *F 72* und *F 80* könnten die Werte für Cronbachs Alpha leicht verbessert werden. Jedoch wird entschieden, dass die Items in dem Itempool verbleiben, da sie – wie bei den oben erwähnten Items zu den Merkmalen *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept* und *Selbstwirksamkeit* – aus inhaltlich-theoretischer Sicht für die Hauptstudie als relevant erachtet werden (vgl. Kelava & Moosbrugger 2020, S. 156).

Ergebnisse der Pilotstudie nach Iteanalyse (N = 15)					
Kategorie	Skala	Mittelwert	Standardabweichung	Cronbachs Alpha	Anzahl Items
Professionswissen	Fachliches Wissen	3,49	0,33	.622	6
	Fachdidaktisches Wissen	3,24	0,29	.632	10
	Pädagogisches Wissen	3,17	0,65	.756	6

**Tabelle 8:** Berechnete deskriptive Kennwerte der Skalen des Merkmals *Professionswissen* (Pilotstudie)

### **Trennschärfe**

Für die angestrebte Trennschärfe der Items liegen die Werte für 16 von 22 Items mit  $r_{ii}$  überwiegend im Bereich  $> .3$ , was eine gute bzw. akzeptable Trennschärfe widerspiegelt. Allerdings liegen die Werte für  $r_{ii}$  bei sechs Items zum Teil bei  $< .3$ , was durchaus kritisch zu sehen ist, da dies darauf hindeutet, dass Items missverstanden werden oder nicht zielführend sind. Diese sind: *F 7*, *F 67*, *F 73*, *F 74*, *F 79* und *F 84*. Nach der Abwägung dessen, was es für die Gesamtheit der Skalen zum *Professionswissen* hinsichtlich statistischer Kennwerte einerseits und der inhaltlichen Diversität des Merkmals andererseits bedeuten würde, wenn die entsprechenden Items aus dem Test entfernt würden, wird entschieden, diese Items zunächst im Test für die Hauptstudie zu belassen, um dem Anspruch der Mehrdimensionalität des Konzepts *Professionswissen* gerecht zu werden.

### **Itemschwierigkeit und Itemvarianz**

Ähnlich wie bei den oben beschriebenen Skalen der Merkmale *Interesse*, *Selbstwirksamkeit* und *Fähigkeitsselbstkonzept* sind die Mittelwerte und die Werte für die Standardabweichung aussagekräftig bezüglich Itemschwierigkeit und Itemvarianz. Die Auswertung ergibt, dass die Mittelwerte und die Standardabweichungen bei den Skalen zum *Professionswissen* eine relativ hohe Zustimmung der Items abbilden mit einer Streuung um den Mittelwert, die durchaus erwünscht ist. Eine inhaltliche Interpretation der Daten hinsichtlich des Antwortverhaltens der Studierenden und ihren Einschätzungen gegenüber den latenten Merk-

malen zum *Professionswissen* ist hier ebenfalls entbehrlich, da es – wie erwähnt – zunächst darum geht, den Fragebogen einer Itemanalyse zu unterziehen.

Zusammenfassend zeigt sich, dass der Fragebogen als Testinstrument nach Durchführung der Itemanalyse und Überprüfung der Testgütekriterien (Objektivität, Reliabilität und Validität) trotz einiger Schwächen insgesamt als geeignet erscheint, die gewünschten Merkmale zu erheben. Neben den beschriebenen Schwächen einzelner Items der verschiedenen Skalen sind Einschränkungen hinsichtlich der Auswertbarkeit der Items zum Ausbildungshintergrund zu machen. Die im Fragebogen belassenen problematischen Items sollen in der Hauptstudie erneut überprüft werden.

Statistische Berechnungen sind nach BLANZ (2021, S. 247) bei kleinen Stichproben (hier:  $N = 15$ ) kritisch zu sehen, da derartige Berechnungen nur dann zu zuverlässigen Werten führen, wenn grundsätzliche Bedingungen (u. a. Stichprobengröße, Skalierung, Normalverteilung, Skalenlänge) erfüllt sind. Diese Problematik wird an anderer Stelle im Zusammenhang mit den Ergebnissen der Hauptstudie vertieft (siehe Kapitel 5).

Der in der Hauptstudie eingesetzte Fragebogen als Gesamtinstrument umfasst letztlich 99 Fragen (inklusive 13 Fragen zum Ausbildungshintergrund) (siehe Anhang B).

Folgende eher formale Änderungen werden am Fragebogen vor der Durchführung der Hauptstudie vorgenommen:

- Der Codeplan und das Codierschema in SPSS werden angepasst.
- Das Anschreiben an die Testpersonen (Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter statt Studierende) wird angepasst.
- Am Ende des Fragebogens werden zur Gewährleistung der Anonymität der Testpersonen Codierungsangaben aufgenommen und erläutert, damit die Testpersonen im Rahmen der Pre-Post-Follow-up-Befragung eindeutig einander zugeordnet werden können.
- Außerdem wird dem Fragebogen eine Einwilligungserklärung zur Kontaktaufnahme für die dritte Befragungsrunde nach Beendigung des Vorbereitungsdienstes beigefügt.
- Zum Schluss werden kleinere Änderungen am Layout des Fragebogens vorgenommen.

## 5 Beschreibung und Auswertung der Interventionsstudie

Zunächst wird in Kapitel 5.1 die Pre-Post-Befragung, die quantitativ ausgewertet wird, unter Angabe von Stichprobenbeschreibung, Methode der Datenerhebung und Datenanalyse erläutert. Als Zwischenfazit werden sowohl Gruppenergebnisse in Kapitel 5.2 präsentiert als auch die Identifizierung von Typen als Einzelfallbetrachtung in Kapitel 5.3 vorgenommen. Die Follow-up-Befragung, die ebenfalls zur quantitativen Teilstudie gehört, wird in Kapitel 5.4 beschrieben. Die Ergebnisse der Auswertung werden in Kapitel 5.5 vorgestellt.

Fakultative, leitfadengestützte Interviews dienen der Vertiefung der gewonnenen Ergebnisse (Kapitel 5.6). Sie werden qualitativ nach dem Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) bzw. Kuckartz & Rädiker (2022) in Kapitel 5.7 ausgewertet.

### 5.1 Beschreibung Pre-Post-Befragung

Die Hauptstudie bzw. Interventionsstudie<sup>44</sup> umfasst sowohl die Datenermittlung vor und nach der Intervention im Pre-Post-Vergleich als auch die Follow-up Befragung und die Durchführung der Interviews nach Ablauf von etwa zwei Jahren.

Nach der Durchführung der Pilotstudie wird die Intervention im Frühjahr 2019 am Zentrum für schulpraktische Lehrerausbildung in Siegen (ZfsL Siegen) durchgeführt (siehe Kapitel 3.2). Diese Maßnahme wird von dem Fragebogen im Pre-Post-Design flankiert. Ziel dieser Befragung ist es, vor dem Hintergrund der Forschungsfrage: *„Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit und das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtern im Vorbereitungsdienst langfristig stärken?“* Aussagen darüber zu erhalten, ob überhaupt und in welchem Maße diese Intervention etwas dazu beitragen kann, die Einstellungen der Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter zu verändern. Darüber hinaus lassen sich eventuell anhand der Ergebnisse Typen definieren, die – bezogen auf die intendierten latenten Merkmale – in besonderer Weise von der Intervention profitiert haben oder gegenteilig keine positive Veränderung wahrgenommen haben. Da die Interventionsstudie langfristig angelegt ist, kann mit dem Pre-Post-Vergleich zunächst nur ein Zwischenstand oder ein Zwischenfazit erhoben werden. Erst mit der Follow-up-

---

<sup>44</sup> Im Folgenden wird der Begriff Hauptstudie (im direkten Vergleich zur Pilotstudie) im Zusammenhang mit der Analyse und Auswertung der gewonnenen Daten der Pre-Post-Follow-up-Befragung verwendet. Im forschungsmethodischen Sinne handelt es sich um eine Interventionsstudie (siehe Kapitel 4.1).

Befragung und der Durchführung der Interviews lassen sich die Ergebnisse – insbesondere die eventuell auszumachende Typisierung – verdichten.

Im Folgenden werden die Stichprobe der Befragten, die Datenerhebung zum Zeitpunkt der Intervention und die Datenanalyse anhand der ausgewählten Rechenverfahren beschrieben. Die Auswertung der Daten im Pre-Post-Vergleich erfolgt sowohl auf die Gruppe bezogen als auch als Einzelfallanalyse. Die Interpretation der so gewonnenen Ergebnisse wird vor dem Hintergrund der Forschungsfrage vorgenommen und als Zwischenfazit formuliert.

### **5.1.1 Stichprobe und Angaben zur Datenerhebung**

Die beforschte Stichprobe besteht aus 14 Lehramtsanwärterinnen und zwei Lehramtsanwärttern ( $N = 16$ ), die sich im Vorbereitungsdienst für das Lehramt Grundschule am Zentrum für schulpraktische Lehrerausbildung Siegen befinden, der mit der zweiten Staatsprüfung abschließt. Die Lehramtsanwärterinnen bzw. Lehramtsanwärtter befinden sich zum Zeitpunkt der Befragungen und Intervention etwa im elften Ausbildungsmonat der insgesamt achtzehn Monate dauernden Ausbildung. Der Vorbereitungsdienst der Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtter umfasst neben der Ausbildung im überfachlichen Kernseminar die Ausbildung in den Fachseminaren für die Fächer Deutsch oder Mathematik (erstes Ausbildungsfach) sowie Sachunterricht (zweites Ausbildungsfach),<sup>45</sup> wobei die Fachseminare wöchentlich im zeitlichen Umfang von 120 Minuten stattfinden. Die Fachseminargruppen setzen sich aus den Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärttern zweier parallel arbeitender Fachseminare Sachunterricht zusammen. Die gemeinsame Durchführung von Fachseminaren zu bestimmten Themen – wie hier die Intervention zum Experimentieren an drei Terminen – ist nicht ungewöhnlich.

Bei dem Dienstverhältnis zwischen den Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärttern und den Fachleiterinnen handelt es sich um ein Abhängigkeitsverhältnis, da die Fachleiterinnen am Ende der Ausbildung die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtter begutachten und benoten müssen. Aus diesem Grund wird entschieden (und damit den Vorgaben des MSB entsprochen), dass die Durchführung der Befragungen selbst nicht von der Testleiterin, sondern von einem Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Didaktik der Chemie der Universität Siegen vorgenommen wird.

---

<sup>45</sup> Seit 2019 umfasst der Vorbereitungsdienst die Fächer sprachliche Grundbildung, mathematische Grundbildung und ein weiteres Fach.

Die erste Befragung findet Anfang März 2019 unmittelbar vor dem ersten Fachseminar zum Thema *Experimentieren im Sachunterricht* in einem separaten Seminarraum statt und dauert etwa 20 Minuten. Der Pre-Fragebogen (*paper-pencil-Test*) wird von dem Mitarbeiter an die Befragten ausgeteilt und wieder eingesammelt. Der Mitarbeiter sichert den Befragten absolute Anonymität zu, indem er auf das beigefügte Anschreiben zum Fragebogen hinweist sowie die weitere Vorgehensweise der Datenerhebung und Datenauswertung erläutert und auch explizit auf die Bedeutung der persönlichen Codes und Einwilligungserklärung verweist. Außerdem steht er für etwaige Rückfragen zur Verfügung. Die Fachleiterinnen sind bei dieser Befragung nicht anwesend. Nach der Durchführung des letzten Fachseminars Sachunterricht im Rahmen der Intervention wird die Post-Befragung auf die gleiche Weise durchgeführt.

### **5.1.2 Datenaufbereitung**

Nach dem Ausfüllen der Pre-Fragebögen werden diese von besagtem Mitarbeiter eingesammelt und wie vereinbart persönlich dem Geschäftsführer des Dekanats der Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät der Universität Siegen übergeben. Nachdem dieser die Einwilligungserklärungen gesichtet, von den Fragebögen getrennt und eine entsprechende Liste mit den entschlüsselten Namen und Codes zur Verwahrung im Dekanat erstellt hat, werden die Fragebögen der Testleiterin für die weitere Auswertung ausgehändigt. Die Liste mit der Zuordnung von Namen und Codes verbleibt so lange im Dekanatsbüro, bis die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter die Ausbildung beendet haben und nicht mehr im Abhängigkeitsverhältnis zur Testleiterin (Fachleiterin) stehen.

Die Fragebögen der Post-Befragung werden der Testleiterin sofort nach Beendigung der Intervention ausgehändigt. Es liegen 16 Pre-Fragebögen und 15 Post-Fragebögen vor, die in einem nächsten Schritt mit Hilfe der Codes eindeutig einander zugeordnet werden müssen. Da bei der Post-Befragung eine Person fehlte, muss ein Fragebogen aussortiert werden. Die auswertbare Stichprobe hat somit eine Größe von  $N = 15$ .

Nach Sichtung der Fragebögen wird eine Frage zu den Unterrichtserfahrungen<sup>46</sup>, die nach Mitteilung des Mitarbeiters während der ersten Befragung zu einigen Missverständnissen und Rückfragen geführt hat, von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Der Pre-Fragebogen einer Person weist Lücken an drei Stellen auf, ein weiterer Pre-Fragebogen weist eine Lücke auf. Diese Fragebögen werden nicht ausgeschlossen. Die Lücken werden bei

---

<sup>46</sup> Frage 92b lautet: Wie viele Monate mit welchem Anteil an Sachunterricht haben Sie VOR dem Vorbereitungsdienst bereits unterrichtet? \_\_\_\_\_ Monat(e) mit ca. \_\_\_\_\_ % Sachunterricht



der Dateneingabe in SPSS als fehlend definiert. Die Post-Fragebögen sind vollständig ausgefüllt. Die Daten werden manuell mithilfe des Dateneditors in SPSS auf Grundlage des nach der Pilotstudie überarbeiteten Codeplans und Codierschemas in die Datenmatrix eingepflegt.

Die Angaben der Befragten zum Ausbildungshintergrund und zu Unterrichtserfahrungen werden ebenfalls in die Datenmatrix eingegeben, werden aber, wie bereits in Kapitel 4.2.1 berichtet, im Folgenden nicht explizit ausgewertet. Einzelne Angaben zum Ausbildungshintergrund werden im Rahmen der Interviews genutzt, um eventuelle Zusammenhänge herstellen zu können.

### 5.1.3 Verwendete statistische Rechenverfahren zur Datenanalyse

Während es in der Pilotstudie darum ging, den Fragebogen dahingehend zu überprüfen, ob er als Test geeignet ist, die gewünschten Merkmale abzubilden, geht es bei der Auswertung der Hauptstudie darum, mögliche Veränderungen im Antwortverhalten der Befragten zu den zwei verschiedenen Messzeitpunkten (vorher/nachher) zu erkennen, zu vergleichen und auszuwerten. Dazu stehen statistische Rechenverfahren zur Verfügung, die bei einer kleinen Stichprobe nach gesonderten Kriterien auszuwählen sind.

Eine erneute Überprüfung der Testgütekriterien auf Objektivität und Validität wird hier nicht weiter dargestellt, da auch für die Hauptstudie angenommen werden darf, dass der Test objektiv und valide ist (siehe Kapitel 4.3.3).

Die erneute Überprüfung auf Reliabilität erfolgt, um die Items, die in der Pilotstudie auffällig waren, einer weiteren Prüfung zu unterziehen und ggf. eine Datenbereinigung bzw. Itemselektion vorzunehmen (vgl. Kelava & Moosbrugger 2020, S. 155 ff.). Eine erste Prüfung in SPSS ergibt, dass sich einige Items, die sich über die Merkmale *Selbstwirksamkeit*, *Fähigkeitsselbstkonzept* und *Professionswissen* erstrecken, als kritisch erweisen und deshalb ausgeschlossen werden.<sup>47</sup>

Inhaltlich sind einige der ausgeschlossenen Fragen weiterhin von Bedeutung, sodass diese Aspekte für die dritte Befragung und kommunikative Validierung in den Blick zu nehmen sind. Nach der Datenbereinigung stellen sich die Werte für Cronbachs Alpha der Pre-Befragung wie folgt dar (siehe Tabelle 9):

---

<sup>47</sup> Diese sind: F 1; F 2; F 3; F 4; F 14; F 16; F 63; F 65; F 72; F 80 (siehe Anhang B).

Pre-Befragung: Werte für Cronbachs Alpha (N = 15)			
Kategorie	Skala	Anzahl Items	Cronbachs Alpha
Interesse	Interesse an Experimenten: beruflich und privat	13	.808
	Interesse beim Experimentieren	10	.789
	Interesse an Naturwissenschaften	5	.810
Fähigkeitsselbst-konzept	Persönliche Herausforderung beim Experimentieren	10	.809
Selbstwirksamkeit	Selbstwirksamkeit beim Experimentieren	10	.931
	Selbstwirksamkeit bezüglich des Unterrichts naturwissenschaftlicher Themen und Experimente	6	.757
Professionswissen	Fachliches Wissen	6	.726
	Fachdidaktisches Wissen	10	.712
	Pädagogisches Wissen	6	.719

**Tabelle 9:** Hauptstudie: Prüfung auf Reliabilität

Die Cronbachs-Alpha-Werte liegen im akzeptablen bis exzellenten Bereich (vgl. Gäde et al. 2020, S. 331), sodass man annehmen kann, dass der Fragebogen der Hauptstudie, ohne die zuvor bereits als kritisch eingeschätzten Items, zuverlässig und reliabel ist.

Zur Auswahl der passenden Rechenverfahren muss überprüft werden, welche Voraussetzungen die Daten hinsichtlich Skalierung, Normalverteilung und Stichprobengröße erfüllen. In der klassischen Testtheorie wird davon ausgegangen, dass Daten intervallskaliert vorliegen müssen, um parametrische Testverfahren anwenden zu dürfen (vgl. Döring & Bortz 2006, S. 18 ff.). Die hier vorliegenden Daten liegen im eigentlichen Sinne jedoch ordinalskaliert vor, da es sich bei den verwendeten Ratingskalen nicht um messgenaue Einheiten handelt, sondern um verhältnismäßige Abstufungen von Zustimmung bzw. Ablehnung. Dementsprechend dürfte kein arithmetischer Mittelwert mit Standardabweichung berechnet werden. Mit dieser Diskrepanz hinsichtlich der unterschiedlichen Skalierung wird insofern umgegangen, dass DÖRING & BORTZ (2016, S. 235) betonen, dass es zum Auswerten der Items eines Tests auch möglich ist, mit ordinalskalierten Items zu interpretierbaren Aussagen zu kommen:

„Die meisten Messungen sind Per-fiat-Messungen (Messungen „durch Vertrauen“), die auf Erhebungsinstrumenten (Fragebögen, Tests, Ratingskalen etc.) basieren, von denen man annimmt, sie würden das jeweilige Merkmal auf einer Intervallskala messen“ (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 235).

Auch BÜHNER (2011, S. 45) verweist darauf, dass man mit sogenannten Per-fiat-Messungen generell Differenzen sinnvoll interpretieren kann. Somit darf angenommen werden, dass eine Berechnung von Mittelwerten und Standardabweichungen, wie auch schon in der Pilotstudie angewendet, zulässig ist.

Eine weitere Voraussetzung für die Berechnung von Mittelwerten und Streuung ist die Normalverteilung (vgl. Schäfer 2016, S. 77). Deshalb werden die Daten auch in SPSS auf Normalverteilung mit dem KOLMOGOROW-SMIRNOW-Test sowie dem SHAPIRO-WILK-Test, die sich auch für kleine Stichproben eignen, getestet. Der Test ergibt, dass die Variablen der neun Skalen – bis auf die Skala *Fachliches Wissen* – hinreichend normalverteilt sind.

Ein wesentlicher Aspekt, der kritisch gesehen werden muss, ist die Tatsache, dass es sich bei der Stichprobe mit  $N = 15$  um eine sehr kleine Stichprobe handelt. Aufgrund mangelnder statistischer Teststärke muss man die Interpretierbarkeit der Ergebnisse daher eingeschränkt sehen (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 294).

Für die Durchführung des Signifikanztests wird entschieden, dass wegen der kleinen Stichprobengröße, der Ordinalskalierung und der nicht durchgängig vorhandenen Normalverteilung ein nicht-parametrisches (oder parameterfreies) Verfahren angewendet wird. SCHWARZ (2023) empfiehlt nicht-parametrische Verfahren dann, wenn die Voraussetzungen für ein parametrisches Verfahren, wie beispielsweise der t-Test, nicht alle erfüllt sind. Für den Vergleich der zwei abhängigen oder verbundenen Stichproben (bei Messwiederholung) hinsichtlich ihrer zentralen Tendenzen wird in SPSS der WILCOXON-Test durchgeführt (siehe Tabelle 11). Dazu muss vor dem Test die Wirkungsvermutung als die sog. Nullhypothese ( $H_0$ ) bzw. eine Alternativhypothese ( $H_1$ ) formuliert werden.

Es gilt:

Nullhypothese  $H_0$ : Die Intervention hat keine Wirkung gezeigt.

Alternativhypothese  $H_1$ : Die Intervention hat Wirkung gezeigt (zweiseitig, ungerichtet).

Bei der Annahme, dass die Intervention sich positiv auf die Selbsteinschätzungen der Befragten auswirkt, wäre die Hypothese gerichtet und einseitig. In diesem Fall ist die Hypothese jedoch ungerichtet und damit zweiseitig formuliert, da getestet wird, ob überhaupt eine Wirkung mit der Intervention erzielt werden kann (denn diese kann ja auch negativ ausfallen).

Zur Auswertung des Signifikanztests werden die Werte, die größer als der kritische Signifikanzwert ( $p > 0,05$ ) sind, so interpretiert, dass die Nullhypothese beibehalten werden muss. Für Werte mit  $p < 0,05$  muss die Nullhypothese abgelehnt werden. Es gilt dann die Alternativhypothese (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 614; Schwarz 2023).

Bei der Berechnung der Signifikanzen wird anschließend die Effektstärke berechnet, die berichtet werden kann (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 668). SCHWARZ (2023) betont in diesem Zusammenhang:

„Es gibt verschiedene Arten die Effektstärke zu messen. Zu den bekanntesten zählen die Effektstärke von Cohen (d) und der Korrelationskoeffizient (r) von Pearson. Der Korrelationskoeffizient eignet sich sehr gut, da die Effektstärke dabei immer zwischen 0 (kein Effekt) und 1 (maximaler Effekt) liegt.“ (Schwarz 2023; verfügbar über: [https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse\\_spss/unterschiede/zentral/mann.html](https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/mann.html); Zugriff: 28.09.2023)

Um eine Aussage darüber treffen zu können, welche Effektstärke die Signifikanz<sup>48</sup> hat, werden die Werte, die der SPSS-Output liefert, mit folgender Formel berechnet (vgl. Schwarz 2023):

$$r = \frac{|Z|}{\sqrt{N}}$$

Zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten  $r$  nach PEARSON werden der  $z$ -Wert und die Stichprobengröße ( $n$ ) verwendet. Die Beurteilung der Effektgröße erfolgt im Anschluss an COHEN gemäß folgender Werte (vgl. Schwarz 2023; Döring & Bortz 2016, 820 f.):<sup>49</sup>

$r = .10$  entspricht einem schwachen Effekt

$r = .25$  entspricht einem mittleren Effekt

$r = .40$  entspricht einem starken Effekt

---

<sup>48</sup> Nach SCHWARZ (2023) ist für kleine Stichproben ( $n < 20$ ) in SPSS der Wert für die exakte Signifikanz für die weitere Berechnung zu verwenden.

<sup>49</sup> Die Frage, was eine große oder kleine Korrelation ist, wird in der Literatur unterschiedlich beantwortet, da sie auch stark vom Forschungsgebiet abhängt (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 668 f.).

## 5.2 Datenauswertung und Interpretation der Pre-Post-Befragung

Für eine Auswertung der Daten sollen diese zunächst für die ganze Gruppe insgesamt in den Blick genommen werden, bevor dann in Kapitel 5.3 einzelne Befragte detaillierter betrachtet werden.

Die errechneten Mittelwerte  $M$  der Gruppe zeigen für die einzelnen Skalen, dass sie bereits bei der Pre-Befragung alle über dem arithmetischen Mittel der Likertskalen liegen.<sup>50</sup> Die Streuung um den Mittelwert ( $SD$ ) ist gering mit Werten für die 4er-Likertskalen von ,25 (*fachdidaktisches Wissen*) bis ,71 (*Selbstwirksamkeit beim Experimentieren*) und bei den 5er-Likertskalen von ,50 (*Interesse beim Experimentieren*) bis ,57 (*Persönliche Herausforderung beim Experimentieren*). Das zeigt, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer bei der ersten Befragung die Fragen überwiegend mit hoher Zustimmung beantwortet haben.

Pre-Post-Vergleich: Mittelwerte und Standardabweichungen						
Kategorie	Skala	Pre-Fragebogen M	Pre-Fragebogen SD	Post-Fragebogen M	Post-Fragebogen SD	$\Delta M$
Interesse	Interesse an Experimenten beruflich und privat	3,37	,32	3,36	,28	-0,01
	<b>Interesse beim Experimentieren</b>	<b>4,29</b>	<b>,50</b>	<b>4,52</b>	<b>,41</b>	<b>0,23</b>
	Interesse an Naturwissenschaften	3,21	,49	3,16	,47	-0,05
Fähigkeitsselbstkonzept	<b>Persönliche Herausforderung beim Experimentieren</b>	<b>2,91</b>	<b>,57</b>	<b>3,25</b>	<b>,84</b>	<b>0,34</b>
Selbstwirksamkeit	<b>Selbstwirksamkeit beim Experimentieren</b>	<b>3,89</b>	<b>,71</b>	<b>4,23</b>	<b>,59</b>	<b>0,34</b>
	<b>Selbstwirksamkeit bzgl. Unterrichtens</b>	<b>3,24</b>	<b>,42</b>	<b>3,48</b>	<b>,55</b>	<b>0,24</b>
Professionswissen	Fachliches Wissen	3,75	,27	3,74	,26	-0,01
	Fachdidaktisches Wissen	3,50	,25	3,53	,23	0,03
	Pädagogisches Wissen	3,63	,29	3,64	,33	0,01

**Table 10:** Mittelwerte und Standardabweichungen über alle Skalen im Pre-Post-Vergleich. Skalen mit auffallenden Abweichungen sind fettgedruckt

<sup>50</sup> Das arithmetische Mittel für eine 4er-Likert-Skala (hier: *Interesse beruflich und privat*, *Interesse an Naturwissenschaften*, *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren*, *Selbstwirksamkeit bzgl. d. Unterrichtens*, *Fachliches Wissen*, *Fachdidaktisches Wissen*, *Pädagogisches Wissen*) des Fragebogens liegt bei 2,5. Bei einer 5er-Likert-Skala (hier: *Interesse beim Experimentieren* und *Persönliche Herausforderung beim Experimentieren*) liegt das arithmetische Mittel bei 3.

Die Ergebnisse der Post-Befragung zeigen auf den ersten Blick (siehe Tabelle 10) wenig Veränderungen zur Pre-Befragung. Die Werte für  $M$  sind bei fünf der neun Skalen fast unverändert (Differenzen zwischen  $-0,01$  und  $+0,05$ ). Auch die Standardabweichungen liegen zwischen  $-0,04$  und  $+0,05$  und sind damit minimal. Bei vier Skalen (fett gedruckt in Tabelle 10) liegen die Differenzen für  $M$  im positiven Bereich zwischen  $+0,23$  und  $+0,34$ . Die Werte für  $SD$  liegen hier um bis zu  $0,27$  Punkte höher bzw. um bis zu  $0,12$  Punkte niedriger, was auch auf den ersten Blick sehr wenig erscheint, aber dennoch als Tendenz bewertet werden kann.<sup>51</sup>

Mit Hilfe des WILCOXON-Tests wird überprüft, ob es sich bei den Tendenzen um signifikante Veränderungen handelt. Dazu werden die Nullhypothese und die Alternativhypothesen formuliert:

- Hypothese  $H_0$ : Die Intervention hat keine Wirkung gezeigt (Nullhypothese)
- Alternativhypothese  $H_1$ : Die Intervention hat Wirkung gezeigt (zweiseitig, ungerichtet)<sup>52</sup>

Der WILCOXON-Tests liefert für die einzelnen Skalen die in Tabelle 11 ausgewiesenen Ergebnisse.

Pre-Post-Vergleich: Wilcoxon-Test ( $N = 15$ )	
Skala	Exakte Signifikanz (2-seitig)
Interesse an Experimenten beruflich und privat	$p = ,635$
<b>Interesse beim Experimentieren</b>	<b><math>p = ,005^{**}</math></b>
Interesse an Naturwissenschaften	$p = ,729$
<b>Persönliche Herausforderung beim Experimentieren</b>	<b><math>p = ,024^*</math></b>
<b>Selbstwirksamkeit bzgl. des Unterrichtens</b>	<b><math>p = ,005^{**}</math></b>
<b>Selbstwirksamkeit beim Experimentieren</b>	<b><math>p = ,009^{**}</math></b>
Fachliches Wissen	$p = ,896$
Fachdidaktisches Wissen	$p = ,461$
Pädagogisches Wissen	$p = ,864$

**Tabelle 11:** WILCOXON-Test. Skalen mit signifikanten Effekten sind fettgedruckt

<sup>51</sup> Nach SCHÄFER (2016, S. 65) kann der Mittelwert die Daten relativ gut repräsentieren. Die Interpretation darüber, ob die Standardabweichung groß oder klein ist, kann nicht pauschal beantwortet werden, sondern hängt stark von der Fragestellung ab.

<sup>52</sup> Die Hypothese wurde zweiseitig formuliert, da die Ergebnisse des WILCOXON-Tests auch auf negativen Rängen beruhen kann, was bedeutet, dass es Lehramtsanwärterinnen bzw. Lehramtsanwärter gibt, die bei der Post-Befragung mit weniger Zustimmung geantwortet haben.

Für die Skalen mit  $p > 0,05$  muss konstatiert werden, dass die Nullhypothese beizubehalten ist. Hinsichtlich dieser Skalen konnte die Intervention demnach keine statistisch signifikanten Veränderungen erbringen.

Zur weiteren Interpretation der Daten werden die Werte für  $p < 0,05$  betrachtet: Diese weisen bei den Skalen *Interesse beim Experimentieren*, *Persönliche Herausforderung beim Experimentieren*, *Selbstwirksamkeit bezüglich des Unterrichtens*, *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* darauf hin, dass die Nullhypothese ( $H_0$  = Die Intervention hat keine Wirkung gezeigt) abgelehnt werden muss. Es gilt somit die Alternativhypothese. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass die Intervention hinsichtlich dieser Skalen bezogen auf die gesamte Stichprobe eine signifikante Wirkung gezeigt hat.

Die Berechnung der Effektstärken für die Skalen mit signifikanter Veränderung erfolgt – wie bereits angegeben – über den Korrelationskoeffizienten  $r$  nach PEARSON. Tabelle 12 zeigt die errechneten Werte, die als starke Effekte interpretiert werden können.

Signifikanz und Effektstärke (N = 15)			
Skala	Signifikanz	Effektstärke	Auswertung
Interesse beim Experimentieren	$p = 0,005^{**}$	$r = 0,69$	starker Effekt
Persönliche Herausforderung beim Experimentieren	$p = 0,024^*$	$r = 0,57$	starker Effekt
Selbstwirksamkeit bzgl. des Unterrichtens	$p = 0,005^{**}$	$r = 0,70$	starker Effekt
Selbstwirksamkeit beim Experimentieren	$p = 0,009^{**}$	$r = 0,65$	starker Effekt

**Tabelle 12:** Effektstärken der Skalen mit signifikanten Veränderungen

Die Interpretation der Daten der Pre-Post-Befragung muss vorbehaltlich der kritisch zu betrachtenden Ausgangslage erfolgen. Dennoch können die Daten als erste Hinweisgeber auf die zu untersuchenden Merkmale im Pre-Post-Vergleich interpretiert werden, um dann im Rahmen der Langzeitstudie nach Ablauf von etwa zwei Jahren als Grundlage für die weitere Befragung und die Interviews zu dienen.

**Zwischenfazit – bezogen auf die Gruppe der 15 Befragten:**

Es fällt auf, dass die angehenden Sachunterrichtslehrkräfte sich bereits bei der ersten Befragung mit überdurchschnittlich hoher Zustimmung auf das Thema „Experimentieren im Sachunterricht“ einlassen, was die relativ hohen Mittelwerte (bei gleichzeitig geringer

Standardabweichung) zu allen Merkmalen belegen. Lediglich die Fragen zur persönlichen Herausforderung beim Experimentieren, die dem Merkmal *Fähigkeitsselbstkonzept* zugeschrieben sind, erfahren bei der ersten Befragung etwas weniger Zustimmung ( $M = 2,91$ ;  $SD = .57$ ). Inwieweit die einzelne Person von der Intervention profitiert oder nicht profitiert hat, muss im Rahmen der Einzelfallbetrachtung in Relation zu den recht hohen Werten der Pre-Befragung gesehen werden. Bezogen auf die gesamte Gruppe lassen sich zu den untersuchten Merkmalen folgende Aussagen treffen:

### **Interesse**

Die Befragten bekunden bereits vor der Intervention ein eher starkes Interesse an Naturwissenschaften und dem Experimentieren, sowohl im privaten als auch beruflichen Kontext. Das Interesse an der konkreten, praktischen Durchführung von Experimenten ist nach der Intervention signifikant stärker (mit starkem Effekt).

Das Interesse an Naturwissenschaften allgemein und der Beschäftigung mit Experimenten im beruflichen und privaten Kontext hat sich hingegen nicht signifikant verändert. Insofern ist das Interesse in diesen Bereichen gleichbleibend relativ hoch und stabil, bei leichten Verlusten.

### **Fähigkeitsselbstkonzept**

Die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter haben bezüglich der Stärkung ihres Fähigkeitsselbstkonzepts von der Intervention profitiert, da hier eine signifikante positive Veränderung (mit starkem Effekt) zu beobachten ist. Dies ist bemerkenswert, da man allgemein davon ausgeht, dass das Fähigkeitsselbstkonzept sich in jungen Jahren entwickelt und dann ein relativ stabiles Persönlichkeitsmerkmal darstellt (vgl. Möller & Trautwein 2020, S. 196). Wie in Kapitel 2.5.2 dargestellt, können soziale, dimensionale, temporale und kriteriale Determinanten das Fähigkeitsselbstkonzept einer Person dennoch beeinflussen (vgl. ebd., S. 197). Möglicherweise hat die Intervention bei einzelnen Personen dazu beigetragen, dass sich im Vorher-Nachher-Vergleich (temporal) mit Blick auf ihr erfolgreiches Experimentieren (kriterial) das Fähigkeitsselbstkonzept positiv beeinflusst wurde.

### **Selbstwirksamkeit**

Bei der Einschätzung der Selbstwirksamkeit bezüglich der Fähigkeiten und Fertigkeiten beim selbstständigen Experimentieren und der Durchführung von Experimenten im Unterricht gibt es eine signifikante Tendenz zu positiver Veränderung mit starkem Effekt, woraus geschlossen werden kann, dass die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter von der Intervention profitiert haben.



### ***Professionswissen***

Mit Blick auf die Selbsteinschätzung zum Merkmal Professionswissen haben die Befragten offenbar in allen drei Bereichen – Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen – kaum profitiert. Daraus kann geschlossen werden, dass ein zusätzlicher Kompetenzerwerb über das Experimentieren im Sachunterricht im Rahmen dieser kurzen Intervention nicht signifikant stattgefunden hat. Eine mögliche Ursache dafür könnte sein, dass die Selbsteinschätzungen diesbezüglich bereits bei der Pre-Befragung auf einem recht hohen Niveau befinden. Möglicherweise hat aber auch das Setting der Intervention dazu beigetragen, dass der Fokus der Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter stärker auf die Praxisphasen gerichtet war und dies bei der Post-Befragung stärker gewichtet wurde. Diese Aspekte sind für die zu führenden Interviews von besonderem Interesse.

### ***Zusammenfassung***

Bei genauer Betrachtung der entsprechenden Skalen und Items profitieren die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter in Bereichen, in denen sie entweder ihr situationales Interesse oder ihre persönliche Motivation bei dem konkreten selbstständigen Experimentieren (während der Veranstaltungen) reflexiv betrachten und ihre Kompetenzen verorten bzw. sich mit Blick auf einen Experimentalunterricht als kompetent und selbstwirksam einschätzen. Anders formuliert: Wenn sich die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter motiviert, interessiert, erfolgreich und kompetent während der Intervention wahrnehmen, trauen sie sich auch für den späteren Experimentalunterricht selbst mehr zu, was auf die Stärkung der Selbstwirksamkeit und des Fähigkeitsselbstkonzeptes zurückgeführt werden kann. Wie in Kapitel 3.2.3 beschrieben, wird hier deutlich, dass das Setting der Intervention mit einem bewusst großen Anteil an praktischen und reflexiven Phasen als eine Form des informellen Lernens dazu beitragen kann, die Selbsteinschätzung der Befragten bezüglich ihrer Handlungskompetenzen (Durchführung von Experimenten) zu stärken. Demgegenüber schätzen sich die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter in den Bereichen, in denen eher das allgemeine Interesse an den Naturwissenschaften und das Professionswissen über die Durchführung von Experimentalunterricht eingeschätzt werden sollen, nicht besser oder schlechter ein als vorher. Das heißt, die Intervention hat eher nicht dazu beigetragen das Interesse und das Professionswissen hinsichtlich des Themas Experimentieren im Sachunterricht zu erhöhen. Wenn man davon ausgehen kann, dass die angehenden Sachunterrichtslehrkräfte allein schon von ihrer Genese her ein höheres Interesse an Naturwissenschaften allgemein und dem Experimentieren im Besonderen haben, dann ist der fehlende Effekt nach der Intervention vielleicht mit einem sogenannten „Deckeneffekt“ (ceiling effect) zu erklären (Döring & Bortz 2016, S. 411).

Möglicherweise spielt aber auch eine gewisse positive Erwartungshaltung der Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter bezüglich der Intervention mit vielen Praxisphasen eine Rolle. Eine genauere Analyse dieser These kann mit der Einzelfallbetrachtung im Rahmen der Follow-up-Befragungsrunde und den Interviews erfolgen.

### 5.3 Pre-Post-Befragung: Einzelfallanalyse

Die Auswertung der Pre-Post-Befragung im vorangegangenen Kapitel liefert erste Hinweise darüber, inwieweit die Intervention mögliche Effekte bei der *Gruppe* ( $N = 15$ ) bewirkt hat, die über die Stärkung oder Optimierung der zu beforschenden Merkmale Aufschluss geben. Diese Effekte dürfen nicht überinterpretiert werden, denn aus „der Häufigkeit von Wirkungsmustern kann man nicht deren Gültigkeit im Einzelfall folgern“ (Brügelmann 2015, S. 49). Auch wenn die Datenauswertung bezogen auf die ganze Stichprobe zu Verallgemeinerungsaussagen kommt, die sich mit Mittelwerten, Standardabweichungen und Signifikanzen mehr oder weniger einheitlich abbilden lassen, kann die *Einzelfallbetrachtung* zu anderen Schlussfolgerungen führen und eher Aufschluss darüber geben, inwieweit sich *einzelne Personen* im Kontext verschiedener Faktoren selbst einschätzen.<sup>53</sup>

Da der Forschungsschwerpunkt dieser Arbeit darauf liegt, als qualitative Längsschnittstudie einzelne *Fälle* intensiver zu beforschen, rücken nachfolgend Einzelfallbetrachtungen in den Fokus. Die Auswahlkriterien für die Fallanalyse der Diagramme (siehe unten), die das Antwortverhalten einzelner Probandinnen und Probanden abbilden, sind:

- Fälle zu identifizieren, die sich gegensätzlich zu der bisherigen statistischen Auswertung verhalten.
- Fälle zu identifizieren, die in allen oder einzelnen Bereichen besonders von der Intervention profitiert haben.
- Fälle zu identifizieren, die in allen oder einzelnen Bereichen nicht von der Intervention profitiert haben.

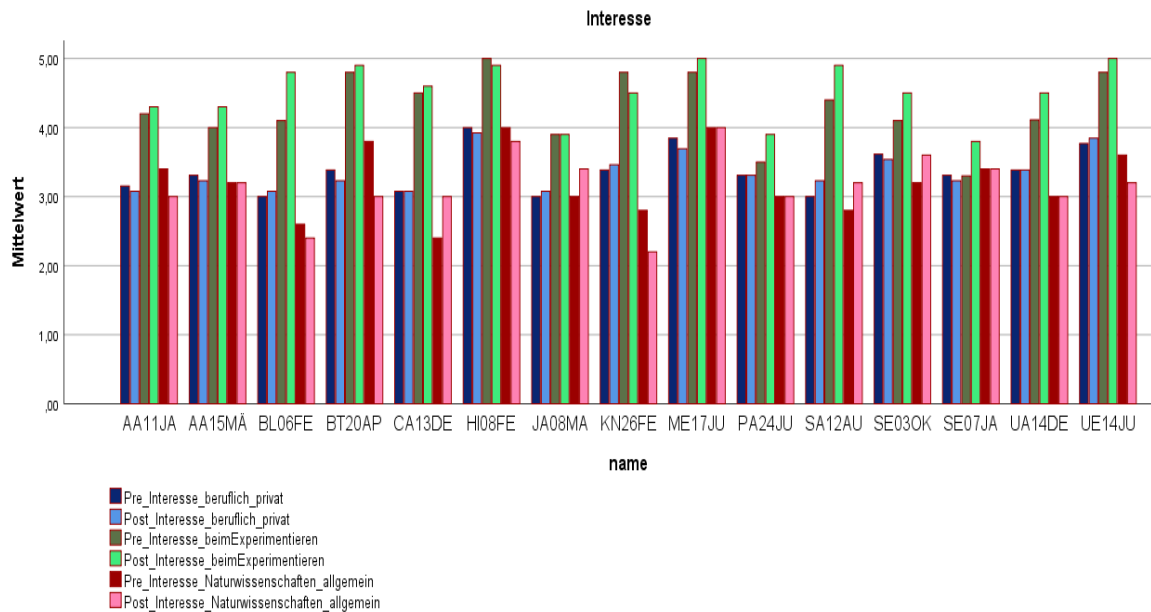
Im Folgenden bilden die Diagramme 1 bis 4 das Antwortverhalten jeder einzelnen Person als Mittelwerte zu den Skalen der Merkmale *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept*, *Selbstwirksamkeit* und *Professionswissen* ab. Die den Diagrammen 1 bis 4 entsprechenden Tabellen 12 bis 15 zeigen, wie sich die Häufigkeiten im Pre-Post-Vergleich positiv oder negativ verändert haben (bzw. unverändert bleiben). In einem weiteren Schritt werden Fälle identifiziert, die entsprechend den oben genannten Kriterien, auffällig sind. Erst danach werden die identifizierten Fälle hinsichtlich möglicher Zusammenhänge innerhalb der Persönlichkeitsmerkmale analysiert, um daraus möglicherweise Typen zu generieren, die dann nach der dritten Befragung mit Hilfe der Interviews genauer beforscht werden können.

---

<sup>53</sup> BRÜGELMANN (2015) begründet dies folgendermaßen: „Nicht das arithmetische Mittel, sondern die Streuung der Einzelwerte um den Durchschnitt ist häufig das praxisrelevantere Datum“ (ebd., S. 59).

## Interesse

Diagramm 1 stellt die drei Skalen *Interesse an Experimenten allgemein* (blau), *(Sach-)Interesse beim Experimentieren* (grün)<sup>54</sup> und *Interesse an den Naturwissenschaften* (rot) im Pre-Post-Vergleich farblich dar. In Tabelle 13 sind die Skalen ebenfalls entsprechend farblich abgebildet.



**Diagramm 1:** Merkmal Interesse mit den Skalen *Interesse an Experimenten allgemein* (blau), *(Sach-)Interesse am Experimentieren* (grün) und *Interesse an den Naturwissenschaften* (rot) im Pre-Post-Vergleich

Kategorie Interesse: Veränderungen im Antwortverhalten im Pre-Post-Vergleich (N = 15)			
Skala	positive Veränderung	negative Veränderung	keine Veränderung
Interesse an Experimenten allgemein	5	7	3
Interesse beim Experimentieren	12	2	1
Interesse an Naturwissenschaften	4	6	5

**Tabelle 13:** Veränderungen im Antwortverhalten bei den drei Skalen *Interesse an Experimenten allgemein* (blau), *(Sach-)Interesse beim Experimentieren* (grün) und *Interesse an den Naturwissenschaften* (rot) im Pre-Post-Vergleich

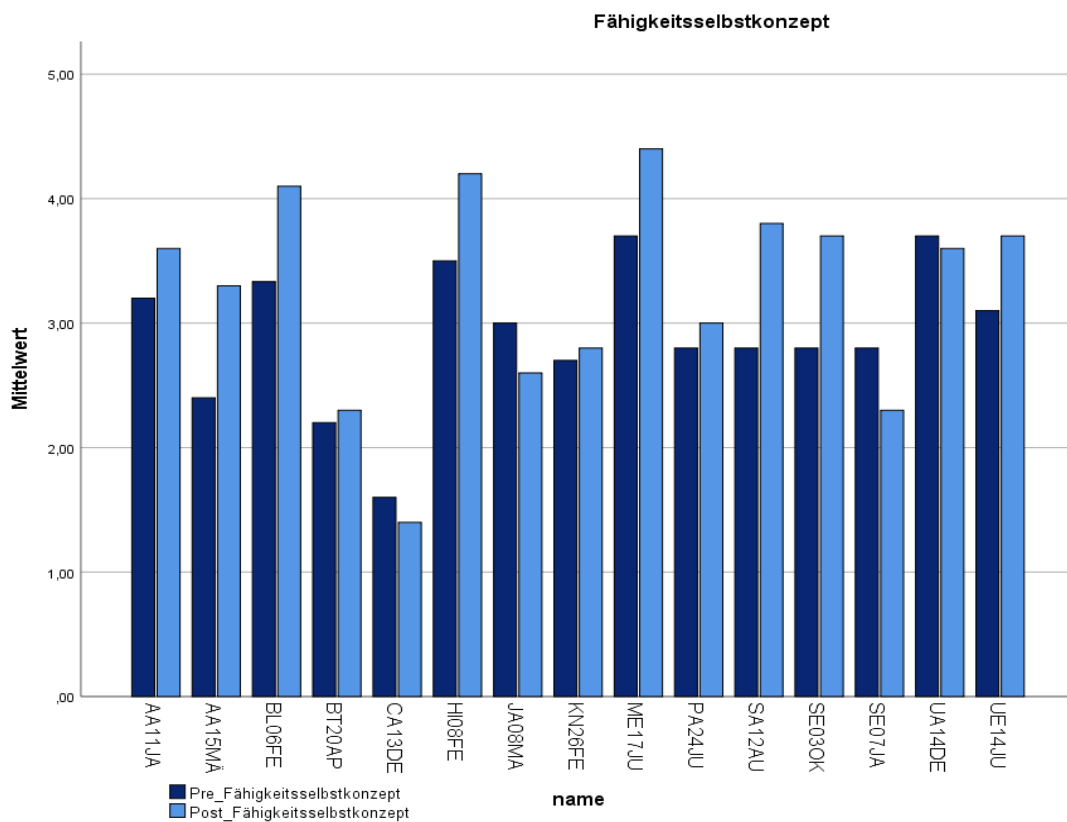
<sup>54</sup> In diesem Diagramm sind die 4-er Likert-Skalen und die 5-er Likert-Skala gemeinsam abgebildet, deshalb überträgt der Balken für die Skala *Interesse beim Experimentieren* (grün) die anderen Balken deutlich, da dies die 5-er Likert-Skala ist.

Auffälligkeiten sind:

- Die Personen **KN26FE** und **HI08FE** bekunden als einzige aus der Gruppe nach der Intervention weniger Interesse beim Experimentieren ( $\Delta M = - 0,3$  bzw.  $\Delta M = - 0,1$ ) zu haben, wobei diese geringen Differenzen hier wenig Aussagekraft haben.
- Die Person **BL06FE** weist bei der Skala *Interesse beim Experimentieren* die höchste ( $\Delta M = + 0,7$ ) positive Differenz von allen im Pre-Post-Vergleich auf.
- Entgegen dem Trend, dass das Interesse an den Naturwissenschaften nach der Intervention eher abnimmt oder stagniert, wird dieses von den Personen **CA13DE**, **JA08MA**, **SA12AU** und **SE03OK** deutlich positiver bewertet ( $\Delta M = + 0,4$  bis  $+ 0,6$ ).

### Fähigkeitsselbstkonzept

Diagramm 2 zeigt die Kategorie *Fähigkeitsselbstkonzept* mit der Skala *Herausforderung beim Experimentieren* im Pre-Post-Vergleich. Die zahlenmäßige Veränderung im Antwortverhalten innerhalb der Skala *Herausforderung beim Experimentieren* im Pre-Post-Vergleich über alle Befragten hinweg zeigt Tabelle 14:



**Diagramm 2:** Merkmal *Fähigkeitsselbstkonzept* mit der Skala *Herausforderung beim Experimentieren* im Pre-Post-Vergleich

Auffälligkeiten sind:

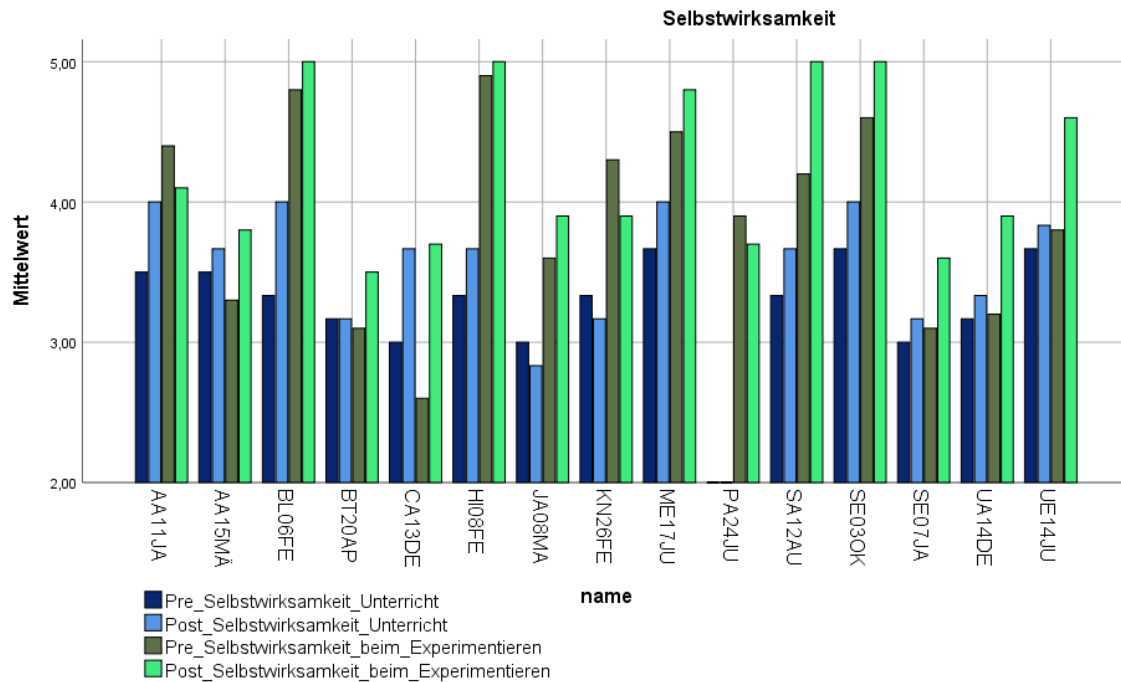
- Die Personen **CA13DE**, **JA08MA**, **SE07JA**, **UA14DE** antworten – entgegen dem Trend der Gruppe – nach der Intervention mit etwas weniger ( $\Delta M = - 0,1$  bis  $- 0,5$ ) Zustimmung.
- Besonders auffällig ist die Person **CA13DE**, die vor der Intervention die Fragen zum *Fähigkeitsselbstkonzept* mit  $M = 1,6$  beantwortet hat und nach der Intervention mit  $M = 1,4$ . Das bedeutet für diese Person, dass sie mit einem ziemlich geringen Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten an der Intervention teilgenommen hat und keinerlei Verbesserung für sich erzielen konnte.
- Bei der Person **SE07JA** fällt der Wert von  $M = 2,8$  auf  $M = 2,3$ , was auch als Hinweis darauf verstanden werden kann, dass die Intervention nicht dazu beigetragen hat, sich bezüglich des Experimentierens weiterzuentwickeln.
- Personen wie **AA15MÄ**, bei denen der Wert vorher bei  $M = 2,4$  – also deutlich unter dem rechnerischen Mittelwert der 5-er Likert-Skala – liegt und dann um  $+ 0,8$  Punkte höher auf  $M = 3,3$  steigt, sind für die weitere Betrachtung ebenfalls interessant, da sie positive Erfahrungen gemacht haben. Ähnliches gilt für **SE03OK** ( $\Delta M = + 0,9$ ) und **SA12AU** ( $\Delta M = + 1,0$ ), bei denen die Werte vorher nur knapp über dem Durchschnitt sind und nachher deutlich höher liegen.
- Personen, die bereits bei der Pre-Befragung hohe Werte ( $M > 3$ ) aufweisen und bei der Post-Befragung noch mehr Zustimmung signalisieren, sind: **AA11JA**, **BL06FE**, **ME17JU** und **UE14JU** ( $\Delta M = 0,4$  bis  $0,8$ ).

Kategorie Fähigkeitsselbstkonzept: Veränderungen im Antwortverhalten im Pre-Post-Vergleich (N = 15)			
Skala	positive Veränderung	negative Veränderung	keine Veränderung
Herausforderung beim Experimentieren	11	4	–

**Tabelle 14:** Veränderungen im Antwortverhalten innerhalb der Skala Herausforderung beim Experimentieren im Pre-Post-Vergleich

## Selbstwirksamkeit

Diagramm 3 stellt die zwei Skalen *Selbstwirksamkeit bezüglich des Unterrichtens* (blau) und *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren*<sup>55</sup> (grün) im Pre-Post-Vergleich farblich dar. Tabelle 15 weist die Veränderungen im Antwortverhalten entsprechend farblich aus.



**Diagramm 3:** Merkmal Selbstwirksamkeit mit den Skalen *Selbstwirksamkeit beim Unterrichten* (blau) und *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* (grün) im Pre-Post-Vergleich

Kategorie Selbstwirksamkeit: Veränderungen im Antwortverhalten im Pre-Post-Vergleich (N = 15)			
Skala	positive Veränderung	negative Veränderung	keine Veränderung
Selbstwirksamkeit beim Unterrichten	11	2	2
Selbstwirksamkeit beim Experimentieren	12	3	—

**Tabelle 15:** Veränderungen im Antwortverhalten zu den Skalen *Selbstwirksamkeit bezüglich des Unterrichtens* (blau) und *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* (grün) im Pre-Post-Vergleich

<sup>55</sup> In diesem Diagramm sind die 4-er Likert-Skala und die 5-er Likert-Skala gemeinsam abgebildet, deshalb überragt der Balken für die Skala *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* (grün) die anderen Balken deutlich, da dies die 5-er Likert-Skala ist.

Im Bereich der *Selbstwirksamkeit* gibt es gleich mehrere Auffälligkeiten. Die statistisch signifikanten Veränderungen mit starkem positivem Effekt sind hier bei mehreren Personen deutlich zu sehen. Diese werden nicht mehr im Einzelnen aufgeführt, da sie dem Trend entsprechen.

Andere Auffälligkeiten sind:

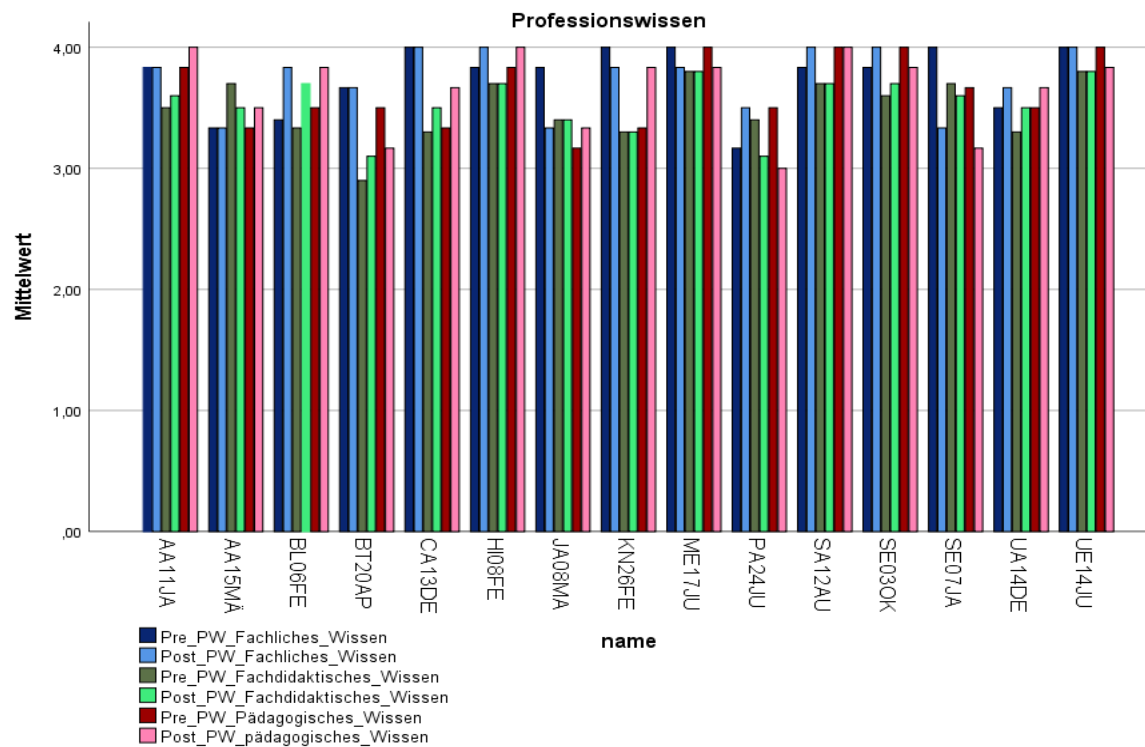
- Besonders auffällig ist die Person **CA13DE**, die sich nach der Intervention für die *Selbstwirksamkeit beim Unterrichten* um + 0,7 Punkte stärker einschätzt und für die *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* um + 1,1 Punkte stärker. Hier darf angenommen werden, dass sich diese Person perspektivisch selbstwirksamer sieht. Im Bereich des *Fähigkeitsselbstkonzepts* fällt diese Person dagegen durch ein sehr geringes Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten auf (s. o.).
- Die Person **PA24JU** hingegen ist sich bezüglich der *Selbstwirksamkeit beim Unterrichten* von Experimenten im Sachunterricht schon vorher unsicher gewesen, was sich nach der Intervention auch nicht verbessert hat ( $M = 2$  vorher und nachher), wobei die Einschätzung der *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* von  $M = 3,9$  vorher auf  $M = 3,7$  nachher geringfügig gesunken ist.
- Die Person **KN26FE** ist eine aus der Gruppe, die nach der Intervention in beiden Skalen weniger hohe Werte als vorher aufweist ( $\Delta M = - 0,4$  und  $\Delta M = - 0,3$ ) und sich damit als weniger selbstwirksam einschätzt.
- Die Person **AA11JA** schätzt sich nach der Intervention bezüglich des Unterrichts etwas selbstwirksamer ( $\Delta M = + 0,5$ ) ein, jedoch bezüglich des Experimentierens etwas weniger selbstwirksam ( $\Delta M = - 0,3$ ) als vorher.
- **BL06FE** weist in der Post-Befragung bei der Skala *Selbstwirksamkeit beim Unterrichten* mit einer Steigerung um + 0,2 Punkte den höchsten Wert ( $M = 5$ ) auf.
- **SA12AU** weist besonders bei der Skala *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* die größte positive Differenz ( $\Delta M = + 0,8$ ) auf.

### **Professionswissen**

Diagramm 4 stellt die Kategorie Professionswissen mit den drei Skalen *fachliches Wissen* (blau), *fachdidaktisches Wissen* (grün) und *pädagogisches Wissen* (rot) im Pre-Post-Vergleich farbig dar. Tabelle 16 weist die Veränderungen im Antwortverhalten entsprechend farbig aus.

Im konzeptuellen Rahmen der Selbsteinschätzung des *Professionswissens* ergeben sich auf den ersten Blick weniger markante Auffälligkeiten, was die fehlenden signifikanten Ergebnisse aus der Gruppenanalyse bestätigt.





**Diagramm 4:** Merkmal Professionswissen mit den Skalen fachliches Wissen (blau), fachdidaktisches Wissen (grün) und pädagogisches Wissen (rot) im Pre-Post-Vergleich

Kategorie Professionswissen: Veränderungen im Antwortverhalten im Pre-Post-Vergleich (N = 15)			
Skala	positive Veränderung	negative Veränderung	keine Veränderung
Fachliches Wissen	6	4	5
Fachdidaktisches Wissen	6	3	6
Pädagogisches Wissen	8	6	1

**Tabelle 16:** Veränderungen im Antwortverhalten zu den Skalen fachliches Wissen (blau), fachdidaktisches Wissen (grün) und pädagogisches Wissen (rot) im Pre-Post-Vergleich

Auffälligkeiten sind:

- Die Person **PA24JU** weist im Vergleich zur Gruppe die geringsten Werte ( $M = 3,2$ ) in der Pre-Befragung bei der Skala *fachliches Wissen* auf. Dieser Wert steigt in der Post-Befragung leicht auf  $M = 3,5$ . Die Werte der Pre-Befragung im Bereich *fachdidaktisches* ( $M = 3,4$ ) und *pädagogisches Wissen* ( $M = 3,5$ ) sind nach der Intervention etwas niedriger (*fachdidaktisches Wissen*  $M = 3,1$  und *pädagogisches Wissen*  $M = 3,0$ ). Während diese Person sich im *fachlichen Wissen* etwas positiver einschätzt, deuten die Werte in den beiden anderen Bereichen eher eine negative Tendenz an. Interessant ist die Person deswegen, weil sie beim Merkmal *Selbstwirksamkeit* bereits mit sehr niedrigen Werten und Verlusten aufgefallen ist (siehe

Diagramm 3), wohingegen die Werte bei den Skalen zum *Interesse an Experimenten allgemein* und *dem Interesse an Naturwissenschaften* gleichbleibend sind. Bei der Skala *Interesse beim Experimentieren* ( $\Delta M = + 0,4$ ) und bei dem Merkmal *Fähigkeitsselbstkonzept* sind die Werte minimal gestiegen ( $\Delta M = + 0,2$ ).

- Wie schon zuvor in den Bereichen *Selbstwirksamkeit* und *Interesse*, wo jeweils ein negativer Effekt erzielt wurde, fällt die Person **KN26FE** im Bereich *Professionswissen* dadurch auf, dass sie nur bezüglich des *pädagogischen Wissens* in der Post-Befragung einen positiven Effekt ( $\Delta M = + 0,5$ ) aufweist.
- **ME17JU** fällt im Bereich *Professionswissen* dadurch auf, dass die Höchstwerte in der Pre-Befragung für die Skalen *fachliches Wissen* und *pädagogisches Wissen* etwas geringer ( $\Delta M = - 0,2$ ) ausfallen, während sie für das *fachdidaktische Wissen* gleichbleiben ( $M = 3,8$ ).
- **BL06FE** und **UA14DE** sind die zwei Personen, die sich in allen drei Bereichen etwas stärker einschätzen: **UA14DE**: *Fachliches Wissen* ( $\Delta M = + 0,2$ ); *Fachdidaktisches Wissen* ( $\Delta M = + 0,3$ ); *Pädagogisches Wissen* ( $\Delta M = + 0,2$ ). **BL06FE**: *Fachliches Wissen* ( $\Delta M = + 0,4$ ); *Fachdidaktisches Wissen* ( $\Delta M = + 0,4$ ); *Pädagogisches Wissen* ( $\Delta M = + 0,3$ ).

### **Zwischenfazit – bezogen auf die Einzelfallbetrachtungen**

Bei der Durchführung der Einzelfallbetrachtung lassen sich einige Personen identifizieren, die entsprechend den Kriterien relativ auffällig sind, wobei gerade die geringfügigen Veränderungen im Bereich von  $\pm 0,1$  bis  $0,4$  Punkten nicht überbewertet werden dürfen, da sich bei der verwendeten 4-er Likert-Skala und 5-er Likert-Skala rechnerisch sehr schnell Differenzen ergeben, sobald nur eine oder zwei Fragen anders beantwortet werden als zuvor. Diese Personen sind in Tabelle 17 gelistet und ihr auffälliges Antwortverhalten ist als Tendenz angegeben. Der Übersichtlichkeit halber werden die Differenzen der Mittelwertangaben im Pre-Post-Vergleich in  $0,5$  Schritten mit folgenden Symbolen gekennzeichnet:

+++ / ++ / + / 0 / - / -- / ---

Bedingt durch die unterschiedlichen Likertskalen entstehen hier gewisse Ungenauigkeiten, sodass die Symbole nur als Tendenz verstanden werden sollen.

Anhand der Darstellung in Tabelle 17 lassen sich Personen identifizieren, die überwiegend von der Intervention *profitiert* haben (grün). Eine Person (blau) hat wenig bis gar *nicht profitiert*. Auffällig sind die Personen (rosa), die sich – wie bereits bei den Einzelfallbetrachtungen bezüglich der Merkmale und Skalen berichtet – in Relation zur Gruppe eher untypisch also *wider Erwarten* entwickelt haben:

Person		Interesse an Experimenten allgemein	Interesse beim Experimentieren	Interesse an den Naturwissenschaften	Herausforderung beim Experimentieren	Selbstwirksamkeit beim Unterrichten	Selbstwirksamkeit beim Experimentieren	Fachliches Wissen	Fachdidaktisches Wissen	Pädagogisches Wissen
1	KN26FE	0	-	--	+	-	-	-	0	+
2	BL06FE	0	++	-	++	++	+	+	+	+
3	CA13DE	0	+	++	- <sup>56</sup>	++	+++	0	+	+
4	JA08MA	+	0	+	-	+	+	-	0	+
5	SA12AU	+	+	+	+++	+	+	+	0	0
6	SE07JA	-	+	0	-	+	++	--	-	-
7	AA15MÄ	-	+	0	++	+	+	0	-	+
8	AA11JA	-	+	-	+	+	-	0	+	-
9	ME17JU	-	+	0	++	+	+	-	0	-
10	PA24JU	0	+	0	+	0 <sup>57</sup>	-	+	-	-

**Tabella 17:** Antwortverhaltens der Profiteure (grün), Nicht-Profiteure (blau) und Wider-Erwarten-Typen (rosa)

**Legende:** +  $\Delta$  0,1  $\leq$  0,5 Punkte; ++  $\Delta$  > 0,5 Punkte; +++  $\Delta$  > 1,0; -  $\Delta$  0,1  $\leq$  0,5 Punkte; -  $\Delta$  > 0,5 Punkte; ---  $\Delta$  > 1,0 Punkte; 0 = unverändert

Als *Profiteure* (grün) lassen sich die Personen **BL06FE**, **SA12AU**, **ME17JU** und **AA15MÄ** bezeichnen, da sie sich alle entsprechend dem Trend der gesamten Gruppe überdurchschnittlich entwickelt haben und zusätzlich noch – außer **ME17JU** – in den Bereichen *Professionswissen* (**BL06FE**), dem *Interesse an den Naturwissenschaften* (**SA12AU**) und *pädagogisches Wissen* (**AA15MÄ**) profitiert haben. Für die Langzeitanalyse ist u. a. interessant zu erheben, ob diese Effekte nachhaltig sind.

Als *Nicht-Profiteur* (blau) wird die Person **KN26FE** identifiziert: Die Person **KN26FE** hat sich in fast allen Bereichen nach der Intervention schwächer eingeschätzt als vorher. Lediglich im Bereich des *Fähigkeitsselbstkonzepts* und des *Professionswissen* (*Pädagogisches Wissen*) hat sich die Person etwas entwickelt. Hier wäre interessant zu wissen, wie diese Person die Intervention wahrgenommen hat und was dazu geführt hat, dass sie offenbar nicht davon profitiert hat.

<sup>56</sup> Person CA13DE zeigt ein besonders niedriges *Fähigkeitsselbstkonzept*, welches noch etwas schlechter wurde.

<sup>57</sup> Person PA24JU zeigt eine besonders niedrige *Selbstwirksamkeit*, gleichbleibend im Pre-Post-Vergleich.

Als *Wider-Erwarten-Typen* (rosa) werden die Personen **CA13DE**, **PA24JU**, **JA08MA**, **SE07JA**, und **AA11JA** bezeichnet:

- Die Person **CA13DE** ist interessant für eine weitere Analyse im Gespräch, da sie gleich für mehrere Bereiche angibt profitiert zu haben (*Interesse an den Naturwissenschaften, Selbstwirksamkeit beim Unterrichten, Selbstwirksamkeit beim Experimentieren, Pädagogisches Wissen*), ohne einen positiven Effekt auf das ohnehin geringe *Fähigkeitsselbstkonzept* gewonnen zu haben.
- Obwohl sich die Person **PA24JU** in den Bereichen *Herausforderung beim Experimentieren, Interesse beim Experimentieren* und *fachliches Wissen* nach der Intervention etwas stärker einschätzt, hat sie insgesamt im Bereich *Selbstwirksamkeit*, vor allem bezüglich des Unterrichts, nicht von der Intervention profitiert.
- Die Personen **JA08MA** und **SE07JA** fallen hauptsächlich dadurch auf, dass sich das *Fähigkeitsselbstkonzept* nach der Intervention verschlechtert hat, während sich gleichzeitig die *Selbstwirksamkeit* verbessert hat, was ungewöhnlich erscheint. Die Person **SE07JA** schätzt sich nach der Intervention im Bereich *Professionswissen* schlechter ein.
- Wider Erwarten hat sich die Person **AA11JA** im Bereich der *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* hinterher schlechter eingeschätzt, obwohl sie angibt, sich in den *Bereichen Herausforderung beim Experimentieren* und *Selbstwirksamkeit beim Unterrichten* weiterentwickelt zu haben.

Mit der Einordnung in die genannten Gruppen sind die beschriebenen Personen interessant für die weitere Follow-up-Befragungsrunde und ein anschließendes Gespräch, um die Auswertung und Interpretation der Daten zu validieren. Des Weiteren soll im persönlichen Gespräch (Interview) der Frage nachgegangen werden, was zur Stärkung und Optimierung der zu untersuchenden Persönlichkeitsmerkmale im Zusammenhang mit der Intervention beigetragen hat oder nicht beigetragen hat (bzw. welche weiteren Faktoren möglicherweise angeführt werden, die Rückschlüsse auf die Durchführung eines Experimentalunterrichts zulassen).

## 5.4 Beschreibung der Follow-up-Befragung

Die Follow-up-Befragung kann pandemiebedingt erst etwa ein Jahr später als geplant durchgeführt werden und findet im April/Mai 2021 – etwa zwei Jahre nach der Intervention und der Pre-Post-Befragung – statt. Durch die phasenweise stark veränderten Unterrichtsstrukturen während der Pandemie mit Lockdown, Schulschließungen, Homeschooling, Quarantäne und Distanz- sowie Hybridunterricht sind die Schulen, die Lehrkräfte und die Schülerinnen und Schüler enormen Belastungen ausgesetzt gewesen, die einen regulären Schulalltag und Unterrichtsablauf fast unmöglich gemacht haben. Dieser Umstand muss bei den weiteren Betrachtungen und Interpretationen dieser vorliegenden Studie berücksichtigt werden, da angenommen werden darf, dass die hier zu ermittelnden Daten pandemiebedingt anders ausfallen können als unter normalen Bedingungen. Welche Auswirkungen die Corona-Pandemie auf das Experimentieren im Sachunterricht nach Ablauf von zwei Jahren hat, kann im Rahmen der Interviews differenzierter betrachtet werden. Mit dem Fokus weiterhin auf dem Experimentalunterricht in der Grundschule, soll die Auswertung der Daten und die Interpretation der Ergebnisse Aufschluss darüber geben, wie sich die Einschätzungen der einzelnen Personen mit zeitlichem Abstand entwickelt haben. Hierbei sind die Personen, die nach der Pre-Post-Befragung entsprechend der Typisierungen als Profiteure, Wider-Erwarten-Typ oder Nicht-Profiteure identifiziert worden sind, von besonderem Interesse. Da sich für die dritte Befragungsrunde das Antwortverhalten aller Personen nochmals grundlegend ändern kann, sind jedoch grundsätzlich alle Personen für weitere Analysen interessant und von Bedeutung.

### 5.4.1 Stichprobe und Angaben zur Datenerhebung

Zur Vorbereitung der Follow-up-Befragung werden zunächst die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ermittelt, deren Einwilligungserklärungen zur weiteren Kontaktaufnahme vorliegen.<sup>58</sup> Der vorgenommene Abgleich zeigt, dass die Stichprobe für die Follow-up-Befragung mit  $N = 8$  (statt wie zuvor  $N = 15$ ) nochmals deutlich kleiner ist. Die Personen werden per E-Mail kontaktiert und um Mitarbeit gebeten. Die inzwischen festgestellten (Vollzeit-)Lehrkräfte arbeiten in Grundschulen der Kreise Siegen-Wittgenstein, Hochsauerlandkreis, Olpe, Märkischer Kreis und der Stadt Dortmund.

Für die Follow-up-Befragung wird der gleiche Fragebogen wie bei der Post-Befragung eingesetzt und den Befragten per Post zugeschickt. Der Rücklauf aller Fragebögen erfolgt

---

<sup>58</sup> Die Liste mit den Einwilligungserklärungen wurde der Testleiterin im April 2021 von dem Geschäftsführer des Dekanats der Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät der Universität Siegen übergeben.

ebenfalls auf dem Postweg. Nach der Follow-up-Befragungsrunde liegen acht vollständig ausgefüllte Fragebögen vor. Die zurückgesandten Fragebögen sind mit den gleichen Codes der Pre-Post-Befragung versehen, sodass sie eindeutig zugeordnet werden können. Von den acht Personen, die an der Follow-up-Befragung teilnehmen, sind zuvor bereits sechs Personen in der Einzelfallbetrachtung auffällig und den Gruppen der Profiteure (**ME17JU**, **AA15MÄ**) und Wider-Erwarten-Typen (**JA08MA**, **SE07JA**, **AA11JA**, **PA24JU**) zugeordnet worden. Das Antwortverhalten zwei weiterer Personen (**BT20AP**, **UE14JU**) entspricht insgesamt dem Trend der Gruppe (siehe Kapitel 4.4.4), deshalb sind diese Personen in der Einzelfallbetrachtung nicht besonders aufgefallen, werden in der weiteren Analyse aber mitberücksichtigt.

Die weitere Vorgehensweise der Dateneingabe in SPSS entspricht dem Verfahren der Pre-Post-Befragung und wird hier nicht erneut beschrieben.

## 5.5 Datenauswertung und Interpretation der Follow-up-Befragung

Da der Fokus im Fortgang der Studie auf der Analyse einzelner Personen liegt, wird auf eine Gruppenauswertung verzichtet, zumal die Stichprobe ( $N = 8$ ) sehr klein ist. Die Auswertung der vorliegenden Daten erfolgt demnach als Einzelfallanalyse über die Mittelwerte entlang der neun einzelnen Skalen:

- *Interesse an Experimenten allgemein*
- *Interesse beim Experimentieren*
- *Interesse an den Naturwissenschaften*
- *Herausforderung beim Experimentieren*
- *Selbstwirksamkeit beim Unterrichten*
- *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren*
- *fachliches Wissen*
- *fachdidaktisches Wissen*
- *pädagogisches Wissen*

Nach der Dateneingabe in SPSS werden für jede Person die Mittelwerte über die genannten neun Skalen errechnet und zusammen mit den Mittelwerten der Pre-Befragung und der Post-Befragung tabellarisch erfasst und abgebildet (siehe Tabelle 18).

Für die weitere Auswertung sind die Ergebnisse der gesamten Pre-Post-Follow-up-Befragung entlang der einzelnen Merkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen auch als Balkendiagramme (Diagramme 5-8) dargestellt.

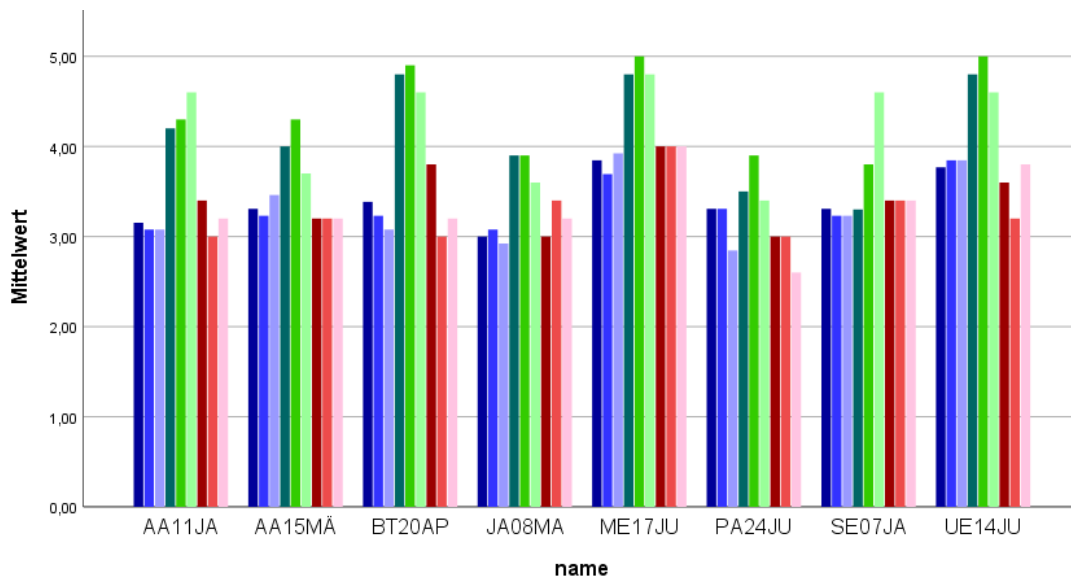
Skala	Fragebogen	AA15MÄ	ME17JU	JA08MA	SE07JA	AA11JA	PA24JU	UE14JU	BT20AP
Interesse an Experimenten allgemein	Pre	3,3	3,9	3,0	3,3	3,2	3,3	3,8	3,4
	Post	3,2	3,7	3,1	3,2	3,1	3,3	3,9	3,2
	Follow-up	3,5	3,9	2,9	3,2	3,1	2,9	3,9	3,1
Interesse beim Experimentieren	Pre	4,0	4,8	3,9	3,3	4,2	3,5	4,8	4,8
	Post	4,3	5,0	3,9	3,8	4,3	3,9	5,0	4,9
	Follow-up	3,7	4,8	3,6	4,6	4,6	3,4	4,6	4,6
Interesse an den Naturwissenschaften	Pre	3,2	4,0	3,0	3,4	3,4	3,0	3,6	3,8
	Post	3,2	4,0	3,4	3,4	3,0	3,0	3,2	3,0
	Follow-up	3,2	4,0	3,2	3,4	3,2	2,6	3,8	3,2
Herausforderung beim Experimentieren	Pre	2,4	3,7	3,0	2,8	3,2	2,8	3,1	2,2
	Post	3,3	4,4	2,6	2,3	3,6	3,0	3,7	2,3
	Follow-up	2,6	4,5	2,3	2,5	3,1	2,3	3,0	1,7
Selbstwirksamkeit beim Unterrichten	Pre	3,5	3,7	3,0	3,0	3,5	2,0	3,7	3,2
	Post	3,7	4,0	2,8	3,2	4,0	2,0	3,8	3,1
	Follow-up	3,0	3,8	3,2	3,7	4,0	3,0	4,0	3,2
Selbstwirksamkeit beim Experimentieren	Pre	3,3	4,5	3,6	3,1	4,4	3,9	3,8	3,1
	Post	3,8	4,8	3,9	3,6	4,1	3,7	4,6	3,5
	Follow-up	3,6	4,0	3,3	3,9	4,8	4,1	4,0	3,4
Fachliches Wissen	Pre	3,3	4,0	3,8	4,0	3,8	3,2	4,0	3,7
	Post	3,3	3,8	3,3	3,3	3,9	3,5	4,0	3,7
	Follow-up	3,3	3,7	3,8	3,3	3,8	3,2	3,3	3,3
Fachdidaktisches Wissen	Pre	3,7	3,8	3,4	3,7	3,5	3,4	3,8	2,9
	Post	3,5	3,8	3,4	3,6	3,6	3,1	3,8	3,1
	Follow-up	3,5	3,7	3,6	3,8	3,6	3,4	3,5	3,3
Pädagogisches Wissen	Pre	3,3	4,0	3,2	3,7	3,8	3,5	4,0	3,5
	Post	3,5	3,8	3,3	3,2	4,0	3,0	3,8	3,2
	Follow-up	3,2	3,8	3,7	3,7	3,7	3,3	3,7	3,3

**Tabelle 18:** Veränderungen der Mittelwerte im Verlauf der drei Befragungen



## Interesse

Diagramm 5 stellt die drei Skalen *Interesse an Experimenten allgemein* (blau), *(Sach-)Interesse beim Experimentieren*<sup>59</sup> (grün) und *Interesse an den Naturwissenschaften* (rot) im Pre-Post-Follow-up-Vergleich farblich dar.



**Diagramm 5:** Merkmal *Interesse* mit den Skalen *Interesse an Experimenten allgemein* (blau), *(Sach-)Interesse beim Experimentieren* (grün) und *Interesse an den Naturwissenschaften* (rot) im Pre-Post-Follow-up- Vergleich

Die Darstellung zeigt auf den ersten Blick, dass keine einheitlichen Veränderungen entlang der Skalen erkennbar sind und es im Wesentlichen nur einige wenige auffällige oder markante Tendenzen gibt. Zahlreiche Werte weisen ein geringes Delta im Bereich von  $\pm 0,1$  bis  $0,3$  Punkten auf bzw. gar keine Veränderungen (siehe Tabelle 18). Diese uneinheitlichen und eher geringen Unterschiede gelten sowohl für den Pre-Follow-up-Vergleich als auch für den Post-Follow-up-Vergleich. Auch die Werte der Skala *(Sach-)Interesse beim Experimentieren* (grün), welche im Pre-Post-Vergleich bezogen auf die Gruppe ( $N = 15$ ) einen signifikanten positiven Unterschied aufwies, deuten nicht darauf hin, dass die Lehrkräfte – bis auf eine Ausnahme (**SE07JA**) – im Pre-Post-Follow-up-Vergleich ein verstärktes Interesse an der Durchführung von Experimenten im Sachunterricht haben. Mit Blick auf die einzelnen Fälle fallen dennoch folgende Personen auf:

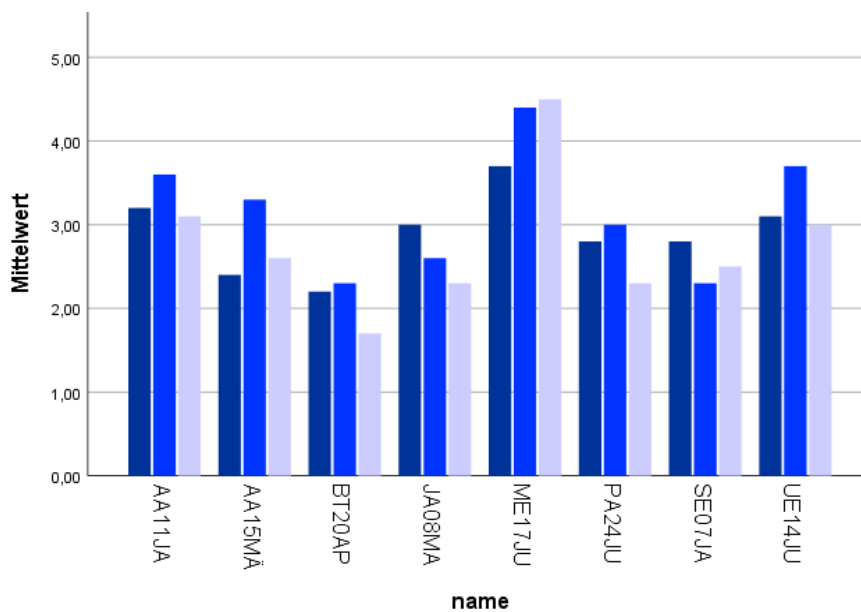
- Die Werte der Person **PA24JU** liegen nach zwei Jahren bei allen drei Skalen niedriger ( $\Delta M = -0,4$  bis  $-0,5$ ) als vor der Intervention.

<sup>59</sup> In diesem Diagramm sind die 4-er Likert-Skala und die 5-er Likert-Skala gemeinsam abgebildet, deshalb überragt der Balken für die Skala *(Sach-)Interesse beim Experimentieren* (grün) die anderen Balken deutlich, da dies die 5-er Likert-Skala ist.

- Die Person **SE07JA** ist die einzige Person, die nach dem Ablauf von zwei Jahren bei der Skala (*Sach-)Interesse beim Experimentieren* eine deutliche positive Tendenz ( $\Delta M = + 0,8$ ) im Post-Follow-up-Vergleich aufweist und damit ihr Ergebnis aus dem Pre-Post-Vergleich nochmals gesteigert hat.
- **AA15MÄ** gilt im Pre-Post-Vergleich als eine der sogenannten Profiteure, fällt jedoch im Post-Follow-up-Vergleich dadurch auf, dass sie sich bezogen auf die Skala (*Sach-)Interesse beim Experimentieren* deutlich niedriger ( $\Delta M = - 0,6$ ) einschätzt.
- Die Person **UE14JU** zeigt als einzige Person einen erkennbaren Zuwachs ( $\Delta M = + 0,6$ ) bei der Einschätzung des *Interesses an den Naturwissenschaften* im Post-Follow-up-Vergleich.
- Obwohl die Person **ME17JU** im Pre-Post-Vergleich als eine der sogenannten Profiteure auffiel, zeigen sich nach der Follow-up-Befragung keine bemerkenswerten Veränderungen diesbezüglich.

### **Fähigkeitsselbstkonzept**

Diagramm 6 stellt das Merkmal *Fähigkeitsselbstkonzept* als Skala *Herausforderung beim Experimentieren* (blau) im Pre-Post-Follow-up-Vergleich farblich dar.



**Diagramm 6:** Merkmal *Fähigkeitsselbstkonzept* mit der Skala *Herausforderung beim Experimentieren* im Pre-Post-Follow-up-Vergleich

Die Skala *Herausforderung beim Experimentieren* hat bei der Gruppen-Auswertung im Pre-Post-Vergleich signifikante positive Effekte gezeigt, woraus geschlossen werden kann, dass die meisten Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Kohorte von der Intervention (unterschiedlich stark) profitiert haben. Dazu zählen aus der vorliegenden Kohorte die Personen:

- **AA11JA** (Wider-Erwarten-Typ);
- **AA15MÄ** (Profiteur);
- **ME17JU** (Profiteur);
- **PA24JU** (Wider-Erwarten-Typ).

Nach nunmehr etwa zwei Jahren zeigen sich bei fünf Personen – **AA11JA** ( $\Delta M = -0,5$ ), **AA15MÄ** ( $\Delta M = -0,7$ ), **BT20AP** ( $\Delta M = -0,6$ ), **UE14JU** ( $\Delta M = -0,7$ ) und **PA24JU** ( $\Delta M = -0,7$ ) – deutlich niedrigere Werte. Lediglich zwei Personen weisen etwas höhere Werte mit einem Delta von 0,1 Punkten (**ME17JU**) bzw. 0,2 Punkten (**SE07JA**) auf. Bezogen auf das *Fähigkeitsselbstkonzept* der anderen Personen lässt sich somit feststellen, dass es sich mit einem Abstand von zwei Jahren nicht konsolidiert zu haben scheint. Für die Durchführung der Interviews zur Klärung dieser Beobachtung wären damit alle Personen von besonderem Interesse, um zu klären, welche Faktoren – internale oder externale Determinanten (siehe Kapitel 2.5.2) – möglicherweise das Kompetenzerleben beeinflusst haben.

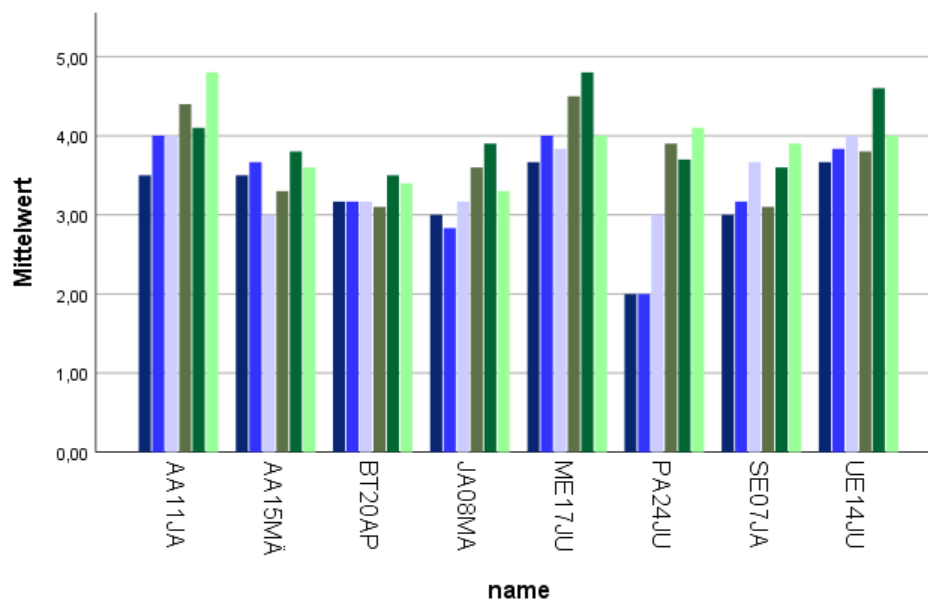
### **Selbstwirksamkeit**

Diagramm 7 stellt die zwei Skalen *Selbstwirksamkeit bezüglich des Unterrichtens* (blau) und *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren*<sup>60</sup> (grün) im Experimentieren im Pre-Post-Follow-up-Vergleich farblich dar.

Die Darstellung im Balkendiagramm zeigt, ähnlich wie zuvor bei dem Merkmal *Interesse*, auf den ersten Blick keine einheitlichen Veränderungen entlang der zwei Skalen. Allerdings sind einige markante Tendenzen erkennbar. Bezüglich der Skala *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* zeigt sich im Post-Follow-up-Vergleich, dass sich einerseits die Person **AA15JA** deutlich positiver ( $\Delta M = +0,7$ ) eingeschätzt, andererseits aber die Personen **JA08MA** ( $\Delta M = -0,6$ ), **ME17JU** ( $\Delta M = -0,8$ ) und **UE14JU** ( $\Delta M = -0,6$ ) sich deutlich geringer einschätzen, sodass von den acht Personen insgesamt bezüglich dieser Skala vier Personen ein auffälliges Antwortverhalten aufweisen. Interessanterweise antworten die Personen jeweils entgegengesetzt ihres Antwortverhaltens im Pre-Post-Vergleich. Bei der Skala *Selbstwirksamkeit bezüglich des Unterrichtens* fällt die Person **AA15MÄ** auf, die sich im Post-Follow-up-Vergleich mit  $\Delta M = -0,7$  geringer einschätzt, wohingegen sich die Person **PA24JU** deutlich stärker einschätzt ( $\Delta M = +1,0$ ) und die Person **SE07JA** sich auch mit einem  $\Delta M = +0,5$  positiver einschätzt. Die Person **SE07JA** weist als einzige eine kontinuierliche Weiterentwicklung bezüglich des Merkmals *Selbstwirksamkeit* auf, während die

<sup>60</sup> In diesem Diagramm sind die 4-er Likert-Skala und die 5-er Likert-Skala gemeinsam abgebildet, deshalb überragt der Balken für die Skala *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* (grün) die anderen Balken deutlich, da dies die 5-er Likert-Skala ist.

anderen Personen durchweg sowohl dazugewonnen als auch verloren haben bzw. sich keine Veränderung ergeben hat.



**Diagramm 7:** Merkmal Selbstwirksamkeit mit den Skalen Selbstwirksamkeit bezüglich des Unterrichts (blau) und Selbstwirksamkeit beim Experimentieren (grün) im Pre-Post-Follow-up-Vergleich

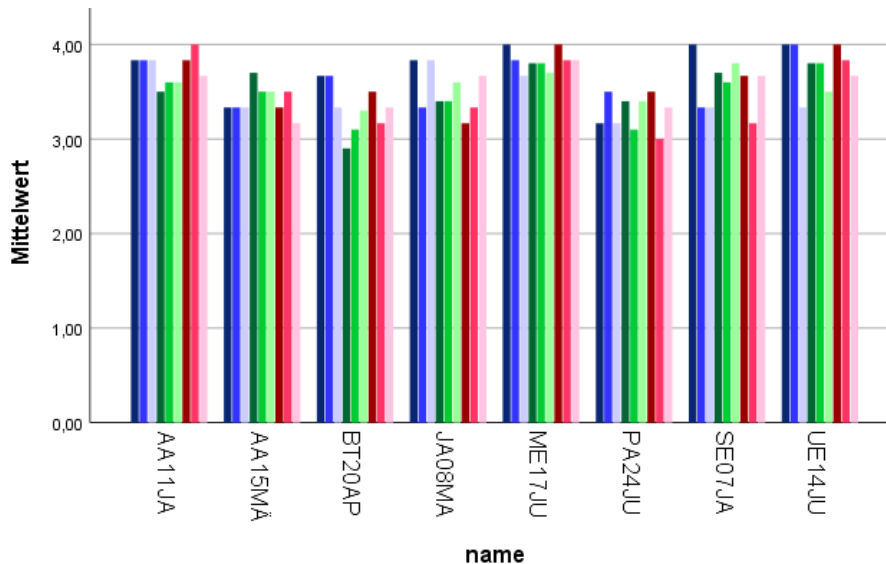
Für die zu führenden Interviews wären aufgrund ihrer mehr oder weniger markanten Tendenzen der Entwicklung insbesondere die Personen **PA24JU**, **AA11JA**, **AA15MÄ** und **UE14JU** interessant. Bezogen auf den Pre-Post-Follow-up-Vergleich wäre auch die Person **SE07JA** interessant für ein Gespräch. Im Gespräch mit diesen Personen wären möglicherweise Aussagen darüber zu finden, welche speziellen, neuen oder schwierigen Anforderungssituationen im Unterrichtsalltag die eigene *Selbstwirksamkeit* diesbezüglich beeinflussen könnten (siehe Kapitel 2.4.2).

### **Professionswissen**

Diagramm 8 stellt das Merkmal für die drei Skalen *fachliches Wissen* (blau), *fachdidaktisches Wissen* (grün) und *pädagogisches Wissen* (rot) Pre-Post-Follow-up-Vergleich farbig dar.

Das Auffällige bei der Auswertung der einzelnen Befragungsrunden zum *Professionswissen* ist, dass sich fast alle Befragten von Anfang an eher sehr hoch eingeschätzt haben (siehe Kapitel 4.4.4). Nach der Intervention haben sich die Werte im Pre-Post-Vergleich etwas relativiert, d. h. die meisten sehr hohen Werte sind etwas niedriger bzw. auf gleichem Niveau. Erkennbar ist dies in dem Diagramm bei den Skalen *fachliches Wissen* (blau) und

*fachdidaktisches Wissen* (grün) beispielsweise bei den Personen **AA15MÄ**, **JA08MA**, **ME17JU** oder **UE14JU**. Bezogen auf die Skala *pädagogisches Wissen* (rot) ist dieser Effekt nicht so deutlich.



**Diagramm 8:** Merkmal Professionswissen mit den Skalen *fachliches Wissen* (blau), *fachdidaktisches Wissen* (grün) und *pädagogisches Wissen* (rot) im Pre-Post-Follow-up-Vergleich

Im Pre-Post-Vergleich sind sowohl leichte positive als auch leichte negative Veränderungen erkennbar, die sich im Bereich  $\pm 0,3$  Punkten befinden. Einzig die Personen **PA24JU** und **SE07JA** weisen ein Delta von  $-0,5$  Punkten auf, was auf eine leichte Verschlechterung hindeutet. Nach nunmehr etwa zwei Jahren Abstand zur Intervention und der Post-Befragung hat sich die Selbsteinschätzung der Lehrkräfte bezüglich ihres *Professionswissens* nicht wesentlich geändert. Die Werte für alle drei Skalen liegen bei fast allen Personen zwischen  $\pm \Delta 0,0$  bis  $0,3$  Punkten. Zwei Personen haben Werte, die im Post-Follow-up-Vergleich um  $\Delta M = +0,5$  Punkte höher liegen (**JA08MA** *fachliches Wissen*; **SE07JA** *pädagogisches Wissen*). Einzig die Person **UE14JU** weist bei der Skala *fachliches Wissen* einen deutlichen negativen Wert von  $\Delta M = -0,7$  auf.

#### **Zwischenfazit – bezogen auf die Einzelfallbetrachtungen der Follow-up-Befragung**

Als Zwischenfazit zur Follow-up-Befragung lässt sich feststellen, dass insgesamt eine sehr heterogene Datenlage vorliegt, anhand derer sich keine allgemeinen Aussagen treffen lassen, die für die ganze Kohorte gelten würden, was zwei Jahre später auch nicht per se zu erwarten ist. Auch bezüglich einzelner Merkmale oder Skalen lässt sich nicht feststellen,

dass es einen allgemeinen Trend oder eine Tendenz gäbe. Es fallen Personen auf, deren Antwortverhalten sich im Post-Follow-up-Vergleich mehr oder weniger stark verändert haben. Die Typen (*Profiteure*, *Nicht-Profiteure* oder *Wider-Erwarten-Typen*), die sich im Pre-Post-Vergleich identifizieren ließen, lassen sich nach der Follow-up-Befragung als solche nicht mehr eindeutig – den Kriterien entsprechend – zuordnen. Beispielsweise zählt die Person **AA15MÄ** zu den sogenannten Profiteuren im Pre-Post-Vergleich. Im vorliegenden Post-Follow-up-Vergleich hat diese Person sich bei den Skalen *Interesse beim Experimentieren*, *Herausforderung beim Experimentieren*, *Selbstwirksamkeit beim Unterrichten*, *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren*, die sie zuvor eher sehr positiv eingeschätzt hat, nun deutlich negativer eingeschätzt. Somit würde man diese Person jetzt nicht mehr als Profiteur bezeichnen können. Gleiches gilt, wenn auch nicht so ausgeprägt, für die Person **ME17JU**, die ebenfalls zuvor zum Typ Profiteure zählte. **UE14JU** wird im Pre-Post-Vergleich als keine der drei Typen identifiziert, fällt aber im Post-Follow-up-Vergleich ebenfalls durch deutlich geringere Werte bei den Skalen *Herausforderung beim Experimentieren*, *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren* und *fachliches Wissen* auf. Aus der Gruppe der *Wider-erwarten Typen* fällt die Person **SE07JA** dadurch auf, dass sie sich in fast allen Bereichen nach Ablauf von zwei Jahren positiver bzw. gleichbleibend hoch einschätzt, sodass zu erwarten wäre, dass diese Person am ehesten Experimentalunterricht durchführt. Die Person **PA24JU**, die zunächst als *Wider-Erwarten-Typ* identifiziert wird, hat sich nach zwei Jahren komplett entgegengesetzt dem Pre-Post-Vergleich eingeschätzt. Das heißt, in den Bereichen, in denen sie sich bei der Post-Befragung niedriger eingeschätzt hat, weist sie bei der Follow-up-Befragung höhere Werte auf und umgekehrt. Wenn auch die Differenzen der Werte im Einzelnen nicht alle so groß sind, ist dies dennoch eine interessante Entwicklung.

Daher zählt die Person **PA24JU** – neben den Personen **AA15MÄ**, **SE07JA** und **UE14JU** – zu der Gruppe, die wegen eines Interviews angefragt werden

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Follow-up-Befragung quasi eine erneute Bestandsaufnahme darstellt, wie die Lehrkräfte sich bezüglich eines Experimentalunterrichts in der Grundschule nach zwei Jahren selbst einschätzen. Somit zeigen sich zwar Langzeiteffekte nach zwei Jahren, die jedoch noch keine Aussage zulassen, um bezogen auf den Einzelfall das Potenzial und Grenzen der Intervention zu identifizieren. Ein unmittelbarer Zusammenhang zur Intervention, und damit zur Forschungsfrage dieser Studie, lässt sich demnach erst im Kontext der Interviews herstellen.

## 5.6 Beschreibung der Interviews

Die Interviews werden entsprechend des forschungsmethodischen Ansatzes dieser Studie als zweite Teilstudie des gesamten Forschungsprojekts qualitativ in Anlehnung an die qualitative Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ (2018) bzw. KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) durchgeführt und ausgewertet. Die leitfadengestützten Interviews (siehe Kapitel 4.2.2) dienen damit, im Anschluss an die Follow-up-Befragung, einerseits zur kommunikativen Validierung der Auswertung der drei Befragungsrunden, aber andererseits auch als Bausteine einer Vertiefung und Kontextanalyse zur Explikation des Potenzials der gesamten Intervention. Daher sollen die Interviews nach Ablauf von etwa zwei Jahren, gemäß der Forschungsfrage, Aussagen über eine langfristige Entwicklung und/oder Veränderung der Selbsteinschätzung von *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept*, *Selbstwirksamkeit* und *Professionswissen* bezüglich des Experimentierens in der Grundschule gestatten. Außerdem kann die Einzelfallanalyse den Blick auf einzelne Personen und deren persönliche und detailliertere Erfahrungen zum Experimentalunterricht gewähren und somit auch den Blick über die Forschungsfrage hinaus richten.

Die Analyse der Follow-Up-Befragung nach zwei Jahren zeigt, dass sich einige Personen im Vergleich zur Pre-Post-Befragung entgegen der zuvor vorgenommenen Typisierung in der Follow-up-Befragung gänzlich anders einschätzen und somit für die Interviews als besonders interessant erscheinen. Andere Personen zeigen weniger auffällige Veränderungen bei der Befragung. Diese werden für die zu führenden Interviews dennoch angefragt, um den Kreis der potenziellen Gesprächspartnerinnen bzw. Gesprächspartner möglichst groß zu halten (max.  $N = 8$ ).

### 5.6.1 Stichprobe und Angaben zur Datenerhebung

Für die Interviews werden zunächst alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer der letzten Befragungsrunde ( $N = 8$ ) per E-Mail angefragt und zu einem Gespräch eingeladen. Die Rückmeldungen ergeben, dass nicht alle Personen dazu bereit sind. Die zuvor in der Einzelfallbetrachtung aufgefallenen Personen **PA24JU**, **AA15MÄ**, **SE07JA** und **UE14JU** stehen für die Interviews zur Verfügung, sodass sich im Weiteren der Kontakt auf diese beschränkt. Eine der vier Personen befindet sich zum Zeitpunkt der anstehenden Interviews in Elternzeit und weist daher im Vergleich zu den anderen drei Personen deutlich weniger tatsächliche Unterrichtserfahrung auf, sodass entschieden wird, diese Person nicht zu interviewen.

Pandemiebedingt werden die Interviews online per Videokonferenz durchgeführt und aufgenommen. Als Interviewpartner stehen die Personen **PA24JU**, **AA15MÄ** und **UE14JU** zur Verfügung. Zur Vorbereitung der Gespräche wird für jede Person ein individueller Interviewplan auf Grundlage eines identischen Interviewleitfadens erstellt. Der individuelle Interviewplan enthält die Ergebnisse der Datenerhebung der Pre-/Post- und Follow-up-Befragungen im Vergleich sowie die für den Interviewleitfaden entwickelten Impulsfragen (siehe Kapitel 4.2.2 und Anhang C). Zum verabredeten Zeitpunkt wird die Person kurz begrüßt, die datenschutzrechtliche Zustimmung zur Verwendung des Audiomaterials eingeholt und der konkrete Ablauf des Interviews vorgestellt. Sofern die Lehrkraft keine Fragen mehr hat, wird mit dem Interview begonnen. Die drei Interviews dauern zwischen 31 und 36 Minuten und finden in einer insgesamt sehr entspannten und offenen Atmosphäre statt. Die Interviewerin macht sich interviewbegleitend und danach jeweils Notizen für das Postskriptum (vgl. Kuckartz 2018, S. 204), welches eventuell für die spätere Auswertung wichtig sein könnte (vgl. ebd., S. 171). Notiert wird beispielsweise, dass die Gesprächsführung an manchen Stellen schwieriger ist, wenn die befragte Person auf Impulse oder Fragen recht knapp antwortet und die Interviewerin flexibel reagieren muss, um mit weiteren Impulsen das Gespräch vertieft fortzuführen. Dadurch ist der Redeanteil der Interviewerin an einigen Stellen hoch und führt auch dazu, dass weitere Fragen zum Teil suggestiv gestellt werden. Diese und weitere Aspekte müssen bei der Codierung und Auswertung berücksichtigt werden.

Im Anschluss an die Interviews werden die Audiodateien aufbereitet und als Standard-Transkript nach den vereinfachten Transkriptionsregeln einer inhaltlich-semantic Transkription nach DRESING & PEHL (2018, S. 21 f.) von ebendieser Agentur (dr. dresing & pehl GmbH, Marburg) transkribiert. Die Transkripte finden sich in Anhang D.

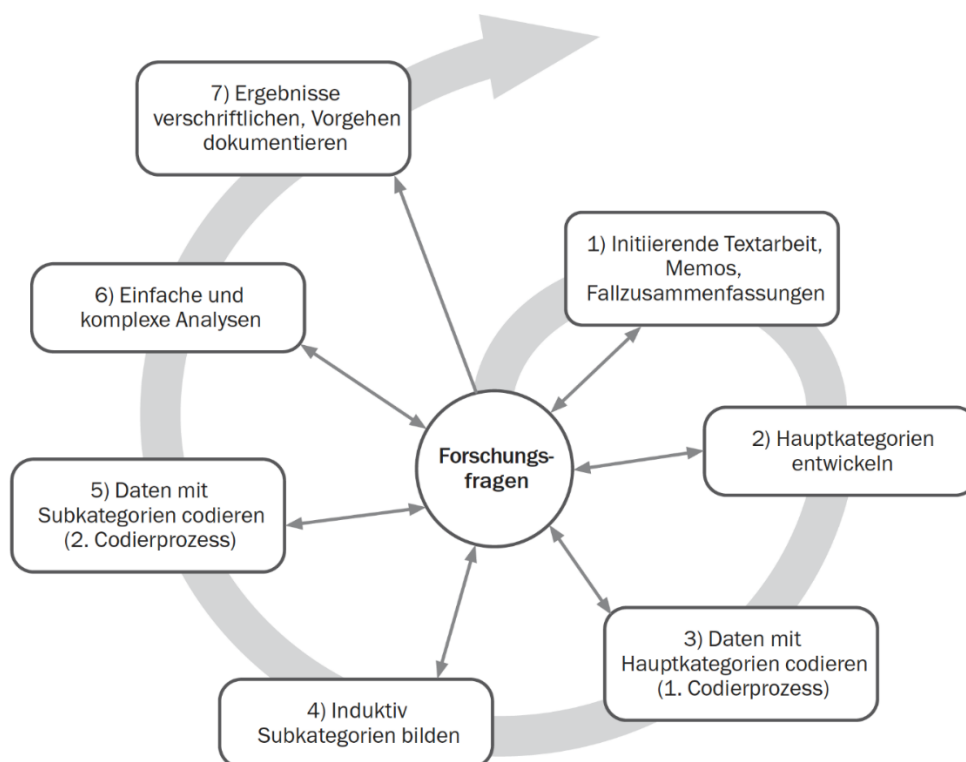
Für die Auswertung der Interviews wird unterstützend die Computersoftware MAXQDA genutzt, welche vielfältige Möglichkeiten bietet, um das Datenmaterial zu codieren, auszuwerten und die Ergebnisse zu visualisieren. Die verwendeten Funktionen des Programms werden jeweils in den weiteren Abschnitten erläutert.

## **5.6.2 Ablauf der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse**

Die Auswertung der Interviews wird, wie in Kapitel 4.1 ausgeführt, in Anlehnung an die inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ (2018) bzw. KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) durchgeführt. Auf Grundlage des dafür genutzten Ablaufplans (siehe Abbildung 14) erfolgt die Analyse der Interviews in verschiedenen Phasen (vgl. Kuckartz 2018, S. 100 ff.). In einer ersten Phase werden die drei vorliegenden Transkripte



gelesen und bereits auffällige, wichtig erscheinende Textstellen markiert und gegebenenfalls mit Memos am Rand kommentiert. Vor dem Hintergrund der Forschungsfrage: „Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit bzw. das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärttern im Vorbereitungsdienst langfristig stärken?“ wird im Anschluss in der zweiten Phase das Hauptkategoriensystem entlang der zu untersuchenden Merkmale gebildet.



**Abbildung 14:** Ablauf einer inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse in 7 Phasen.  
Aus: KUCKARTZ & RÄDIKER (2022, S. 132)

Somit beinhaltet das zunächst rein deduktiv angelegte Codesystem in MAXQDA die vier Hauptkategorien<sup>61</sup> *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept*, *Selbstwirksamkeit* und *Professionswissen*. (Die Hauptkategorie *Professionswissen* ist in *fachliches Wissen*, *fachdidaktisches Wissen* und *pädagogisches Wissen* unterteilt.) Für diese Hauptkategorien werden in MAXQDA Memos

<sup>61</sup> „Die Gesamtheit aller Kategorien bezeichnet man als Kategoriensystem oder Codesystem.“ (Kuckartz 2018, S. 38). Der Terminus „Kategorie“ bezeichnet das „Ergebnis einer Klassifizierung von Einheiten“ (ebd., S. 37). Im Softwareprogramm MAXQDA wird das Ergebnis ausschließlich als „Codesystem“ und der Prozess als „codieren“ bezeichnet. Daher werden „Code“ und „Kategorie“ im Folgenden synonym verwendet. Zur uneinheitlichen und nicht trennscharf verwendeten Unterscheidung zwischen den Bezeichnungen „Kategorie“ und „Code“ siehe ebd., S. 33 ff.

mit der Beschreibung oder Definition sowie Ankerbeispielen eingestellt. Entlang der Hauptkategorien ergeben sich entsprechende Subkategorien, die bei der weiteren Planung des Kategoriensystems festgelegt werden. Dabei resultieren die Subkategorien einerseits aus ihrer Definition (siehe Kapitel 2.4.2), wie etwa die Unterscheidung in *situationales* und *persönliches Interesse*, oder es wird auf das Vorhandensein bzw. nicht-Vorhandensein fokussiert, z. B. bei *Nichtinteresse*. Ebenso wird der Grad der Merkmalsausprägung (etwa bei dem *Fähigkeitsselbstkonzept* in *eher hoch* und *eher niedrig*) vorab definiert.<sup>62</sup>

Für das Merkmal *Selbstwirksamkeit* wird, basierend auf dem zugrundeliegenden Konzept desselben (vgl. Kapitel 2.5.3), antizipiert, dass sowohl *begünstigende Faktoren* als auch *hemmende Faktoren* angenommen werden können. Für das Merkmal *Professionswissen* werden vorab für das *fachdidaktische Wissen* die Subkategorien *hilfreiche Faktoren für Experimentalunterricht* und im Gegensatz dazu auch *herausfordernde Faktoren für Experimentalunterricht* festgelegt. Zudem wird die Kategorie *Häufigkeit Experimentieren (deskriptiv)* definiert, da es von besonderem Interesse ist, inwieweit nach zwei Jahren tatsächlich Experimentalunterricht durchgeführt wird. Diese Angaben dienen als Grundlage für das Gespräch mit den Personen, wenn es darum geht zu klären, welche Aspekte, Ursachen, Gründe, Probleme oder Ähnliches von den Lehrkräften angeführt werden, die einen Experimentalunterricht begünstigen oder eben nicht.

Während der weiteren Phasen wird das Textmaterial von bis zu vier Codierenden in mehreren Durchgängen unter Beachtung des Codierleitfadens (siehe Anhang E) und der Memos<sup>63</sup> immer differenzierter gelesen, verglichen, analysiert (codiert) und diskutiert. Dabei werden entlang der Hauptkategorien bzw. Subkategorien neue und zusätzliche (Sub-)Subkategorien (Codes) induktiv direkt am Material entwickelt. Andere zuvor festgelegte Codes werden gegebenenfalls zusammengefasst oder ausdifferenziert oder auch verworfen. Tabelle 19 zeigt die Einteilung der deduktiv festgelegten Hauptkategorien und Subkategorien zu Beginn der Auswertung.

Im Rahmen dieses Prozesses, in dem ebenfalls die Intercoder-Übereinstimmung ermittelt wird (siehe Kapitel 5.6.3), entsteht das finale ausdifferenzierte, deduktiv-induktiv entwickelte Kategoriensystem (Codesystem), welches für die weitere Auswertung und Ergebnisdarstellung genutzt wird. Das Kategoriensystem (Codesystem) umfasst neben den bereits beschriebenen sieben Hauptkategorien (siehe Tabelle 19) noch zwei weitere Hauptkategorien, nämlich *Rahmenbedingungen* und *Sonstiges*.

---

<sup>62</sup> Diese unterschiedlichen Subcodes werden in MAXQDA mit Memos versehen, damit alle Codierenden darauf zugreifen können.

<sup>63</sup> Die Funktion „Memo“ in MAXQDA gestattet es, Hinweise und Definitionen für alle Codierer zu hinterlegen.

Unter den vorab festgelegten Subkategorien (Subcodes) sind bis zu neun weitere hierarchische Sub-Subcodes formuliert, die induktiv am Material ermittelt worden sind.

Deduktiv festgelegte Haupt- und Subkategorien zu Beginn der Auswertung	
Hauptkategorie	Subkategorie
<b>Interesse</b>	Situationales Interesse
	Persönliches Interesse
	Nichtinteresse
<b>Fähigkeitsselbstkonzept</b>	Eher hoch
	Eher niedrig
<b>Selbstwirksamkeit</b>	Begünstigende Faktoren
	Hemmende Faktoren
<b>Professionswissen</b> <i>Fachliches Wissen</i>	–
<b>Professionswissen</b> <i>Fachdidaktisches Wissen</i>	Hilfreiche Faktoren für Experimentalunterricht
	Herausfordernde Faktoren für Experimentalunterricht
<b>Professionswissen</b> <i>Pädagogisches Wissen</i>	–
<b>Häufigkeit Experimentieren (deskriptiv)</b>	–

**Tabelle 19:** Deduktiv festgelegte Kategorien und Subkategorien zu Beginn der Auswertung

Wie in Abbildung 15 zu erkennen ist, sind die Subkategorien weiter ausdifferenziert und bilden die (individuellen) bedeutsamen Aussagen der Lehrkräfte ab. Als Beispiel: Aussagen der Lehrkräfte, die der Subkategorie *situationales Interesse* (am Experimentieren) zugeordnet werden, können so noch genauer hinsichtlich der Herkunft oder dem Ursprung (Sub-Subcodes: *Elternhaus/Kindheit/Schulzeit*) analysiert werden. Bezogen auf die Forschungsfrage wäre bei diesem Beispiel von besonderem Interesse, inwieweit die *Intervention* oder das *Fachseminar Sachunterricht* im Vorbereitungsdienst ein *Interesse* an Experimenten bei der Lehrkraft geweckt hat. Weiterhin wäre zu ermitteln, ob das Interesse schon zuvor vorhanden war und sich möglicherweise in ein *persönliches/individuelles Interesse* gewandelt hat, weil die *unterrichtliche Relevanz* erkannt worden ist. Anders wäre es aber auch denkbar, dass ein damals im Vorbereitungsdienst vorhandenes *situationales Interesse* vorlag, welches auf die *Intervention* zurückgeführt wird, nach zwei Jahren jedoch eher *abnehmendes Interesse* am Experimentalunterricht konstatiert wird und die (als zu schwierig empfundene) *Formelsprache Chemie und Physik* als Begründung angeführt wird. Für die weitere Analyse und Auswertung sind die gleichzeitig zu einem solchen Befund auffallenden

Zusammenhänge mit den anderen Haupt- und Subkategorien bzw. den Sub-Subcodes von Bedeutung und für eine abschließende Auswertung interessant.



Abbildung 15: Finales Codesystem

Unter der Hauptkategorie *institutionelle Rahmenbedingungen* sind Subkategorien untergeordnet, die ebenfalls gemäß den Aussagen der Lehrkräfte entstammen und induktiv angelegt sind. Diese sind: *Schulinternes Curriculum*, *Ausstattung*, *Schule mit MINT-Konzept* und *Coronabedingt*. In der Annahme, dass die aktuellen, zentralen bildungspolitischen Themen *Inklusion/individuelle Förderung*, *Digitalisierung* und *BNE* im Rahmen der Interviews mit den Lehrkräften eine Rolle spielen und auf jeden Fall thematisiert werden, sind diese vorab als Subkategorien deduktiv festgelegt. Die Hauptkategorie *Sonstiges* umfasst Codierungen, die bedeutsam erscheinen, sich aber keinem anderen Code zuordnen lassen, bzw. enthält Codierungen, die von den verschiedenen Codierern nicht eindeutig zuzuordnen sind. Im

weiteren Verlauf spielt diese Kategorie jedoch keine Rolle mehr, da hier im letzten Codierdurchlauf keine Zuordnungen mehr vorgenommen wurden. Somit umfasst das finale Codesystem 58 Codes, die den bereits angeführten Haupt- und Subkategorien untergeordnet sind (siehe Abbildung 15).

### 5.6.3 Überprüfung der Studiengüte

Nach KUCKARTZ (2018, S. 204) bzw. KUCKARTZ & RÄDIKER (2022, S. 235) gelten für die qualitative Inhaltsanalyse sowohl die interne als auch die externe Studiengüte (Fragen der Übertragbarkeit und Verallgemeinerbarkeit), wobei die interne Studiengüte die externe Studiengüte bedingt und voraussetzt. Die Frage, inwieweit sich die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse zusammen mit den Ergebnissen der quantitativen Auswertung der Pre-Post-Follow-up-Befragungen verallgemeinern lassen – im Sinne der externen Studiengüte –, werden in Kapitel 6 diskutiert.

Zur internen Studiengüte zählen – vergleichbar der internen Gütekriterien der quantitativen Forschung – Zuverlässigkeit, Glaubwürdigkeit, Verlässlichkeit, Regelgeleitetheit, intersubjektive Nachvollziehbarkeit, Auditierbarkeit etc. (vgl. ebd., S. 235 f.). Die Beurteilung der internen Studiengüte zeige sich nach KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) häufig erst bei der Analyse und Auswertung des Materials, wenn Aussagen darüber gemacht werden können, ob die Interviewform regelkonform war und das Interview eine entsprechende Tiefe und Authentizität hatte, sodass die Aussagen eines Interviewten in sich als konsistent und glaubwürdig erscheinen. Anhand einer Checkliste (vgl. ebd., S. 237) können wesentliche Punkte zur Beurteilung der internen Studiengüte in Form von Fragen zur Datenerfassung, Transkription und Durchführung der qualitativen Inhaltsanalyse beantwortet werden. Für die Analyse der hier vorliegenden Interviews wird ebendiese Checkliste zur Beurteilung der internen Studiengüte angewendet und die relevanten Aspekte berücksichtigt.

Ein wesentlicher Aspekt zur Beurteilung der internen Studiengüte ist die Bestimmung der sogenannten „Intercoder-Übereinstimmung“ (ebd., S. 243). Diese erfolgt bei der *qualitativen* Inhaltsanalyse (im Gegensatz zur Intercoder-Reliabilität bei der *quantitativen* Inhaltsanalyse) nach den Regeln des sogenannten „konsensuellen Codierens“ (ebd., S. 244). Im vorliegenden Fall wird das gesamte bzw. auch anteilmäßige Textmaterial (ca. 30 %) von mehreren Personen aus der Arbeitsgruppe Didaktik der Chemie (Universität Siegen) teilweise in mehreren Durchgängen unabhängig voneinander und unter Beachtung des Codierleitfadens codiert. Auftretende Fragen oder Unstimmigkeiten werden als sogenannte Code-Memos notiert. Anschließend werden die vorgenommenen Codierungen gemeinsam intensiv diskutiert und am Material überprüft und gegebenenfalls Änderungen am

Kategoriensystem vorgenommen. Konkret zeigte sich dabei, dass das zunächst vorliegende Codesystem zu feingliedrig und nicht pragmatisch bzw. teilweise nicht eindeutig genug ist. Daraufhin wurden auf Grundlage neuer gemeinsam festgelegter Definitionen einige Codes zusammengefasst und neu benannt bzw. definiert, sodass das Kategoriensystem im Anschluss übersichtlicher, zuverlässiger und leichter anzuwenden ist. Nachdem mit dieser Vorgehensweise weitestgehende Übereinstimmung innerhalb der Gruppe der insgesamt vier Codierenden hergestellt werden kann, wird das gesamte Textmaterial nochmals abschließend von der Interviewerin und einem weiteren Codierer unabhängig voneinander codiert, um die prozentuale Intercoder-Übereinstimmung mithilfe des Programms MAXQDA berechnen zu können (vgl. Rädiker & Kuckartz 2019, S. 291 ff.).

MAXQDA unterstützt dabei den Nutzer, indem eine „Überprüfung der Übereinstimmung von zwei Codierenden auf drei sich steigernden Niveaus“ (ebd., S. 292) vorgenommen werden kann: Während bei den ersten beiden Niveaustufen lediglich auf Dokumentebene geprüft wird, ob beide Codierende prinzipiell „den gleichen Code vergeben haben“ (ebd., S. 293) bzw. „den gleichen Code gleich häufig vergeben haben“ (ebd.), wird auf der dritten und höchsten Niveaustufe überprüft, ob beide Codierende „an einem Segment den gleichen Code zugeordnet haben“ (ebd.). Für die vorliegende Studie wird die Intercoder-Übereinstimmung gemäß der dritten Niveaustufe, der Codeüberlappung auf Segment-Ebene, durchgeführt. Weil es aufgrund des induktiven Vorgehens bei der Interviewanalyse sowie des umfangreichen Kategoriensystem jedoch nicht sinnvoll ist, mit vorab definierten Segmenten zu arbeiten (d. h. vorzugeben, ob Wörter, ganze Sätze oder Absätze zu codieren sind), wird bei der Berechnung der prozentualen Übereinstimmung auf Segment-Ebene die gewünschte minimale Überlappung auf deutlich weniger als 100 % eingestellt<sup>64</sup> (vgl. ebd., S. 295). Die Überprüfung der Intercoder-Übereinstimmung auf Segment-Ebene liefert bei der Vorgabe, dass ein Viertel der codierten Zeichen (incl. Satz- und Leerzeichen) übereinstimmen sollen, einen Übereinstimmungswert von 88 % (siehe Anhang F), was

---

<sup>64</sup> RÄDIKER & KUCKARTZ (2019) erläutern diesbezüglich: „In der Praxis qualitativer Forschung ordnen die Codierenden häufig nicht nur Kategorien zu vorgegebenen Segmenten zu, sondern legen erst beim Codieren die Segmente fest, die codiert werden sollen. Hierbei kann es leicht vorkommen, dass die eine Person in einem Text ein Zeichen oder ein Wort mehr codiert hat als die andere“ (ebd., S. 295). An einem Beispiel aus dem Interview von Person (2) kann dies verdeutlicht werden: Die Äußerung „und es gab ja auch die Dropbox und so was“ (audio\_only\_2, Pos. 108) enthält 41 Zeichen inklusive Leerzeichen und wird von Codierer 1 dem Code „Institutionelle Rahmenbedingungen/Digitalisierung“ zugeordnet. Codierer 2 hat hingegen nur das einzelne Wort „Dropbox“ (also 7 Zeichen) dem gleichen Code zugeordnet. Wird die gewünschte minimale Überlappung auf 100 % eingestellt, wertet MAXQDA dies nicht als Übereinstimmung. Eine Übereinstimmung bei diesem Beispiel liegt erst vor, wenn der Grad der Überlappung auf 7:41 (= 17 %) eingestellt wird.

aufgrund der Dauer der Interviews von über 30 Minuten und der Breite des Kategoriensystems als guter Wert<sup>65</sup> betrachtet wird.

Auf die Berechnung eines Kappa-Wertes – ein statistisches Maß für die Interrater-Reliabilität bei einer *quantitativen* Inhaltsanalyse – wird verzichtet, da nach KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) die Berechnung beim *qualitativen* Codieren mit freiem Segmentieren beim Codieren nicht sinnvoll erscheint, „(...) weil hier einfach das Modell, das Kappa zu Grunde liegt, für die Realität der Codierprozesse in der qualitativen Inhaltsanalyse nicht angemessen ist“ (ebda., S. 217).

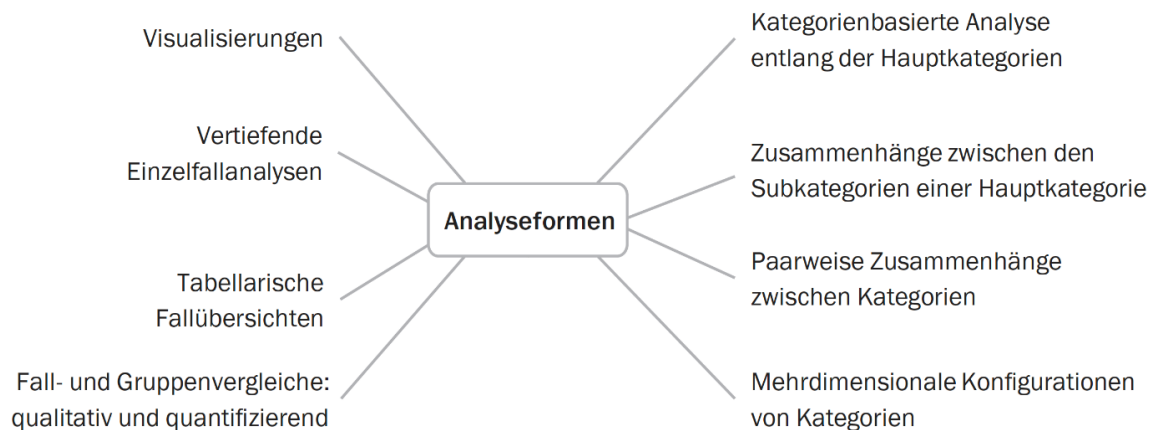
---

<sup>65</sup> RÄDIKER & KUCKARTZ (2019) erörtern bezüglich der Frage, welche prozentuale Übereinstimmung akzeptabel sei: „Diese Frage ist leider nicht mit etablierten Grenzwerten zu beantworten, denn die prozentuale Übereinstimmung von Codierenden hängt nicht nur wie beschrieben von der Anzahl absoluter Codierungen, sondern auch von anderen Faktoren ab. Hierzu gehören insbesondere die Anzahl und Varianz unterschiedlicher (Sub-)Kategorien und die Schwierigkeit der vorzunehmenden Codierungen, schließlich sind Argumente generell schwieriger zu codieren als einfache Themenzuordnungen“ (ebd., S. 298).

## 5.7 Auswertung der Interviews

Nach der finalen Codierung des Textmaterials liegen drei verschiedene Datensätze vor, die vor dem Hintergrund der Forschungsfrage ausgewertet werden: „Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit bzw. das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärttern im Vorbereitungsdienst langfristig stärken?“

Nach KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) bieten sich bei der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Abschluss des Codierens verschiedene Analyseformen an (siehe Abbildung 16), die sukzessive komplexer und differenzierter werden (vgl. ebd., S. 147).



**Abbildung 16:** Verschiedene Formen einfacher und komplexer Analyse nach Abschluss des Codierens  
Aus: KUCKARTZ & RÄDIKER 2022, S. 147

Für das hier vorliegende Datenmaterial wird entschieden, die drei Fälle in Anlehnung an KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) kategorienbasiert entlang aller Hauptkategorien und Subkategorien – also den Merkmalen *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept*, *Selbstwirksamkeit* und *Professionswissen* – auszuwerten, da sich diese direkt auf die Forschungsfrage beziehen. Untersucht werden soll, inwieweit die Merkmale anhand der Aussagen der Lehrkräfte sichtbar werden und bedeutsam sind für die Durchführung von Experimenten im Sachunterricht. Dazu werden die erhobenen Daten der drei Personen als Befunde vergleichend und kontrastierend nebeneinander dargestellt. Die zusätzlich hinzugenommenen Hauptkategorien *Häufigkeit Experimentieren (deskriptiv)* und *institutionelle Rahmenbedingungen* werden ebenfalls bei diesem Vorgehen untersucht, auch wenn es sich dabei nicht um Persönlichkeitsmerkmale der Lehrkräfte handelt.

Anders als bei KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) werden die Analyseformen eins und zwei (siehe Abbildung 16, im Uhrzeigersinn, beginnend oben rechts) kombiniert, da bedingt



durch den Codierleitfaden stets nur in den Sub-Subcodes codiert wird. Auf Grundlage der kategorienbasierten Auswertung werden im nächsten Schritt auffällig werdende Zusammenhänge innerhalb verschiedener Hauptkategorien aufgezeigt, im Sinne einer mehrdimensionalen Analyse der Zusammenhänge zwischen Kategorien und Subkategorien (vgl. Kuckartz & Rädiker 2022, S. 150). Abschließend werden die so ermittelten individuellen Befunde für die drei Person zusammengefasst und mit direktem Bezug zur Forschungsfrage als Ergebnis dargestellt.

### 5.7.1 Kategorienbasierte Auswertung

Die kategorienbasierte Auswertung erfolgt, indem zunächst ein tabellarischer Überblick über die Hauptkategorien, die Subkategorien, die Anzahl der vergebenen Codes und die vorgenommenen Codierungen gegeben wird (siehe Tabelle 20):

Anzahl der Sub-Subcodes und Codierungen je Hauptkategorie			
Merkmal/Hauptkategorie (deduktiv)	Subkategorie/Subcodes (deduktiv)	Anzahl Sub-Subcodes (induktiv)	Anzahl Codierungen
Interesse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situationales Interesse</li> <li>- Persönliches Interesse</li> <li>- Nichtinteresse</li> </ul>	10	43
Fähigkeitsselbstkonzept	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eher hoch</li> <li>- Eher niedrig</li> </ul>	4	22
Selbstwirksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Begünstigende Faktoren</li> <li>- Hemmende Faktoren</li> </ul>	13	86
Professionswissen: Fachliches Wissen	-	1	4
Professionswissen: Fachdidaktisches Wissen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hilfreiche Faktoren für Experimentalunterricht</li> <li>- Herausfordernde Faktoren für Experimentalunterricht</li> </ul>	16	89
Professionswissen: Pädagogisches Wissen	-	5	32
Häufigkeit Experimentieren (deskriptiv)	-	1	7
Institutionelle Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inklusion/individuelle Förderung</li> <li>- Digitalisierung</li> <li>- BNE</li> <li>- Coronabedingt</li> </ul>	7	26

**Tabelle 20:** Anzahl Sub-Subcodes und Codierungen je Hauptkategorie

Anschließend wird von der Anzahl der Codierungen auf die Bedeutsamkeit für die Analyse und Auswertung geschlossen. Im Folgenden werden für alle Hauptkategorien Ergebnisse berichtet, wobei sich die Reihenfolge zunächst im Wesentlichen nach der Anzahl der Codierungen richtet.

Insgesamt werden für alle drei Personen entlang der Liste der 58 Codes 309 Zuordnungen vorgenommen (vgl. Abbildung 15). Davon entfallen auf die Person (1) 122 Codierungen, auf die Person (2) 94 Codierungen und auf die Person (3) 93 Codierungen.<sup>66</sup> In Tabelle 20 sind die Hauptkategorien und Subkategorien und die dazugehörigen Sub-Subcodes zusammen mit der jeweiligen Anzahl für einen Überblick rein additiv gelistet.

Auf den ersten Blick fällt auf, dass die Anzahl der Codierungen stark variiert. Die Hauptkategorien *Selbstwirksamkeit* und *Professionswissen: Fachdidaktisches Wissen* sind mit 13 bzw. 16 Sub-Subcodes stärker ausdifferenziert. Bei diesen Hauptkategorien finden sich 86 bzw. 89 Zuordnungen. Etwas weniger stark ausdifferenziert (zehn Sub-Subcodes und 43 Codierungen), aber dennoch umfangreich, ist die Hauptkategorie *Interesse*. Andere Haupt- und Subkategorien weisen deutlich weniger Sub-Subcodes und Codierungen auf, tragen aber dennoch dazu bei, Befunde zu erheben, die der Beantwortung der Forschungsfrage dienen und im Zusammenhang mit den anderen Haupt- und Subkategorien stehen. Diese sind: *Fähigkeitsselbstkonzept* (vier Sub-Subcodes, 22 Codierungen), *Professionswissen: pädagogisches Wissen* (fünf Sub-Subcodes, 32 Codierungen) und *institutionelle Rahmenbedingungen* (sieben Subcodes, 26 Codierungen). Auffallend sind die zwei verbleibenden Hauptkategorien *Häufigkeit Experimentieren (deskriptiv)* mit einem Sub-Subcode und vier Codierungen und *Professionswissen: Fachliches Wissen* (ein Sub-Subcode, vier Codierungen). Die genauere Betrachtung der Häufigkeit der Codierungen innerhalb der einzelnen Haupt- und Subkategorien deutet darauf hin, dass die Hauptkategorien mit vielen Sub-Subcodes und hoher Anzahl an Codierungen mehr Befunde bieten und somit eine größere Aussagekraft bezüglich der einzelnen Personen haben. Für die weitere Vorgehensweise bedeutet das, dass zunächst alle Hauptkategorien mit den weniger vorhandenen Codierungen ausgewertet werden, bevor dann die beiden Hauptkategorien *Selbstwirksamkeit* und *Professionswissen: Fachdidaktisches Wissen* schwerpunktmäßig untersucht werden. Da es bei den beiden Hauptkategorien *Professionswissen: Fachdidaktisches Wissen* und *Pädagogisches Wissen* um Aussagen zum Unterricht und den Kindern geht, die sich gegenseitig bedingen, werden diese zusammen ausgewertet.

---

<sup>66</sup> Im Weiteren werden die Personen nicht mehr mit den Kürzeln der Befragungen benannt, sondern der Einfachheit halber mit Nummern (1), (2) und (3): UE14JU = Person (1); AA15MÄ = Person (2); PA24JU = Person (3)

### **Hauptkategorie: Institutionelle Rahmenbedingungen**

Die Hauptkategorie *institutionelle Rahmenbedingungen* enthält neben den deduktiv festgelegten Subkategorien *Inklusion/individuelle Förderung*, *Digitalisierung*, *BNE* und *coronabedingt* die induktiv entwickelten Subkategorien *schulinternes Curriculum*, *Ausstattung*, *Schule mit MINT-Konzept*. Bei dieser Hauptkategorie fällt auf, dass von den deduktiv festgelegten Subkategorien die Subkategorie *coronabedingt* mit acht Codierungen am stärksten vertreten ist, was aufgrund der einschneidenden Pandemiesituation leicht erklärbar ist. Die anderen Themen, von denen aufgrund der bildungspolitischen Relevanz angenommen werden kann, dass sie den Schulalltag in nicht unerheblichem Maße mitbestimmen müssten, sind wenig codiert und die Codes auch nur jeweils einer Lehrkraft zugeordnet. Das zeigt, dass diese bildungspolitisch virulenten Themen wie *Inklusion* oder *Digitalisierung* entgegen der Annahme (außer *coronabedingt*) von den Lehrkräften kaum oder gar nicht thematisiert werden. Im Lichte eines konkreten experimentell ausgerichteten Sachunterrichts werden diese Themen von den drei Lehrkräften offenbar nicht als dringliche Herausforderung gesehen.

### **Hauptkategorie: Häufigkeit Experimentieren (deskriptiv)**

Die Interviewfrage nach der Häufigkeit des tatsächlichen Experimentierens im Sachunterricht ist eine eher geschlossene Frage relativ am Anfang der Interviews und wird von den Lehrkräften mehr oder weniger knapp und eindeutig beantwortet. Das erklärt die geringe Anzahl an Codierungen. Dennoch sind die getroffenen Aussagen als interessante Befunde zu betrachten, da sie letztlich die Frage beantworten, ob überhaupt und wie viel im Sachunterricht experimentiert wird. Alle drei Lehrkräfte geben an, dass das Experimentieren im Sachunterricht coronabedingt weniger häufig durchgeführt wurde. Auf Person (1) entfallen drei Codierungen, da sie häufig im Unterricht experimentiert und davon an mehreren Stellen berichtet. Person (2) experimentiert zu diesem Zeitpunkt nicht mehr so häufig. Sie verweist an einer anderen Stelle darauf, dass sie während des Vorbereitungsdienstes mehr experimentiert habe. Person (3) experimentiert ebenfalls eher wenig im Sachunterricht, was sie aber in erster Linie mit der Coronapandemie begründet. Die Häufigkeit des Experimentierens variiert zwischen wöchentlich bei Person (1) und monatlich bei Person (2):

„Also, ich würde sagen, jetzt versuche ich es, dass wir es jede Woche einmal schaffen. Sonst alle zwei Wochen, im ersten Schuljahr.“ (audio\_only\_1, Pos. 12)

„Nicht mehr oft (lacht) muss ich sagen. Zeitlich vielleicht einmal im Monat, ja.“ (audio\_only\_2, Pos. 26).

Person (3) verweist auf einzelne Experimentierstunden, die sehr unregelmäßig stattfinden:

„Durch Corona habe ich jetzt mit meiner dritten Klasse zweimal nur experimentieren können, und mit den Erstis nur einmal.“ (audio\_only\_3, Pos. 18)

Zusammenfassend lässt sich hier bereits festhalten, dass von drei Lehrkräften tatsächlich nur eine Lehrkraft – nämlich Person (1) – regelmäßig mit den Kindern im Sachunterricht experimentiert, auch trotz der Coronapandemie und dies offenbar auch einen hohen Stellenwert in ihrem Sachunterricht hat:

„Gerne. Also, immer wenn es die Zeit zulässt, so in der Schule, nutzen wir die Zeit dafür. (lacht).“ (audio\_only\_1, Pos. 32)

### **Hauptkategorie: Professionswissen – Fachliches Wissen**

Im Bereich *Professionswissen: fachliches Wissen* werden im Interview, auch in Anlehnung an die Fragen der Pre-Post-Follow-up-Befragung, drei Fragen<sup>67</sup> gestellt, die u. a. darauf zielen, inwieweit die Lehrkräfte die fachlichen und fachdidaktischen Inhalte der Fachseminarsitzungen zum Experimentieren reflektieren oder auch inwieweit sie den Experimentalunterricht für bedeutsam und wichtig im Rahmen der naturwissenschaftlichen Bildung im Sachunterricht in der Grundschule erachten. Erwartet wird, dass Aussagen über z. B. inhaltlich-fachliche Lernziele beim Experimentieren oder zum Lernen an exemplarischen Phänomenen gemacht werden. In der Folge wird für diese Hauptkategorie der Sub-Subcode *Relevanz fachwissenschaftlicher Hintergrund* induktiv entwickelt. Zwei der drei Lehrkräfte äußerten sich dahingehend, dass es schon wichtig sei, „diese DINGE, also die Ergebnisse beispielsweise, die müssen ja fachlich richtig sein“ (Person (3), (audio\_only\_3 Pos. 36)). Man müsse sich als Lehrkraft deshalb gut vorbereiten, indem man alles zum Versuch vorher gründlich durchliest. Hier drückt Person (3) aus, dass sie sich diesbezüglich als schwächer einschätzt und deshalb viel Zeit und Mühe in die Vorbereitung zur Erklärung dieser „DINGE“ (vgl. ebd.) steckt, vermutlich, um das eher fehlende persönliche Verständnis der fachwissenschaftlichen Hintergründe zu kompensieren. Im weiteren Verlauf deutet sie auch an, dass sie lieber mit den Kindern die Methode des Experimentierens an sich als den fachwissenschaftlichen Inhalt thematisiert. Im Gegensatz dazu wird die *Relevanz des fachwissenschaftlichen Hintergrunds* von Person (1) ganz anders als bedeutsam wahrgenommen:

„...und schaue mir dann auch noch mal den wissenschaftlichen Hintergrund an, dass ich dann auch wieder, dass das wieder präsent ist einfach.“ (audio\_only\_1 Pos. 48).

---

<sup>67</sup> Nach welchen Kriterien wählen Sie Experimente aus? Welchen Stellenwert haben Experimente in Ihrem Sachunterricht? Zu welchem Zweck setzen Sie Experimente ein?

Ihre Formulierung deutet darauf hin, dass Person (1) sich bezüglich der fachlichen Inhalte kompetenter einschätzt als Person (3).

Wenn man davon ausgeht, dass es Ziel im Experimentalunterricht ist, das Wechselspiel von Tätigkeit und kognitiver Lernleistung – im Sinne eines *hands-on as well as minds-on* – anzuregen (vgl. Kapitel 2.3.2), dann liegen hier auf der Ebene der kategorienbasierten Auswertung für zwei Lehrkräfte zwei unterschiedliche Befunde für die Hauptkategorie *Professionswissen: Fachliches Wissen* vor: Person (3) ist eine Lehrkraft, der es eher schwer fällt, naturwissenschaftliche Erklärungsansätze mit Kindern gemeinsam zu erarbeiten. Person (1) hingegen zeigt sich durchaus selbstbewusster und kompetenter in der Erarbeitung der naturwissenschaftlichen Hintergründe beim Experimentieren, um bei den Kindern entsprechende Kompetenzen anzubahnen. Im Zusammenhang mit der weiteren Auswertung sind diese Befunde von Interesse und Bedeutung. Interessant ist auch, dass es bei Person (2) zur Einschätzung des *fachlichen Wissens* keine einzige Zuordnung gibt.

### **Hauptkategorie: Interesse**

Die Hauptkategorie *Interesse* umfasst drei Subkategorien mit insgesamt zehn Sub-Sub-codes (siehe Abbildung 15: Finales Codesystem, Kapitel 5.6.2). Bei der Analyse ist zu beachten, dass in dieser Hauptkategorie sowohl (positives) *Interesse* als auch *Nichtinteresse* codiert werden. Mithilfe des Tools Code-Matrix-Browser (CMB)<sup>68</sup> in MAXQDA lässt sich die Verteilung der Codierungen zum Merkmal *Interesse* für jede Person visualisieren. Somit ist erkennbar (siehe Abbildung 17), bei welcher Person zu welcher Kategorie viele bzw. wenige Codierungen zu finden sind. Die vergebenen Codes pro Person sind auch als Summe angegeben:

Codesystem	audio_only_1...	audio_only_2...	audio_only_3...	SUMME
Interesse				0
> Situationales Interesse	■	■	■	10
> Persönliches/individuelles Interesse	■	■	■	22
> Nichtinteresse/abnehmendes Interesse	■	■	■	11
Σ SUMME	21	13	9	43

**Abbildung 17:** Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie *Interesse* mit Subkategorien

Als erstes (sehr) grobes Ergebnis zeigt sich: Person (1) hat ein großes persönliches und situationales Interesse am Experimentieren, während Person (2) ein großes Nichtinteresse

<sup>68</sup> Die Funktion Code-Matrix-Browser (CMB) ist ein „Visual Tool“ von MAXQDA, welches es gestattet, Codierungen bezüglich der Häufigkeit, z. B. durch unterschiedlich große bzw. gefärbte Quadrate, zu visualisieren.

oder abnehmendes Interesse am Experimentieren zeigt. Person (3) ist diesbezüglich eher indifferent. Unter Hinzunahme der Sub-Subcodes sind weitere Differenzierungen möglich (siehe Abbildung 18):

Code-Matrix-Browser

Codesystem	audio_only_1...	audio_only_2...	audio_only_3...	SUMME
↳ Interesse				0
↳ Situationales Interesse				0
↳ Elternhaus/Kindheit/Grundschulzeit	2	1	1	4
↳ Praktikum Studium	1		1	2
↳ Intervention/Fachseminar im VD	1	2	1	4
↳ Persönliches/individuelles Interesse				0
↳ Sachinteresse/persönliche Relevanz	4	3	4	11
↳ Interesse an NW-Schulfächer	4			4
↳ gesellschaftliche Relevanz	2			2
↳ unterrichtliche Relevanz/Engagement	5			5
↳ Nichtinteresse/abnehmendes Interesse				0
↳ Zeitmangel		2		2
↳ Formelsprache Chemie & Physik	2		1	3
↳ Schulalltag als Belastung		5	1	6
Σ SUMME	21	13	9	43

Abbildung 18: Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie Interesse mit Subcodes und Sub-Subcodes

Situationales Interesse lässt sich fast durchgängig bei allen drei Lehrkräften entlang der Lernbiographie vom Elternhaus, über die Grundschulzeit, der weiterführenden Schule, während des Studiums bis hin zum Abschluss des Vorbereitungsdienstes nachweisen – allerdings mit unterschiedlichen Konnotationen: Situationales Interesse im Sinne von Interessantheit mit emotionaler Valenz liegt bei Person (1) vor. Sie gibt an, in ihrer Kindheit davon profitiert zu haben, dass ihre Mutter als Grundschullehrerin sie oft mit in die Schule genommen hat und viele offenbar naturwissenschaftliche Aktivitäten gemeinsam mit ihr unternommen hat. Ebenso kann sie sich gut daran erinnern, auch während der eigenen Grundschulzeit eine engagierte Lehrerin gehabt zu haben, bei der sie viel experimentiert hat:

„Und ich hatte auch eine sehr engagierte Grundschullehrerin selber, wo wir viel experimentiert haben. Also, wo ich mich auch wirklich/ auch jetzt noch daran erinnern kann. Also, dass wir zum Wetter viele Experimente gemacht haben, oder weiß ich nicht, Spitzwegerich ist so eine ganz einprägsame Erinnerung. Dass wir daraus dann Honig gewonnen haben<sup>69</sup> und/ Ja

<sup>69</sup> Gemeint ist hier vermutlich: Aus Spitzwegerich und Honig einen sirupartigen Saft gegen Husten herstellen.

wie gesagt, also da war jemand sehr engagiert in Sachen Sachunterricht unterwegs. Und dadurch ist das glaube ich so gekommen.“ (audio\_only\_1, Pos. 10)

Der Unterricht in den Schulfächern Chemie und Physik hat danach in der weiterführenden Schule eher dazu geführt, dass ihr bis dahin situationales Interesse an den naturwissenschaftlichen Themen stark abgenommen hat, was sie während des Interviews an zwei Stellen auf die als abschreckend empfundene Formelsprache zurückführt<sup>70</sup>:

„Und dann, wie gesagt, in der Schule war es immer sehr abschreckend so, weil irgendwann habe ich den Anschluss verloren, in Chemie, Physik, mit den ganzen Formeln, et cetera.“ (audio\_only\_1, Pos. 10)

Erst der Praxisbezug, den die Person (1) im Rahmen ihres Sachunterrichtstudiums in einem Laborpraktikum (Grundlagen der Chemie) erlebt, befördert ihr situationales Interesse neu, was auch dazu führt, dass sie ein Studienprojekt im Praxissemester zum Experimentieren mit Erstklässlern durchführt:

„Und wie vorhin schon gesagt, war halt dieses Praktikum glaube ich, auch sehr ausschlaggebend bei dem Herrn XXX dann damals, wo man wirklich viel praktisch gemacht hat.“ (audio\_only\_1 Pos. 10)

Die Aussagen von Person (1) lassen sich so deuten, dass die experimentellen Erfahrungen im Studium eine epistemische und kognitive Valenz für sie hatten, was dazu führte, dass sie ein stärkeres persönliches und individuelles Interesse für das Experimentieren mit einem zeit- und situationsübergreifenden Bezug entwickelt hat und sich in der Folge intensiver damit beschäftigte:

„Und dann habe ich mich viel damit beschäftigt und dann kam halt auch das Interesse dann im Praxissemester dazu, zu forschen.“ (audio\_only\_1, Pos. 10)

Sie beschreibt, wie sich ihr Interesse im Laufe der Ausbildung und auch im privaten Bereich weiterentwickelt hat und betont, dass dieser Prozess nicht abgeschlossen ist. Insgesamt schwingt Stolz mit, wenn sie sagt:

„Dass ich es trotzdem geschafft habe das Interesse so weiter mitzunehmen.“ (audio\_only\_1, Pos. 80)

„Ja und ich glaube, dass es einfach immer weiterentwickelt werden kann und auch, man lernt irgendwie nicht aus.“ (audio\_only\_1, Pos. 80)

---

<sup>70</sup> Der Befund, dass die naturwissenschaftliche Symbolsprache „die Lernenden allerdings vor große Probleme stellt, die letztlich auch die Motivation beeinflussen können“ (Reiners 2022, S. 123), ist in der Naturwissenschaftsdidaktik gut bekannt (vgl. auch Barke et al. 2018, S. 306).

Weitere Ergebnisse zum persönlichen/individuellen Interesse finden sich bei Person (1) – und tatsächlich auch nur bei ihr – für die Sub-Subcodes: Interesse an NW-Schulfächern, gesellschaftliche Relevanz, unterrichtliche Relevanz/Engagement. Obwohl Person (1) keine guten Erinnerungen an die Schulfächer Physik und Chemie hat, zeigt sie dennoch ein besonderes Interesse an dem (naturwissenschaftlichen) Schulfach Sachunterricht. Dies zeigt sich einerseits darin, dass sie eine sehr positive Erinnerung an den Sachunterricht während ihrer eigenen Grundschulzeit hat und andererseits darin, dass ihr Interesse während des Studiums geweckt wurde:

„(...) mein Interessensgebiet ist so der Sachunterricht.“ (audio\_only\_1, Pos. 82)

Ihre Interessen am Sachunterricht und am Experimentieren wurden im Vorbereitungsdienst positiv beeinflusst, weil es viele praktische Übungen und Phasen gab, um sachunterrichtlich relevante Dinge kennenzulernen und auszuprobieren:

„Und wo man dann schon froh ist, dass im Referendariat dann noch mal so was kommt, wo man sagt, so, damit kann ich dann auch in der Schule arbeiten.“ (audio\_only\_1, Pos. 86)

Ihr persönliches *Interesse an Naturwissenschaften allgemein* führt auch dazu, dass sie sich nach der Ausbildung bewusst bei einer Schule mit MINT-Profil beworben hat. Sie besucht Sachunterrichts-Fortbildungen und beteiligt sich aktiv daran, das MINT-Profil der Schule weiter aufzubauen. Dies zeigt, dass ihr persönliches Interesse über die Durchführung von Unterricht hinausgeht und eine gesellschaftliche Komponente hat. Zum Beispiel benennt sie die Bedeutsamkeit gesellschaftlicher Themen wie etwa Nachhaltigkeit, die sie privat beschäftigen, und von ihr deshalb in den Sachunterricht integriert werden:

„Es geht ja jetzt inzwischen auch im politischen Bereich viel um Natur und Entwicklung und Nachhaltigkeit. Und dass man sich dann schon auch damit auseinandersetzt. Auch im privaten Bereich, was dann auch einfach, ja mehr Interesse dann für die Themen an sich macht. Also, ich habe mich in letzter Zeit viel mit Plastik auseinandergesetzt. Dann habe ich mit den Kindern auch zum Müll was gemacht, weil/ das sich dann irgendwie überschneidet. Wo man dann aber auch privat mal eine Dokumentation guckt, oder also das ist schon/ hat man mehr.“ (audio\_only\_1, Pos. 28)

Im Gegensatz zu Person (1) sagt Person (2) von sich selbst, dass es während ihrer Kindheit keine pädagogisch angeleiteten Einflüsse gab, die ein frühes naturwissenschaftliches Interesse begünstigt hätten, wohl aber implizite Lerngelegenheiten:

„Also ich würde mal sagen, ohne pädagogischen Hintergrund (lacht). Wir waren immer viel draußen am Dorf. Und dann würde ich eher sagen, dieses Ausprobieren, was man als Kind macht. Aber jetzt kein angeleitetes Experimentieren oder so. Also dass man einfach viel



draußen ist, viel selber entdeckt mit älteren Kindern, die vielleicht schon was in der Schule gemacht haben und dann so mitbringen. Ja, so.“ (audio\_only\_2, Pos. 18)

Angaben zur Schulzeit und zum (Sachunterrichts-)Studium finden sich nicht. Aussagen zur Einschätzung des eigenen Interesses an den Naturwissenschaften bzw. dem Experimentieren im Kontext Schule macht Person (2) erst, wenn sie über ihre Erfahrungen während des Vorbereitungsdienstes reflektiert:

„(...) dass/ weil ich weiß noch, dass nach dem Seminar ich das auf jeden Fall interessant fand und spannend und gerade auch nachdem, wovon Sie gerade die Fotos gezeigt haben so, dass da so viele Sachen machbar sind. Und auch für mich selber interessant, dass, was Sie auch sagten mit dem selber nochmal neue (lachend) Erkenntnisse durch das Experimentieren in der Schule. Ja, und dass es jetzt auf jeden Fall irgendwie mit dem Schulalltag weniger geworden ist.“ (audio\_only\_2, Pos. 38)

Auffällig ist hier, dass sie ihr damaliges situationales Interesse mit emotionaler Valenz direkt im Anschluss selbst relativiert, indem sie betont, dass das Interesse nach den zwei Jahren nachgelassen hat. Sie begründet das stärkere Interesse während des Vorbereitungsdienstes damit, dass man sich zu der Zeit sehr viel intensiver mit diesen Themen beschäftigt hat und auch mehr im Austausch untereinander war:

„Ja, ich glaube, weil dadurch, dass wir im Seminar uns so oft damit befasst haben und da auch einfach ein Austausch da war und man vielleicht öfter mitbekommen hat, boa das ist irgendwie gar nicht so schwer, das ist machbar, mit wenigen Sachen. Und also man hat einfach mehr/ ich, also ich habe es mehr mitbekommen.“ (audio\_only\_2, Pos. 42)

Person (2) betont an drei Stellen, dass sie eigentlich „schon noch Lust darauf“ (audio\_only\_2, Pos. 40) hat, mehr im Sachunterricht zu experimentieren, was man als ein grundsätzlich vorhandenes persönliches Interesse interpretieren könnte:

„Ich würde sagen, dass das eigentlich hoch ist, vor allem auch, wenn ich so dabei noch was entdecke, dann find ich das auch gut.“ (audio\_only\_2, Pos. 46)

Jedoch wird an sieben Stellen im Verlauf des Interviews auch deutlich ausgedrückt, dass der belastende Schulalltag und Zeitmangel dazu führen, dass weniger Experimente durchgeführt werden. Konkret darauf angesprochen antwortet Person (2):

„Ich würde sagen, dem Schulalltag. Weil ich an sich schon noch Lust darauf habe, aber ganz oft vergehen die Wochen so schnell. Oder man hat irgendwie einfach nicht mehr so eine Kraft vielleicht (lacht). (...) Und das, denke ich mal, liegt am Schulalltag und nicht daran, dass mein Interesse jetzt weniger geworden ist daran.“ (audio\_only\_2, Pos. 40)

Diese Passage deutet darauf hin, dass die Aussage von Person (2), sie habe „an sich“ schon noch „Lust“ darauf zu experimentieren, kein Indiz für ein generelles persönliches Interesse

darstellt. Es lässt eher vermuten, dass ein ursprünglich vorhandenes situationales Interesse vorlag (vgl. (audio\_only\_2, Pos. 38)), welches nach zwei Jahren zwar noch erinnert wird, aber nicht mehr handlungsleitend ist. Daher können diese Aussagen eher als eine Form von Nichtinteresse oder nachlassendem Interesse interpretiert werden. Unterstützt wird diese Annahme dadurch, dass im Transkript bei Person (2) häufig „(lacht)“ als nonverbale Äußerung notiert ist, womit vermutlich ein Gefühl von Verlegenheit kaschiert werden soll. Insofern stellt ihre letzte Aussage in diesem Textsegment („Und das, denke ich mal, liegt am Schulalltag und nicht daran, dass mein Interesse jetzt weniger geworden ist daran.“ (vgl. ebd.)) möglicherweise eine Ausrede oder gar ein vorgeschobenes Argument dafür dar, dass sie wenig im Sachunterricht experimentiert.

Bei Person (3) finden sich zur Hauptkategorie *Interesse* insgesamt nur neun Codierungen. Ähnlich wie bei Person (1) stammt sie aus einer Familie mit akademischem Hintergrund. Die Mutter ist Biologielehrerin und der Vater hat Naturwissenschaften studiert. Anders als bei Person (1) hat dies aber nicht dazu geführt, ihr Interesse an den Naturwissenschaften oder dem Experimentieren zu begünstigen:

„Ja, also, da habe ich wohl nicht allzu viel mitbekommen, weil, wie gesagt, also Bio habe ich damals nur genommen, weil ich es MUSSTE, ehrlich gesagt, ich/ also, ich fand das IMMER schon schwierig mit diesen ganzen.“ (audio\_only\_3, Pos. 48)

Hier zeigt sich, dass bei Person (3) ein eher niedrig ausgeprägtes Fähigkeitsselbstkonzept vorliegt (siehe auch kategorienbasierte Auswertung *Fähigkeitsselbstkonzept*).

Dennoch war bei Person (3) situationales Interesse möglicherweise handlungsleitend bei der Wahl des Studienfachs Sachunterricht. Dies lässt sich im Kontext der Ausbildung feststellen. Ähnlich wie Person (1) betont sie, dass es das praktische Tun war, was sie am meisten während des Studiums und des Vorbereitungsdienstes begeistert hat:

„zu DEM Zeitpunkt, als ich das/ diesen Fragebogen ausgefüllt hatte, da waren wir ja sehr praktisch. Also, auch in der UNI hatten wir ja dieses Chemie-Seminar gehabt und so. Und da hatte ich einfach so mega GUTE Erinnerungen dran. Und ich glaube, da war einfach der Praxisteil zu dem Zeitpunkt höher.“ (audio\_only\_3, Pos. 32)

Ihre „mega GUTE Erinnerungen“ (ebd.) lassen sich dahingehend deuten, dass es sich zu diesem Zeitpunkt eher um situationales Interesse mit emotionaler Valenz handelt. In der Folge verändert sich das eher situationale Interesse am Experimentieren bei Person (3) möglicherweise in ein persönliches, individuelles Interesse am Experimentalunterricht, welches als höherwertig betrachtet werden darf. Dies zeigt sich an vier Textstellen, an denen sie beschreibt, wie motivierend und freudvoll es für sie selbst und die Kinder ist zu experimentieren, aber auch, dass es wichtig ist, dies im Unterricht zu integrieren:

„Ja, und seitdem das so ist und die Kinder halt auch LUST dazu haben und merken, Sachunterricht ist nicht nur Texte lesen und Lückentexte ausfüllen, habe ich schon den/ also, MICH motiviert das DEFINITV. Und die Kinder motiviert es ja auch.“ (audio\_only\_3, Pos. 68)

Allerdings beschränkt sich ihre Motivation – und damit auch die Auswahl der Experimente – darauf, dass sie dabei vornehmlich an einfache, leicht durchführbare Versuche denkt, damit es auch mit dem fachlichen Hintergrund nicht zu kompliziert wird:

„Und ich glaube, wenn man aber was Angeleitertes hat, wo man dann im Endeffekt nur noch beobachten muss, dann mache ich das durchaus gerne.“ (audio\_only\_3, Pos. 56)

Insgesamt zeichnet sich Person (3) dadurch aus, dass sie sich im Schulalltag für das Experimentieren im Sachunterricht durchaus interessiert und Freude daran hat, einfache Experimente durchzuführen, die sie als Lehrkraft jedoch nicht überfordern dürfen, da ihr Interesse wiederum auch nicht so groß ist, dass sie sich mit den fachlichen Inhalten intensiver befassen möchte:

„Also, ich mache das sehr gerne mit den Kindern, das Experimentieren war klasse (...). Also, ich glaube, wenn man dann wirklich irgendwie was Sicheres hat, dann ist das nicht so das Problem, aber diese (lachend) ganzen physikalischen Dinge, die sind halt jetzt auch nicht so die einfachsten, und dann, ja ich bin da halt auch/“ (audio\_only\_3, Pos. 40)

Auf die konkrete Frage, warum ihr Interesse insgesamt im Rahmen der Pre-Post-Follow-up-Befragung zuletzt nachgelassen hat, antwortet sie:

„Also, ich GLAUBE, dass ich jetzt einfach so langsam in der Realität angekommen bin.“ (audio\_only\_3, Pos. 32)

Mit dieser Aussage fasst sie zusammen, dass der Schulalltag als sehr belastend empfunden wird und das Fach Sachunterricht nicht nur aus Experimentalunterricht besteht. Damit relativiert sie ihre Angaben aus der Befragungssituation vor und nach der Intervention, wo sie die vielen guten Erinnerungen aus dem Studium und dem Vorbereitungsdienst bezüglich des Interesses höher eingeschätzt hat. Im Vergleich der Personen (1) und (3) lässt sich feststellen, dass es Person (1) offenbar aus verschiedenen Gründen, die in der Folge noch weiter darzustellen sind, gelungen ist, ihr persönliches Interesse in den Schulalltag „zu retten“ und dies für sie handlungsleitend ist, während dies für Person (3) nicht zutrifft.

### **Hauptkategorie: Fähigkeitsselbstkonzept**

Die Hauptkategorie *Fähigkeitsselbstkonzept* umfasst die zwei Subkategorien *naturwissenschaftliches (technisches) Fähigkeitsselbstkonzept* und *experimentbezogenes Fähigkeitsselbstkonzept* mit jeweils zwei Sub-Subcodes, die den Grad der Merkmalsausprägung (eher hoch und eher niedrig) definieren. Die Verteilung der Codierungen mit jeweiliger Anzahl zum

Merkmal *Fähigkeitsselbstkonzept* sind in Abbildung 19 für jede Person mithilfe des Tools Code-Matrix-Browser (CMB) visualisiert:

Codesystem	audio_only_1...	audio_only_2...	audio_only_3...	SUMME
▼ Fähigkeitsselbstkonzept (FSK)				0
▼ Naturwissenschaftliche (technische)				0
naturw. FSK eher hoch	2			2
naturw. FSK eher niedrig			2	2
▼ experimentelles FSK				0
exp. FSK eher hoch	6			6
exp. FSK eher niedrig		8	4	12
Σ SUMME	8	8	6	22

**Abbildung 19:** Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie *Fähigkeitsselbstkonzept* mit Subcodes

Erkennbar ist, dass es für Person (1) nur Codierungen im Bereich der hohen Merkmalsausprägungen gibt, während die Personen (2) und (3) Codierungen in den Sub-Subcodes niedriger Ausprägungen aufweisen. Vergleichbar mit den Codierungen zur Hauptkategorie *Interesse* zeigt sich bei Person (1), dass sie über ein hohes *Fähigkeitsselbstkonzept* hinsichtlich der Naturwissenschaften und des Experimentierens verfügt. Ein hohes *Fähigkeitsselbstkonzept* – also das mentale Modell über ihre eigenen Fähigkeiten und Eigenschaften – bezüglich der Naturwissenschaften wird an Textstellen deutlich, in denen sie von Fortbildungen berichtet, wo sie praktisch gearbeitet hat und die Bewältigung von Aufgaben, wie etwa der Konstruktion von Versuchsstationen für eine Miniphänomena-Ausstellung kein Problem darstellten:

„Da waren wir/ ja, da mussten wir noch mal selber Versuchsstationen aufbauen und selber gucken, wie das funktioniert und das selber hinkriegen.“ (audio\_only, Pos. 30)

Auch im Kontext Unterrichtsdurchführung wird deutlich, dass sie über ein eher hohes *Fähigkeitsselbstkonzept* verfügt, sodass sie in diesem Bereich sehr souverän auftritt<sup>71</sup>:

„(...) wenn man dreimal Thema Strom gemacht hat, dann weiß man auch schon auf Fragen zu antworten, die man vor zwei Jahren erstmal dachte okay, da muss ich erstmal selber darüber noch mal nachdenken (lacht).“ (audio\_only\_1, Pos. 44)

Das *experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzept* von Person (1) wurde sechsmal codiert und ist damit besonders ausgeprägt. Die bei diesem Code zu beachtenden Dimensionen

<sup>71</sup> Dass diese hier angeführten Codierungen nicht nur dem Merkmal *Fähigkeitsselbstkonzept* zugeordnet werden, sondern beispielsweise auch dem Merkmal *Selbstwirksamkeit*, wird im nächsten Kapitel 5.7.2 thematisiert, in dem die auffällig werdenden Zusammenhänge innerhalb einer Hauptkategorie oder auch innerhalb verschiedener Hauptkategorien aufgezeigt werden.

Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten sind an Textstellen codiert, bei denen Person (1) berichtet, dass sie einerseits Experimente so auswählt, dass sie im Unterricht gut gelingen, sich aber andererseits auch nicht davor scheut, spontan neue Experimente im Unterricht auszuprobieren und sich somit sicher ist beim Entwickeln eigener, weiterführender Experimente:

„Ja, also es ist schon die Voraussetzung. Weil wenn die mir nicht gelingen, dann wird es auch im Unterricht nicht gelingen. Also, es muss schon immer funktionieren.“ (audio\_only\_1, Pos. 34)

„Ja, dann Deckel drauf und dann noch mal schütteln. Auch wenn es jetzt nicht das Experiment an sich war. Aber dass sie dann einfach auch dieses freie Forschen, dass man dafür Raum hat.“ (audio\_only\_1, Pos. 38)

Die persönliche Vorbereitung auf diese Experimentalstunden fällt Person (1) im Vergleich zu Person (2) und (3) leicht, was auch so interpretiert wird, dass sie aufgrund vieler Erfahrungen und dem offenbar vorhandenen fachlichen Verständnis genügend Sicherheit hat, um den Experimentalunterricht mit relativ wenig Aufwand zu planen, vorzubereiten und durchzuführen:

„(...) und schaue mir dann auch noch mal den wissenschaftlichen Hintergrund an, dass ich dann auch wieder, dass das wieder präsent ist einfach. Dass ich dann auch auf Fragen der Kinder reagieren kann. Und sonst schauen wir aber auch öfter mal gemeinsam einfach nach.“ (audio\_only\_1, Pos. 48)

Im Gegensatz dazu machen sowohl Person (2) als auch Person (3) im Gespräch deutlich, dass sie im Umgang mit Experimenten im Sachunterricht eher unsicher sind und sich dies nicht zutrauen bzw. es für sie einen erheblich größeren Arbeits- und Vorbereitungsbedarf bedeutet, um Experimentalunterricht durchzuführen. Diese Einschätzung über ihr eigenes *experimentbezogenes Fähigkeitsselbstkonzept* wird bei beiden an mehreren Textstellen deutlich. Beispielsweise bei Person (2):

„Aber dann fallen vielleicht auch manchmal Experimente raus, wo ich so denke, ah da bin ich mir vielleicht bei der Erklärung doch nicht ganz sicher. Oder im Aufbau.“ (audio\_only\_2, Pos. 62)

„Und habe dann vielleicht doch noch nicht so die Erfahrung beim Experimentieren, wie ich es gedacht hätte (lacht). Also, dass ich es nicht so aus dem Arm schüttele, sage ich mal (lacht).“ (audio\_only\_2, Pos. 42)

Obwohl Person (2) nicht etwa sagt: „Ich kann nicht experimentieren“, macht sie doch deutlich, dass die Vorbereitungen, das Planen und die Durchführung von Experimentalunterricht für sie herausfordernd sind, weil es an Zeit und Erfahrung fehlt, ihr der fachliche

Hintergrund möglicherweise nicht verständlich oder der Aufbau der Versuche unklar ist. Diese Ursachen führen dazu, dass sie unsicher ist und zu der Aussage zum Experimentieren gelangt:

„Fällt mir schwerer.“ (audio\_only\_2, Pos. 92)

Weil sie sich ihrer (belastenden) Situation bewusst ist, besteht der Wunsch nach einer Fortbildung, um mehr Sicherheit im Umgang mit Experimenten zu erlangen. Der Fokus bei einer solchen Fortbildung sollte darauf liegen, dass Experimentalunterricht schnell, alltagstauglich – also ohne großen Aufwand – und mit wenig oder einfach verständlichem fachlichen Inhalt vermittelt werden sollte:

„(...) und wieder schneller umsetzen kann vielleicht nochmal. Eine Fortbildung zu, wie man einfach Experimente vielleicht auch in Einzelstunde oder so was umsetzen kann. Also eine einfache Stunde mit wenig Inhalt so (...)“. (audio\_only\_2, Pos. 84)

Dieser Wunsch unterstreicht ebenfalls das eher niedrig ausgeprägte Fähigkeitsselbstkonzept von Person (2), da sie sich möglicherweise gar nicht grundlegend hinsichtlich ihrer naturwissenschaftlichen Fähigkeiten, Kenntnissen und Kompetenzen fortbilden möchte, sondern eher daran interessiert ist, den (geforderten) Experimentalunterricht möglichst einfach und pragmatisch umzusetzen.

Die ebenfalls, wie bei Person (2), vorhandene Unsicherheit bezüglich eines Experimentalunterrichts basiert bei Person (3) unter anderem auch auf einem grundsätzlich niedrigen *naturwissenschaftlichen Fähigkeitsselbstkonzept*. Sie sagt an zwei Textstellen von sich selbst, dass ihr die Naturwissenschaften „nicht so zufliegen“ (audio\_only\_3, Pos. 36) und sie „das IMMER schon schwierig (...)“ (audio\_only\_3, Pos. 48) fand. Darauf basierend lassen ihre weiteren Aussagen zum Experimentieren ebenfalls eher auf ein niedrig ausgeprägtes *experimentbezogenes Fähigkeitsselbstkonzept* schließen. Über die Ursachen für ihre Unsicherheit reflektiert sie differenzierter als Person (2). Sie nennt die Ausbildungssituation an der Schule während des Vorbereitungsdienstes als einen ganz wesentlichen Grund für ihre Unsicherheit im Experimentalunterricht:

„Ja, also ich hatte/ meine Ausbilderin war manchmal ein bisschen schwierig. Wir hatten so unsere Differenzen. Und ich sage mal so, ich hatte immer Angst, in dieser Schule was auszuprobieren. Und, ja, dementsprechend unsicher habe ich mich dann halt auch in dieser Klasse gefühlt, weil es halt einfach eine schwierige, blöde Ausbildungssituation war.“ (audio\_only\_3, Pos. 72)

Einen weiteren Aspekt für die Codierung *eher niedriges experimentbezogenes Fähigkeitsselbstkonzept* findet sich in der Aussage, dass Person (3) zwar ganz gerne experimentiert, aber grundsätzlich lieber die angeleiteten Versuche durchführt:

„Wobei ich sagen muss, dass ich angeleitete Experimente lieber mache als diese ganz freien. Also, wir hatten ja auch bei dem Sprudelgas diese Möglichkeit, ganz frei zu experimentieren, und das fand ich sehr schwer. (lacht)“ (audio\_only\_3, Pos. 56)

Der differenzierte Blick auf die eigenen Kompetenzen (*experimentbezogenes Fähigkeitsselbstkonzept*) zeigt sich bei Person (3) auch bei einer Aussage, wo sie über die durchgeführte Intervention während des Vorbereitungsdienstes reflektiert:

„Nein, ich glaube, also es war ja schon sehr reichlich von den Versuchen, die wir machen durften, und von den Materialien. Ich fand es auch gut, dass wir diese freien Experimente machen durften, weil man da ja dann sieht, ja, wo es bei einem selber noch hakt.“ (audio\_only\_3, Pos. 132)

Die bisher zitierten Codierungen können so interpretiert werden, dass sich Person (3), obwohl sie ein eher niedriges *naturwissenschaftliches Fähigkeitsselbstkonzept* hat, sich zwar zutraut, Experimente nach Anleitung durchzuführen, sie aber unsicher ist bei der Durchführung von Experimentalunterricht. Sie sieht für sich die (pragmatische) Lösung darin – vermutlich auch, um die fehlenden Kompetenzen in diesem Bereich zu kompensieren –, dass sie für sich passende Themen und Experimente suchen muss, damit sie sicherer wird. Das zeigt auch, dass sie grundsätzlich daran interessiert ist, sich weiterzuentwickeln:

„(...) aber ich glaube einfach, dass ich DA noch Themen finden muss, bei denen ich mich selber noch SICHERER fühle. Also, ich glaube, wenn man dann wirklich irgendwie was Sicheres hat, dann ist das nicht so das Problem, aber diese (lachend) ganzen physikalischen Dinge, die sind halt jetzt auch nicht so die einfachsten, und dann, ja ich bin da halt auch/.“ (audio\_only\_3, Pos. 40)

An dieser Aussage lässt sich auch zeigen, dass es bei Person (3) nicht allein darum geht, ein vorhandenes niedriges Fähigkeitsselbstkonzept zu kompensieren, sondern darum, die eigene Selbstwirksamkeit zu verbessern, indem sie etwas „Sicheres“ (ebd.) für den Experimentalunterricht sucht.

Hier wird, wie an anderen Stellen auch, deutlich, dass bei der kategorienbasierten Auswertung des Merkmals *Fähigkeitsselbstkonzept*, die sich nur auf die Beschreibung der Codierungen der Codes in dieser Hauptkategorie beziehen, an vielen Stellen Überschneidungen bzw. Doppelcodierungen mit anderen Hauptkategorien bzw. Sub-Subcodes gibt. Das zeigt, dass sich die ausgewählten Analyseformen (siehe Abbildung 15: Analyseformen nach KUCKARTZ & RÄDIKER 2022, Kapitel 5.7) gegenseitig bedingen und nicht durchgängig trennscharf berichten lassen. Erst in der Zusammenschau bzw. der Zusammenfassung aller Auswertungsergebnisse werden die unterschiedlichen Zusammenhänge und Abhängigkeiten der vorgenommenen Codierungen sichtbar.

### Hauptkategorie: Selbstwirksamkeit

Die Auswertung der Kategorie zum Merkmal *Selbstwirksamkeit* ist recht umfangreich, da sie entlang der 13 vorhandenen Sub-Subcodes und 86 getroffenen Codierungen vorgenommen werden muss. Der besseren Übersicht halber wird deshalb unterstützend für die weitere Auswertung das Analyse-Tool *Summary Grid* in MAXQDA genutzt, welches bereits während der Codierphase angelegt wird. Dabei werden „thematische Zusammenfassungen“ (Rädiker & Kuckartz 2019, S. 149) in Form von „Summary-Tabellen“ (ebd.) erstellt (siehe Tabelle 21), in denen die diversen Aussagen der einzelnen Personen entlang der einzelnen Sub-Subcodes zusammengefasst sind.

Einen ersten Überblick über die Verteilung der Codierungen zur Hauptkategorie *Selbstwirksamkeit* mit den zwei Subcodes *stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit* und *hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit* liefert Abbildung 20, die mithilfe des Code-Matrix-Browsers in MAXQDA erstellt wurde:

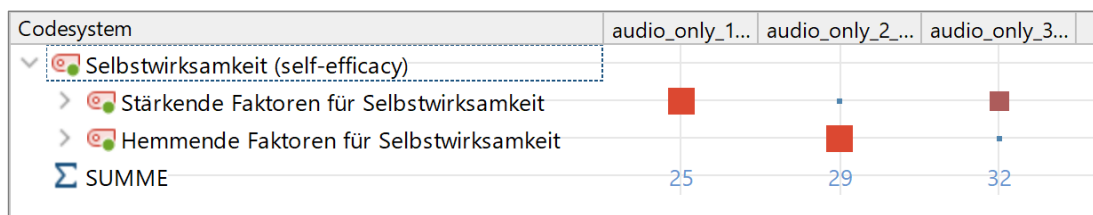


Abbildung 20: Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie *Selbstwirksamkeit* mit Subkategorien

Als erstes (sehr) grobes Ergebnis zeigt sich: Person (1) verfügt über eine hohe Selbstwirksamkeit bezüglich des Experimentierens im Sachunterricht (25 Codierungen ausschließlich zum Subcode *stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit*), während Person (2) eine geringe Selbstwirksamkeit zeigt. Person (3) verfügt ebenfalls über eine eher hohe Selbstwirksamkeit, allerdings weniger stark als Person (1).

Unter Hinzunahme der Sub-Subcodes zu den oben angeführten Subcodes (*stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit*, *hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit*) lassen sich weitere Differenzierungen bzw. Spezifizierungen abbilden (siehe Abbildung 21):

Grundlage der als *stärkende Faktoren für die Selbstwirksamkeit* induktiv am Material entwickelten Codes sind die im Theoriekapitel 2.5.3 vorgestellten Faktoren, die Einfluss auf die Entwicklung einer positiven Selbstwirksamkeit nehmen. Demnach erweist sich die authentische Erfahrung von Erfolg und Leistung, basierend auf den eigenen Anstrengungen und Fähigkeiten und Routine, als motivierend und stärkend für die Selbstwirksamkeit und Qualifikation, indem kognitive und selbstregulierende Anlagen für effektives Handeln



aufgebaut werden. Gleiches gilt, mit absteigender Bedeutung, für: „(1) Handlungsergebnisse in Gestalt eigener Erfolge und Misserfolge; (2) stellvertretende Erfahrungen durch Beobachten von Verhaltensmodellen; (3) sprachliche Überzeugungen (z. B. Fremdbewertung oder Selbstinstruktion) und (4) Wahrnehmung eigener Gefühlsregung“ (Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 42).

Codesystem	audio_only_1...	audio_only_2...	audio_only_3...	SUMME
▾ Selbstwirksamkeit (self-efficacy)				0
▾ Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit				0
Routine/Erfahrung	5		2	7
Erfolgserebnisse	3	1	6	10
Arbeit im Team/Überzeugung durch andere	1	4	2	7
Kollektive Selbstwirksamkeit/stellvertretende Erfahrung	3	2		5
Lernerfahrungen im Fachseminar Sachunterricht	6	1	3	10
Experimentieren nach Anleitung		2	1	3
Unterrichten ohne Fremdbeobachtung	1		5	6
Identifikation mit Schule/Schulentwicklung	2			2
Fortbildung	4	1	1	6
▾ Hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit				0
alleine planen/machen		6	2	8
fehlende Erfolgserebnisse und Routine		6	2	8
Gefühl von Überforderung		6	2	8
Druck im Vorbereitungsdienst			6	6
Σ SUMME	25	29	32	86

**Abbildung 21:** Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie Selbstwirksamkeit mit Sub-Subcodes

Das Fehlen der begünstigenden Faktoren bzw. das negative Erleben in entsprechenden Situationen führt, wie sich auch anhand des Datenmaterials zeigen lässt, zu einer schwach ausgebildeten Selbstwirksamkeit, die als *hemmende Faktoren für die Selbstwirksamkeit* induktiv ermittelt werden. Beispielhaft lässt sich dies anhand von drei Sub-Subcodes in einem *Summary Grid* (siehe Tabelle 21) veranschaulichen, in der die unterschiedlichen Aussagen der drei Lehrkräfte über ihre erlebten bzw. fehlenden Erfahrungen (und Routine) sowie Erfolgserebnisse paraphrasierend nebeneinandergestellt sind:

<b>Summary Grid zu stärkenden und hemmenden Faktoren zur Selbstwirksamkeit</b>			
<b>Dokument u. Variablen</b>	<b>stärkende Faktoren: <i>Routine/Erfahrung</i></b>	<b>stärkende Faktoren: <i>Erfolgs-erlebnisse</i></b>	<b>hemmende Faktoren: <i>fehlende Erfolgs-erlebnisse und Routine</i></b>
Interviews\ audio_only_1 (= <b>Person 1</b> )	Person (1) betont (5 Codierungen), dass sie sich ohne Probleme einen Experimentalunterricht zutraut und sich dabei sehr sicher fühlt. Sie kann inzwischen auf viele Erfahrungen zurückgreifen. Die Vorbereitung und Durchführung eines Experimentalunterrichts bereiten ihr keine Mühe, da sie inzwischen Routine hat, die entsprechenden Methoden kennt und zahlreiche Materialien zur Verfügung hat. Auf Fragen der Kinder kann sie fachlich angemessen reagieren.	Erfolgs-erlebnisse während der Ausbildung und im Schulalltag (3 Codierungen) stärken die Selbstwirksamkeit. Sie profitiert von ihrer erfolgreichen Studienarbeit im Praxissemester zum Experimentieren mit Erstklässlern. Dieser Erfolg wirkt nach, weil er sie darin bestärkt hat, als Klassenlehrerin mit einer ersten Klasse von Anfang an zu experimentieren. Die weiteren Erfahrungen im Experimentalunterricht mit ihrer Klasse sind, trotz der Pandemiezeit, erfolgreich: Obwohl längere Zeit nicht experimentiert werden konnte, hat der Unterricht sofort wieder gut funktioniert, die Lernprozesse der Kinder waren erfolgreich. Auf ihren Erfolg ist sie stolz.	<i>Keine Codierungen.</i>
Interviews\ audio_only_2 (= <b>Person 2</b> )	<i>Keine Codierungen.</i>	Person (2) erinnert sich (1 Codierung), dass es auch schon Experimente im eigenen Sachunterricht gab, die gut funktioniert haben. Das heißt, sie kann rückblickend auf einige Erfolgs-erlebnisse zurückgreifen, die damals ihre Selbstwirksamkeit gestärkt haben. Ihre Erfahrungen basieren aber auch öfter auf den sog. stellvertretenden Erfahrungen, d. h., Berichte von anderen, die Experimente durchgeführt haben und davon erzählen, bestärken die Selbstwirksamkeit von Person (2).	Neben dem Gefühl, alles allein machen zu müssen, wird die Selbstwirksamkeit von Person (2) dadurch gehemmt, dass sie wenig bis gar keine Erfahrungen im Experimentieren hat, ihr die entsprechenden Erfolgs-erlebnisse fehlen und sie deshalb noch seltener experimentiert, was sich negativ auf die Selbstwirksamkeit auswirkt. Hinzu kommt, dass die Planung und Vorbereitung eines Experimentalunterrichts für sie sehr zeitaufwändig ist, wozu sie offenbar nicht bereit ist.
Interviews\ audio_only_3 (= <b>Person 3</b> )	Die Selbstwirksamkeit wird dadurch gestärkt, dass Person (3) sich zuhause intensiv mit den Experimenten beschäftigt, sich Schritt für Schritt darauf vorbereitet, um sich im Unterricht vor den Kindern sicherer zu fühlen. Dabei greift sie hauptsächlich auf Sachen/Versuche zurück, die sie kennt, die sie schon gelernt/verstanden hat und die funktionieren. Das gibt ihr Sicherheit.	Sechs Codierungen zeigen, dass (auch kleinere) Erfolgs-erlebnisse bei Person (3) dafür sorgen, dass sie sich zunehmend sicherer beim Experimentieren fühlt. Als Erfolg empfindet sie die eigene Freude beim Experimentieren, die Begeisterung der Kinder, wenn Experimente funktionieren, oder wenn die Kinder noch mehr wissen wollen und bspw. ein bestimmtes Experiment zuhause zeigen wollen. Auch die Tatsache, dass sie jetzt frei entscheidet, wie sie das Experimentieren im Sachunterricht durchführt, empfindet sie als Erfolg, dies gibt ihr Sicherheit.	Als hemmender Faktor für die Selbstwirksamkeit kann bei Person (3) festgestellt werden, dass ihr aufgrund der besonderen Situation während des Vorbereitungsdienstes sowohl die Erfahrungen als auch die Erfolgs-erlebnisse gefehlt haben, die zu einer besseren Selbstwirksamkeit hätten beitragen können. Rückwirkend wirkt sich auch die dadurch entgangene fachliche und fachdidaktische Professionalisierung hemmend aus.

**Tabelle 21:** Summary Grid zu stärkenden und hemmenden Faktoren zur Selbstwirksamkeit

Diese Subcodes und Sub-Subcodes bestätigen den ersten Eindruck, der bereits aus Abbildung 20 ersichtlich ist. Person (1) verfügt über ein hohes Maß an Selbstwirksamkeit, welches sie durch positive Erfahrungen, Routine und Erfolgserlebnisse sowohl in der Vergangenheit als auch im aktuellen Schulalltag entwickelt hat und weiterentwickelt:

„Ja, auf jeden Fall. Also, jede Erfahrung, jedes Jahr macht einen da sicherer.“ (audio\_only\_1, Pos. 44)

„Aber das wird halt ja auch immer mehr dadurch, dass man einfach mehr Erfahrungsschatz aufbaut.“ (audio\_only\_1, Pos. 46)

„(...) Und dadurch hat das sehr gut geklappt. Also, es ist nichts umgefallen. Obwohl wenn, das ist ja auch nicht schlimm. Aber alle halten sich da schon wirklich gut an die Regeln. Also dass ich dann weiß, und wir werfen zusammen dann die Brause nachher da rein, damit niemanden jetzt so der Effekt genommen wird und, ja. Das hat gut geklappt.“ (audio\_only\_1, Pos. 66)

Im Vergleich dazu können die Aussagen von Person (3) derart interpretiert werden, dass sie ebenso wie Person (1) über ein gewisses Maß an Selbstwirksamkeit verfügt, welches dadurch generiert wird, dass Person (3) sich auf den Experimentalunterricht intensiv vorbereitet, um dann im Sachunterricht richtig agieren zu können. Sie fühlt sich nur dann sicher, wenn sie entsprechend gut vorbereitet ist und auf Versuche und Inhalte zurückgreift, die sie bereits kennt oder die nicht so kompliziert sind:

„Ja, und wie ges/ also, ich mache die Experimente ja alle zu Hause einmal, und kucke mir die Erklärung dazu an. Also, dass ich quasi jeden Schritt auch den Kids erklären KÖNNTE, und dann fühlt man sich natürlich auch vor den Kindern viel sicherer.“ (audio\_only\_3, Pos. 76)

„Also, dann greife ich eher auf die Sachen zurück, die ich schon gelernt habe, und die halt auch funktionieren.“ (audio\_only\_3, Pos. 100)

Während Person (1) sich sicher fühlt und daher den Experimentalunterricht weniger arbeitsaufwändig vorbereiten muss, ist die gründliche Vorbereitung für Person (3) eine wichtige Voraussetzung dafür, um sich selbstwirksam zu fühlen. Das heißt, die Qualität oder das Niveau der Selbstwirksamkeit unterscheiden sich diesbezüglich bei den beiden Personen. Ein ähnlicher Unterschied lässt sich bei der Betrachtung dessen feststellen, was von Person (1) und Person (3) als Erfolg gewertet wird. Person (1) reflektiert darüber, wie in ihrem Unterricht nach längerer pandemiebedingter Unterbrechung der Experimentalunterricht (überraschend gut) funktioniert hat. Dabei stellt sie fest, dass einige Fachmethoden (Protokoll schreiben, Versuche durchführen, Skizzen anfertigen), die sie mit den Kindern bereits im ersten Schuljahr (vor Corona) erarbeitet hat, präsent waren. Das heißt, ihr persönliches Erfolgserlebnis besteht darin, dass sie feststellt, dass die Kinder zu Lernergeb-

nissen kommen, indem sie auf fachmethodische Kompetenzen zurückgreifen, die schon vor längerer Zeit angebahnt wurden:

„Also, die Kinder/ Ich habe versucht da so Routine reinzubringen, sodass die Kinder immer ein Forscherprotokoll kriegen. Das wissen die, wie das aussieht und einen klaren Ablauf. (...).“ (audio\_only\_1, Pos. 48)

„Aber ich bin der festen Überzeugung, das hat was damit zu tun, dass die das von Anfang an wussten, wie geht das, was machen wir. Und ja, die haben sich super an die Regeln gehalten, wir sind alle zu Ergebnissen gekommen. Die haben alle TOLL ihre Forscherprotokolle ausgefüllt.“ (audio\_only\_1, Pos. 66)

Für Person (3) bedeutet erfolgreiches Unterrichten diesbezüglich eher, die eigene Freude beim Experimentieren wahrzunehmen und die Begeisterung der Kinder, wenn Experimente funktionieren oder, wenn die Kinder noch mehr wissen wollen und beispielsweise ein bestimmtes Experiment zuhause zeigen wollen:

„Da waren die total hin und weg, waren super begeistert, und man WUSSTE, das ist wirklich total sicher, es kann nicht schief gehen, jeder kriegt was Tolles raus. Ja. Also da habe ich, ehrlich gesagt, jetzt nach gekuckt.“ (audio\_only\_3, Pos. 78)

„Das stimmt, aber es ist natürlich auch klasse, wenn die Kinder dann nach der Stunde kommen und sagen, "kann ich was von deinem Zauberpapier haben? Ich will das auch zu Hause machen." Dann hat man doch (lachend) alles richtig gemacht.“ (audio\_only\_3, Pos. 84)

Dabei handelt es sich weniger um fachmethodische Erfolge beim Unterrichten als vielmehr um motivationale Aspekte und pädagogische Aspekte, die die Selbstwirksamkeit an dieser Stelle begünstigen. Ebenso wichtig ist für Person (3), dass sie als fertige Lehrkraft selbst entscheidet, welche Experimente und Inhalte sie im Sachunterricht unterrichtet:

„Und, wie gesagt, jetzt bin ich ja da alleine in der Klasse, und, ja, also seitdem ist es ganz anders. (lacht)“. (audio\_only\_3, Pos. 72)

„(...) Als wenn man da jetzt, ja, Angst hat, den Mund aufzumachen. Denke, deswegen, also das ist jetzt ganz anders.“ (audio\_only\_3, Pos. 76)

Bei der letzten Aussage deutet sich an, dass es in der Ausbildungszeit hemmende Faktoren für die Selbstwirksamkeit gab, die auch dazu geführt haben, dass diese Lehrkraft mit sehr niedrigen Werten bei der Pre-Post-Befragung auffiel, die nach der Follow-up-Befragung sehr viel höher lagen (siehe Kapitel 5.5).

Im Gegensatz zu Person (1) und (3) finden sich bei Person (2) bezogen auf die im *Summary Grid* (siehe Tabelle 21) dargestellten Subcodes und Sub-Subcodes keine Aussagen darüber, die eine positive Selbstwirksamkeit erkennen lassen, die auf Erfahrung und Routine beim Experimentieren hinweist. Es gibt eine Codierung, bei der Person (2) sich erinnert, dass es

auch (in der Vergangenheit) schon Experimente im eigenen Sachunterricht gab, die gut funktioniert haben. Das heißt, sie kann nur auf wenige sogenannte Erfolgserlebnisse zurückgreifen, die ihre Selbstwirksamkeit gestärkt hätten:

„Ja, es gab aber auch schon welche, die genau gepasst haben und dann war man sehr zufrieden.“ (audio\_only\_2, Pos. 78)

Im gleichen Textsegment berichtet sie davon, dass sie eben auch gegenteilige Erfahrungen gemacht hat, die dann als hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit interpretiert werden, nämlich, wenn der Erfolg ausbleibt:

„Und dann war es eben auch schwierig, den Kindern das überhaupt zu erklären. Und ja, das war dann für die Tonne (lacht), ehrlich gesagt. Also es hat/ für die Kinder hatte das halt/hat dann gar nichts bewirkt.“ (audio\_only\_2, Pos. 78)

Die vorgestellte Analyse der Aussagen der einzelnen Personen, die vergleichend und kontrastierend anhand des abgebildeten *Summary Grids* zu wenigen Subcodes und Sub-Subcodes (siehe Tabelle 21) dargestellt werden konnten, weist bereits darauf hin, dass es für jede Person weitere stärkende Faktoren für die Selbstwirksamkeit geben muss bzw. auch weitere die Selbstwirksamkeit hemmende Faktoren. Aber auch die Kombination aus stärkenden und hemmenden Faktoren für Selbstwirksamkeit kann gezeigt werden. Im Folgenden wird daher für jede Person die Auswertung der weiteren Faktoren, die sich auf die Selbstwirksamkeit auswirken, dargestellt.

Person (1) beeindruckt – neben den bereits dargestellten Befunden – dadurch, dass es bei der Analyse keine Codierungen zum Subcode *hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit* gibt, sondern ihre Aussagen ausschließlich und zahlreich dem Subcode *stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit* untergeordnet sind. Wie bereits angegeben, sind die am stärksten die Selbstwirksamkeit beeinflussenden Faktoren bei ihr die Erfolgserlebnisse, die Erfahrung und die Routine im Umgang mit Experimenten im Sachunterricht, die sie sowohl während der Ausbildungszeit als auch im jetzigen Schulalltag gesammelt und entwickelt hat und weiterhin noch sammelt und entwickelt. Gestützt wird der Eindruck einer versierten, selbstsicheren Lehrkraft im naturwissenschaftlichen Sachunterricht auch dadurch, dass sie an vier Stellen davon berichtet, dass sie an verschiedenen (MINT)-Fortbildungen teilgenommen hat:

„Also, jede Fortbildung, wo ich hingeh, wo man das selber ausprobieren kann, finde ich, hat einen viel größeren Mehrwert.“ (audio\_only\_1, Pos. 40)

Ihre Selbstwirksamkeit wird zudem dadurch gestärkt, dass sie sich im Austausch mit einer versierten Kollegin befindet (Sub-Subcode: *Arbeit im Team/Überzeugung durch andere*):

„So dass ich dann immer noch trotzdem in den Austausch komme, oder mit meiner Konrektorin, die da super interessiert ist, von der lerne ich auch immer noch sehr viel.“ (audio\_only\_1, Pos. 82)

Außerdem kann bei Person (1) festgestellt werden, dass sie von der sogenannten *kollektiven Selbstwirksamkeit* (siehe Kapitel 2.5.3) profitiert. Sie beschreibt, dass fast ihr ganzes Kollegium im Bereich Naturwissenschaften und Experimentieren stark aufgestellt ist und sie alle gemeinsam an dem MINT-Profil der Schule arbeiten, woran sie selbst einen großen Anteil hat. Dies befriedigt sie sehr, zumal es für sie als junge Lehrkraft auch Perspektiven bietet.

„das passt mit der Schule halt gut, weil die da alle sehr fit sind (...) man jetzt einfach noch so die Chance in unseren jungen Dienstjahren, da noch irgendwie was mitzugestalten.“ (audio\_only\_1, Pos. 18)

„Und wir mussten uns jetzt auch rezertifizieren für das Haus der kleinen Forscher. Also, da wird immer wieder daran gearbeitet. Und dadurch, dass wir jetzt auch das Forscherlabor beantragt haben, musste dafür natürlich dann auch wieder ein Konzept geschrieben werden.“ (audio\_only\_1, Pos. 50)

Auffallend bei Person (1) ist hier, dass sie im Gespräch häufig das Wort "wir" benutzt, um deutlich zu machen, dass sie als Schule ein Konzept für ein Forscherlabor schreiben oder sie als Schule als Haus-der-kleinen-Forscher zertifiziert wurden. Dies zeigt, ähnlich der kollektiven Selbstwirksamkeit, dass sie sich sehr stark mit ihrer Schule und deren Entwicklung identifiziert, was ebenfalls als Stärkung der Selbstwirksamkeit interpretiert wird (Sub-Subcode: *Identifikation mit Schule/Schulentwicklung*):

„Und haben jetzt den Antrag für ein Leader Projekt für ein Forschungslabor auf dem Schulhof. Also, wir haben schon abgesteckt, die waren schon vom Tiefbau da und wir hoffen jetzt, dass wir das Geld bewilligt kriegen und so/.“ (audio\_only\_1, Pos. 16)

Positive und stärkende Faktoren für die Selbstwirksamkeit lassen sich bei Person (1) an sechs Stellen erkennen, wenn sie Bezug nimmt auf die Lernerfahrungen im Fachseminar Sachunterricht im Vorbereitungsdienst. Sie betont, dass sie damals noch deutlich mehr Zeit gehabt habe, sich mit den (fachlichen) Inhalten stärker und intensiver auseinanderzusetzen. Zudem schätzt sie rückblickend besonders das praktische Tun bzw. die verschiedenen Praxiserfahrungen während dieser Zeit hoch ein. Konkret angesprochen auf das Thema Sprudelgas während der Intervention erinnert sie sich an die verschiedenen Zugänge des Experimentierens – wie etwa die angeleiteten Versuche versus das freie Forschen. Diese Lernerfahrungen setzt sie in ihrem eigenen Experimentalunterricht erfolgreich ein:

„Aber man hatte schon Zeit, so dann die Sachen zu machen. War sehr konzentriert, so auf das Fach. (...) Also, ich fand immer die Sitzungen immer gut, wo wir viel selber gemacht haben.“ (audio\_only\_1, Pos. 42)

„Und auch, wo wir mit Ihnen an der Schule waren. Also wirklich in die Praxis zu gehen und da zu gucken und das mit Kindern zu machen.“ (audio\_only\_1, Pos. 86)

„Also ich glaube, diese Materialkisten/ Ich habe viel inzwischen, Material selbst (...) Also, wir haben auch so eine Materialtheke gehabt. Die auf jeden Fall. Und auch dieses freie Forschen. Also, dass es klare Versuche nach Anleitung gibt, aber auch dieses freie Forschen, dass man einfach mal guckt. Ja, heute zum Beispiel war der Fall, dann hatten wir die Lava Lampe fertig und dann fragte ein Kind: "Und was passiert, wenn wir das denn jetzt noch mal schütteln? (...) Auch wenn es jetzt nicht das Experiment an sich war. Aber dass sie dann einfach auch dieses freie Forschen, dass man dafür Raum hat.“ (audio\_only\_1, Pos. 38)

Mit Bezug zur Forschungsfrage dieser Arbeit lässt sich an dieser Stelle bereits festhalten, dass die Arbeit im Fachseminar Sachunterricht und die Intervention an sich bei Person (1) positiv und stärkend auf die Selbstwirksamkeit gewirkt haben und nach wie vor handlungsleitend sind. Dennoch empfindet Person (1) die aktuelle Situation als Lehrkraft mit Klassenleitung im Vergleich zur Ausbildungszeit als entspannter (Sub-Subcode: *Unterrichten ohne Fremdbeobachtung*):

„Ich finde es eigentlich entspannter, dass ich da selber so gucken kann, was passt jetzt zu meiner Lerngruppe.“ (audio\_only\_1, Pos. 82)

Die Aussagen von Person (1) zeugen von einem hohen Maß an Reflexivität, da sie den Erfolg ihres Unterrichts derart evaluiert, dass die eigene Begeisterung und Motivation für das Experimentieren große Bedeutung für das Gelingen von Unterricht haben und auch einen Antrieb für die Kinder darstellen.

Im Gegensatz zu Person (1) werden bei Person (2) – wie bereits erwähnt – 18 von insgesamt 29 Codierungen zum Merkmal Selbstwirksamkeit dem Subcode *hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit* zugeordnet. Der Sub-Subcodes *allein planen/machen* wird in sechs Segmenten codiert. Bei jeder Codierung benutzt Person (2) die Formulierung „alleine“ wörtlich:

„Ich muss vielleicht mehr alleine machen, alleine organisieren.“ (audio\_only\_2, Pos. 42)

„Also das vielleicht alleine zu planen einfach, ja. Fällt mir schwerer.“ (audio\_only\_2, Pos. 92)

„Oder möchte es nicht alleine machen. Und in der Stunde kann aber keiner bei mir sein.“ (audio\_only\_2, Pos. 62)

Das „Alleine-machen“ und Organisieren und Planen ohne weitere Unterstützung beim Experimentieren im Sachunterricht ist für sie offenbar eine große Hürde und damit ein stark wirksamer hemmender Einfluss auf die Selbstwirksamkeit dieser Lehrkraft. Neben dem

Gefühl, alles allein machen zu müssen, wird die Selbstwirksamkeit von Person (2) dadurch gehemmt, dass sie wenig bis gar keine Erfahrungen im Experimentieren (Sub-Subcode *fehlende Erfolgserlebnisse und Routine*, sechs Codierungen) hat und ihr dadurch im Schulalltag die entsprechenden Erfolgserlebnisse fehlen:

„Also für mich bedeutet experimentieren auch irgendwie natürlich ein bisschen mehr Aufwand, weil ich noch nicht so automatisiert ganz viele Experimente kenne, wo ich weiß, da brauche ich ganz schnell das, das, das und habe direkt eins. Sondern ich muss mich da schon noch sehr reindenken.“ (audio\_only\_2, Pos. 40)

„Und habe dann vielleicht doch noch nicht so die Erfahrung beim Experimentieren, wie ich es gedacht hätte.“ (audio\_only\_2, Pos. 42)

„Und ja, das war dann für die Tonne (lacht), ehrlich gesagt.“ (audio\_only\_2, Pos. 78))

Die bisher dargestellten Aussagen, die den entsprechenden Sub-Subcodes zugeordnet sind, lassen erkennen, dass sie sich gegenseitig bedingen. Da Person (2) offenbar ungern allein Experimentalunterricht plant und durchführt, sie zudem auch Misserfolge diesbezüglich erlebt hat, ist die Bereitschaft weiterhin zu experimentieren eher gering. Dementsprechend ist es nicht verwunderlich, wenn sie die fehlende Erfahrung und Routine beklagt. Insgesamt können ihre Aussagen derart interpretiert werden, dass sie sich von dem Anspruch oder der Aufgabe im Sachunterricht experimentieren zu müssen, überfordert fühlt. Der Sub-Subcode *Gefühl von Überforderung* wird sechsmal codiert:

„Weil es halt einfach viel ist und man noch nicht so automatisiert in allen Fächern ist. Und dass Schulalltag da eben viel bestimmt. Also vielleicht auch das eigene Zutrauen, dass, wenn man nicht mehr so da drin ist, das auch einfach nicht so oft macht.“ (audio\_only\_2, Pos. 90)

„Ja. Ja. Also ich glaube, weil es einfach so viel ist. Und nicht, weil man hier jetzt keinen fragen könnte oder weil keiner hier Erfahrung hat oder kein Wert darauf gelegt wird. Also das eher ein Gegenteil. Nur, weil einfach alle immer so viel haben (lacht).“ (audio\_only\_2, Pos. 94)

Das Gefühl der Überforderung entsteht bei Person (2) dadurch, dass es im Schulalltag „halt einfach viel ist“ (vgl. ebd.) und sie sich beim Experimentieren unsicherer geworden ist. Dabei spricht sie rückblickend davon, dass sie sich selbst im Vorbereitungsdienst selbstsicherer erlebt hat. Daher ist ihr Wunsch nach einer Fortbildung verständlich:

„Ja, ich glaube, damit ich mir das wieder vielleicht mehr zutraue.“ (audio\_only\_2, Pos. 84)

Neben den hier für Person (2) aufgeführten Befunden zu den *hemmenden Faktoren für Selbstwirksamkeit* gibt es auch Codierungen zum Subcode *stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit*. Der direkte Vergleich zeigt, dass sich die Aussagen des Subcodes *hemmenden Faktoren für Selbstwirksamkeit* immer auf die gegenwärtige Situation in der Schule beziehen und die Aussagen des Subcodes *stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit* sich fast ausnahmslos in die



Vergangenheit richten. Dieser Befund deckt sich auch mit den Ergebnissen der Follow-up-Befragung, bei der Person (2), die sich nach zwei Jahren bezüglich der *Selbstwirksamkeit beim Unterrichten* deutlich schwächer einschätzte als zwei Jahre zuvor bei der Pre-Post-Befragung. Gleiches gilt auch für die Einschätzung *Selbstwirksamkeit beim Experimentieren*, allerdings nicht ganz so markant. Als stärkende Faktoren für die Selbstwirksamkeit werden bei Person (2) die Sub-Subcodes *Experimentieren nach Anleitung*, *Arbeit im Team/Überzeugung durch andere* sowie *Lernerfahrungen im Fachseminar Sachunterricht* an insgesamt neun Stellen codiert. Einige Aussagen sind in diesen Segmenten doppelt codiert, was die Aussagekraft der Stellen verstärkt. Die Auswertung dieser Codes zeigt, dass sich Person (2) das Experimentieren im Sachunterricht während der Zeit des Vorbereitungsdienstes eher zugetraut hat. Gründe dafür sind unter anderem, dass sie sich unter Anleitung ihrer Mentorin sicherer gefühlt hat:

„Ja. Meine Mentorin. Also (lacht) ich glaube, daran lag es viel. Dass ich eine Kollegin hatte, mit der ich parallel gearbeitet habe. Und die hat mich da auch ziemlich bestärkt. Auch zum Thema Feuer. Und hatte das ziemlich strikt vorbereitet. So dass man da auch sicher war. Und ich das gut für mich übernehmen konnte und umsetzen konnte. Also es lag vor allem an ihr, würde ich fast sagen (lacht).“ (audio\_only\_2, Pos. 56)

Ein weiterer Grund für eine stärker empfundene Selbstwirksamkeit zu dieser Zeit ist der Austausch mit anderen Lehramtsanwärterinnen bzw. Lehramtsanwärttern. Dieser war ihr sehr nützlich und hilfreich:

„Der Austausch war einfach größer und vielleicht hat man sich mal eben Bilder geschickt und dann hatte man schon irgendwie den Versuchsaufbau oder wusste direkt, was man braucht.“ (audio\_only\_2, Pos. 44)

Damit einher geht auch ihre Einschätzung bezüglich der *Lernerfahrungen im Fachseminar Sachunterricht*, die sie durchaus positiv bewertet. Person (2) hat im Fachseminar Sachunterricht viele Anregungen bekommen, wie beispielsweise Experimente im Sachunterricht durchgeführt werden können:

„Ja, ich glaube, weil dadurch, dass wir im Seminar uns so oft damit befasst haben und da auch einfach ein Austausch da war und man vielleicht öfter mitbekommen hat, boa das ist irgendwie gar nicht so schwer, das ist machbar, mit wenigen Sachen. Und also man hat einfach mehr/ ich, also ich habe es mehr mitbekommen.“ (audio\_only\_2, Pos. 42)

So sehr sie in der Retrospektive den Austausch mit anderen Lehramtsanwärterinnen bzw. Lehramtsanwärttern und die Zusammenarbeit mit der Mentorin oder Kollegin als hilfreich und unterstützend erlebt hat, so sehr „leidet“ sie jetzt darunter, Experimentalunterricht offenbar allein planen und durchführen zu müssen. Insgesamt können die Aussagen von

Person (2) so interpretiert werden, dass das Gefühl von Selbstwirksamkeit – möglicherweise auch ein Gefühl der kollektiven Selbstwirksamkeit –, welches sie während der Ausbildung erlebt hat, stark abhängig war von den Menschen, mit denen sie zu der Zeit zusammengearbeitet hat. Daher darf auch angezweifelt werden, ob es sich bei der damaligen Einschätzung zu den Fragen rund um das Experimentieren im Unterricht und des eigenen Experimentierens tatsächlich um ein persönliches Gefühl der eigenen Selbstwirksamkeit gehandelt hat. In ihrem jetzigen Schulalltag erlebt sie diese (vermeintliche) Selbstwirksamkeit nicht mehr. Bereits zu diesem Zeitpunkt der Auswertung zum Merkmal *Selbstwirksamkeit* muss darauf verwiesen werden, dass die dargestellten Befunde um die eher niedrig einzuschätzende Selbstwirksamkeit bei Person (2) nur im Kontext mit den weiteren Merkmalen wie *Interesse*, *Fähigkeitsselbstkonzept* und *Professionswissen* weiter sinnvoll interpretiert werden können.

Ganz im Gegensatz zu Person (2) erlebt sich Person (3) – wie bereits dargestellt – im aktuellen Schulalltag selbstwirksam, da sie selbst mit viel Motivation im Sachunterricht experimentiert, sich über die Begeisterung der Kinder beim Experimentieren freut und sich insgesamt als erfolgreich einschätzt, vorausgesetzt, sie ist gut auf den Experimentalunterricht vorbereitet. Anders als Person (2) und damit im starken Kontrast zu ihr hat Person (3) offenbar schlechte Erinnerungen an ihre Ausbildungszeit. Anhand von sechs Codierungen kann gezeigt werden, dass sie während des Vorbereitungsdienstes stark unter Druck stand und darunter das Gefühl der Selbstwirksamkeit massiv gelitten hat. Dieser Druck im Vorbereitungsdienst hat sie damals maßgeblich eingeschränkt und unsicher werden lassen:

„Ja, also ich hatte/ meine Ausbilderin war manchmal ein bisschen schwierig. Wir hatten so unsere Differenzen. Und ich sage mal so, ich hatte immer Angst, in dieser Schule was auszuprobieren. Und, ja, dementsprechend unsicher habe ich mich dann halt auch in dieser Klasse gefühlt, weil es halt einfach eine schwierige, blöde Ausbildungssituation war.“ (audio\_only\_3, Pos. 72)

Dabei fällt auf, dass sie selbst ihre jetzige Situation mit der von damals vergleicht und somit die codierten Segmente jeweils im Zusammenhang mit dem Sub-Subcode *Unterrichten ohne Fremdbeobachtung* stehen. Sie zeigt selbst die Gegensätze zwischen der Ausbildungszeit und dem jetzigen Schulalltag auf: Während der Ausbildung hatte sie Angst etwas auszuprobieren, spürte Unsicherheit in der Unterrichtsdurchführung, hatte Differenzen mit der Mentorin und erhielt Rückmeldungen, dass die Gesprächsführung mit Kindern (noch) nicht zielführend sei. Obwohl hier nicht ganz deutlich wird, ob sich das generell auf Sachunterricht (und/oder andere Fächer) bezieht oder nur auf das Experimentieren, darf dennoch angenommen werden, dass die Situation sie entscheidend negativ beeinflusst hat, zumal sie mehrfach betont, um wieviel besser es ihr jetzt in der Schule geht.

„Also, ich glaube schon, dass da eine Entwicklung passiert ist. Weil, also ich erinnere mich halt einfach noch an die Zeit im Referendariat, die wir/ da war ich/ also, war ich ganz, ganz unglücklich an der Schule, und das ist jetzt GAR nicht mehr so.“ (audio\_only\_3, Pos. 122)

Person (3) reflektiert über die wahrgenommenen Defizite während der Ausbildungszeit und stellt fest, dass sie sich zwar aktuell in der Unterrichtsplanung freier und selbstbestimmter erlebt und gerne experimentiert, es ihr aber dafür an fachdidaktischem Wissen und entsprechender Erfahrung fehlt, was mitunter auch zu einem Gefühl der Überforderung führt:

„(...) dass ich manchmal Schwierigkeiten habe, das SO zu verpacken, dass es richtig ist, aber dennoch auf der/ auf einer Ebene, die, ja, klein genug ist, dass die Kinder sie greifen können.“ (audio\_only\_3, Pos. 36)

„(...) aber ich glaube, es hätte mir manchmal besser getan. Wenn ich schon etwas mehr Erfahrung gehabt HÄTTE.“ (audio\_only\_3, Pos. 14)

Daher ist sie umso dankbarer, dass sie nun parallel mit einer Kollegin den Experimentalunterricht planen kann und sie so dieses Defizit der Vergangenheit versucht zu kompensieren:

„Genau, und deswegen genieße ich das im Moment auch so, dass ich halt jemanden habe, mit dem ich mich über so was austauschen kann, weil das war/ hat mir halt, also ich sage mal, nicht komplett, aber in großen Teilen gefehlt, dass man dann einfach mal sagen kann, guck mal, ich möchte das machen, was würdest du sagen, wie können wir das noch verändern, dass die Kinder besser damit klar kommen? Ich finde halt immer, vier Augen sehen mehr als zwei, und deswegen finde ich das total klasse, dass man jetzt jemanden hat, mit dem man sich austauschen kann.“ (audio\_only\_3, Pos. 124)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass anhand der drei Personen gezeigt werden kann, dass viele unterschiedliche Faktoren Einfluss auf die persönliche Wahrnehmung bzw. die Entwicklung der *Selbstwirksamkeit* nehmen und dabei entscheidend ist, inwiefern Erlebnisse und Erfahrungen aus der Vergangenheit sich auf die Gegenwart (hemmend oder begünstigend) auswirken. Dazu kann auch konstatiert werden, dass ein Bezug zur Ausbildungszeit (Vorbereitungsdienst) und damit auch speziell zur Intervention zum Experimentieren mit Sprudelgas im Einzelfall hergestellt werden kann. Ebenso wird deutlich, dass die vorgefundene Situation an der Schule einen erheblichen Einfluss auf die Selbstwirksamkeit haben kann, wie es beispielsweise für Person (1) bezüglich der kollektiven Selbstwirksamkeit gezeigt werden konnte, die sich begünstigend ausgewirkt hat.

## Hauptkategorie Professionswissen: Subcodes fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen

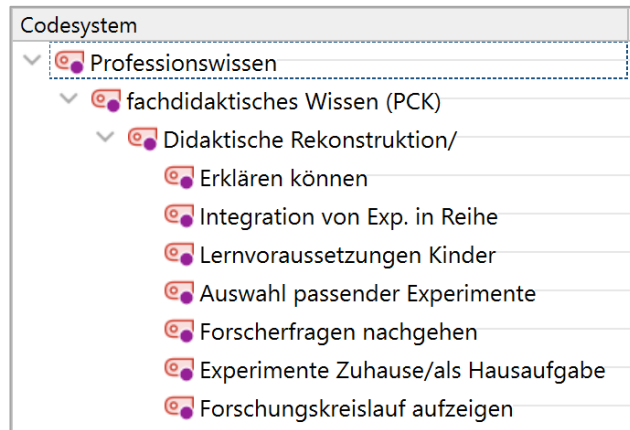
Das Merkmal *Professionswissen* wird explizit bezogen auf das Experimentieren im Sachunterricht bzw. der diesbezüglichen Lerninhalte der Fachseminarsitzungen im Rahmen der Intervention ausgewertet. Obwohl es von der Genese her ein einheitliches Modell zur Beschreibung der professionellen Handlungskompetenz einer Lehrkraft darstellt (vgl. Baumert & Kunter 2013, S. 290), werden die drei Facetten *fachliches Wissen*, *fachdidaktisches Wissen* und *pädagogisches Wissen* bei dieser Analysestufe nicht gemeinsam betrachtet und ausgewertet. Die wenigen vorgenommenen Codierungen für den Subcode *fachliches Wissen* sind bereits analysiert und berichtet worden. In Abbildung 22 sind die beiden Subcodes *fachdidaktisches Wissen* und *pädagogisches Wissen* mit weiteren Sub-Subcodes und zusätzlichen Unterpunkten abgebildet:

Codesystem	audio_only_1...	audio_only_2...	audio_only_3...	SUMME
Professionswissen				0
fachdidaktisches Wissen (PCK)				0
Didaktische Rekonstruktion/				0
Erklären können	1		3	4
Integration von Exp. in Reihe	1	1	1	3
Lernvoraussetzungen Kinder	3	1	5	9
Auswahl passender Experimente	2		4	6
Forscherfragen nachgehen	1		1	2
Experimente Zuhause/als Hausaufgabe	1	1		2
Forschungskreislauf aufzeigen	2	2	4	8
Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunterricht				0
Hilfreiche Faktoren zum Experimentieren				0
Räumlichkeiten	2	1		3
Material	6	3	4	13
Methoden	4	3	3	10
Teamwork	1	1		2
Herausfordernde Faktoren beim Experimentieren				0
Experimente müssen klappen	1	2	2	5
Arbeitsaufwand/Vorbereitungen	3	5		8
Risikobewertung	1			1
Faktor Zeit im Unterricht	3	5		8
Klassengröße	4	1		5
pädagogisches Wissen (PK)				0
Lernprozesse initiieren und diagnostizieren	8	5	4	17
Kinder motivieren	3	1	4	8
Lehrkraft als Vorbild	2		1	3
Zutrauen in die Kinder	1			1
Klassenführung SU/CRM	2	1		3
Σ SUMME	52	33	36	121

Abbildung 22: Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie Professionswissen mit Subcodes und Sub-Subcodes

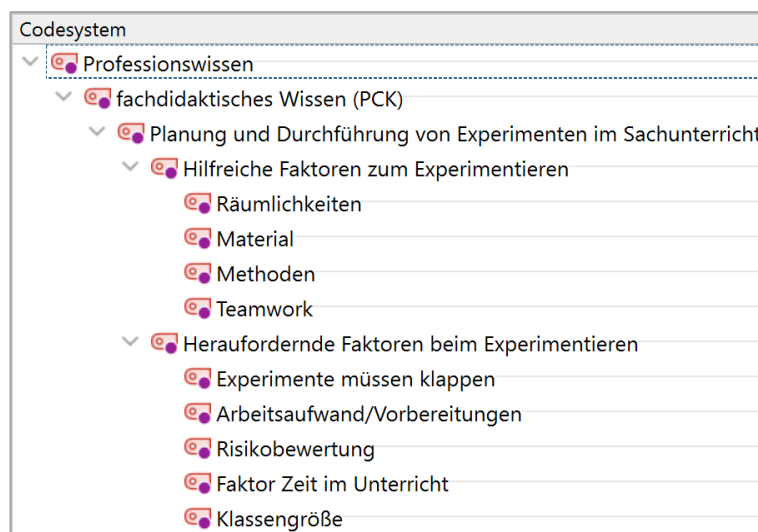
Um einen besseren Überblick über die Hierarchisierung der Sub-Subcodes mit weiteren Spezifizierungen in MAXQDA zu erhalten, sind diese im Folgenden ausschnittsweise aus Abbildung 22 entnommen und beschrieben.

Abbildung 23 zeigt die Spezifizierungen des Sub-Subcode *Didaktische Rekonstruktion*. Die verschiedenen Spezifizierungen zu diesem Sub-Subcode beziehen sich auf die inhaltliche Erarbeitung und Anpassung des Lernstoffs, um einen Lernzuwachs bei Kindern zu generieren.



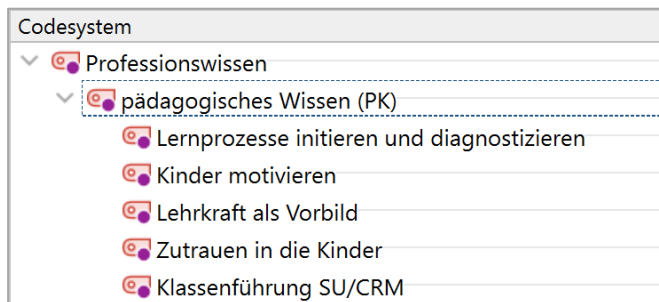
**Abbildung 23:** Spezifizierung des Sub-Subcodes *Didaktische Rekonstruktion*

Abbildung 24 zeigt die Spezifizierungen des Sub-Subcodes *Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunterricht*. Die ausdifferenzierten Unterpunkte zu diesem Sub-Subcode beziehen sich auf die Planung und Organisation der praktischen Durchführung von Experimenten im Sachunterricht. Dabei wird in *hilfreiche Faktoren zum Experimentieren* und *herausfordernde Faktoren beim Experimentieren* unterschieden.



**Abbildung 24:** Spezifizierungen des Sub-Subcodes *Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunterricht*

Für den Subcode *pädagogisches Wissen (PK)* sind fünf induktiv entwickelte Sub-Subcodes vorhanden (siehe Abbildung 25). Dabei handelt es sich um Codes, die sich darauf beziehen, wie Kinder grundsätzlich lernen, wie man sie motivieren kann oder wie eine Lehrkraft den Lernstand einschätzt bzw. was eine Lehrkraft den Kindern schon zutraut. Dabei dient die Lehrkraft als Vorbild und hat Kompetenzen im Bereich Klassenführung bzw. Classroom-Management.



**Abbildung 25:** Spezifizierungen des Subcodes *pädagogisches Wissen* mit fünf Sub-Subcodes

Da es bei den beiden Subcodes *fachdidaktisches Wissen* und *pädagogisches Wissen* um Aussagen zum Unterricht und über die Kinder geht, die sich gegenseitig bedingen, und die entsprechenden Segmente häufig doppelt codiert wurden, werden diese im Folgenden gemeinsam für jede Person berichtet.

Die Analyse der Aussagen von Person (1) zeichnet auf den ersten Blick erneut das Bild einer Lehrkraft, die sich bezüglich des Experimentalunterrichts intensiv Gedanken macht und sich dabei sehr versiert und reflektiert zu vielen Aspekten äußert. Daher sind bei Person (1) insgesamt 52 Codierungen zu den Subcodes *fachdidaktisches* und *pädagogisches Wissen* zu finden. Im Vergleich dazu sind bei Person (2) nur 33 Codierungen und bei Person (3) 36 Codierungen vorhanden.

Zum Sub-Subcode *Didaktische Rekonstruktion* sind bei Person (1) etliche Codierungen vorgenommen worden, die zeigen, dass es der Lehrkraft bei der Planung von Experimentalunterricht u. a. darum geht, eine optimale Passung der Lerninhalte an die Lerngruppe vorzunehmen, damit ein Lernzuwachs bei den Kindern generiert werden kann. Dafür wählt Person (1) passend zum Thema einer Unterrichtsreihe die Experimente aus und betont, dass sie dies nach Möglichkeit zu jedem (naturwissenschaftlichen) Sachunterrichtsthema macht, um den jeweiligen Inhalt zu veranschaulichen.

„Und deswegen finde ich es immer wichtig, dass es oft, zu jedem Thema, wo es sich dann anbietet auch, einfach als praktische Ergänzung noch dafür genutzt wird.“ (audio\_only\_1, Pos. 76)

Person (1) erkennt, dass es Experimente gibt, die für ihre Erstklässler noch zu kompliziert sind. Dazu zählen Versuche, die sie aus dem Studium kennt, die eher dem Schulfach Physik zuzuordnen sind. Dazu zählen aber auch die Versuche mit Sprudelgas, die sie während der Intervention im Fachseminar Sachunterricht kennengelernt hat:

„In Physik haben wir das teilweise auch gemacht, aber das war dann eher ja, ich würde ja sagen, ab fünfter Klasse so, wo ich sagen würde, da kann man eher damit umgehen.“ (audio\_only\_1, Pos. 10)

„Und ja, momentan habe ich ja wie gesagt, ein erstes Schuljahr. Aber ich denke, sobald wir so ein bisschen mit Sprudelgas dann, dass das Verständnis von denen etwas höher ist, dafür, werde ich das auf jeden Fall auch wieder anwenden.“ (audio\_only\_1, Pos. 36)

Ihre Aussagen deuten darauf hin, dass sie die individuellen Lernvoraussetzungen der Erstklässler genau kennt und ihre Planungen daran ausrichtet und somit ganz im Sinne des Modells der didaktischen Rekonstruktion die Lernerperspektive stets im Blick behält (vgl. Reiners 2022, S. 17). Ihre Planungen des Experimentalunterrichts legt sie überdies langfristige an. Das heißt, als Klassenleitung der ersten Klasse möchte sie „die zum ersten Mal quasi alleine von Anfang an, vom ersten Schultag an für mich quasi aufziehen“ (audio\_only\_1, Pos. 12), indem sie mit den Kindern zunächst grundsätzliche Dinge zum Experimentieren erarbeitet, wie zum Beispiel die sogenannten Forscherschritte oder das Schreiben eines Forscherprotokolls.

„(...), dass ich denen den Forschungskreislauf halt nahegelegt habe und wir so das erste Mal so überlegt haben ja, wie geht denn ein Forscher vor? Wir brauchen erst eine Vermutung, dann machen wir den Versuch, dann beobachten wir.“ (audio\_only\_1, Pos. 12)

„Also, die Kinder/ Ich habe versucht da so Routine reinzubringen, sodass die Kinder immer ein Forscherprotokoll kriegen. Das wissen die, wie das aussieht, und einen klaren Ablauf.“ (audio\_only\_1, Pos. 48)

Sie begründet dies damit, dass die Kinder den routinierten Ablauf von Versuchsdurchführungen verinnerlichen sollen, um sich dann selbstständig mit den weiteren Inhalten und Forscherfragen zu befassen:

„Ja, dann Deckel drauf und dann noch mal schütteln. Auch wenn es jetzt nicht das Experiment an sich war. Aber dass sie dann einfach auch dieses freie Forschen, dass man dafür Raum hat.“ (audio\_only\_1, Pos. 38)

So konnte sie beispielsweise auch gewährleisten, dass die Kinder in der Lage waren, während der Pandemie für die Zeit des Homeschoolings Versuche zuhause durchzuführen:

„Also auf jeden Fall in der Zeit, wo sie zu Hause waren, haben wir ja auch einige Experimente dann zu Hause gemacht. Also, das, was möglich war. Also, die Wasserrose zum Beispiel, das

konnten die gut machen. Oder zur Kapillarkraft von Wasser allgemein.“ (audio\_only\_1, Pos. 12)

Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Planung von Experimentalunterricht ist für Person (1) die eigene Fähigkeit, die Experimente auch erklären zu können:

„Und wo ich auch sage, wo bin ich so sicher, dass ich den Kindern da wirklich jetzt auch eine Erklärung liefern kann.“ (audio\_only\_1, Pos. 46)

Neben den bisherigen Befunden zur *didaktischen Rekonstruktion*, die einen zentralen Aspekt fachdidaktischen Wissens darstellen, lässt sich professionelle Handlungskompetenz bei Person (1) auch anhand der Aussagen zur konkreten *Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunterricht* feststellen. Ihre Aussagen lassen sich derart zusammenfassen, dass es einige wesentlich Faktoren gibt, die ihr das Experimentieren im Sachunterricht erleichtern und die sie regelmäßig nutzt bzw. anwendet. Ein wesentlicher Faktor ist, dass Person (1) inzwischen auf einen eigenen Fundus an Materialien zurückgreifen kann, der ihr die Vorbereitungen und die Durchführung von Experimenten erleichtert. Dabei nutzt sie sowohl die gesammelten Materialien aus dem Fachseminar Sachunterricht (u. a. der Materialordner zum Thema „Sprudelgas“), als auch die in der Schule vorhandenen Materialkisten zu verschiedenen Themen und den Fundus einer Kollegin:

„Ja, also der Ordner/ Wir ziehen gerade um und, oder den Ordner hatte ich jetzt noch in den Händen. Also, ich habe meine Experimente eigentlich immer am Ort. (audio\_only\_1, Pos. 36)

„Spectra, genau. Da haben wir zu einigen, zu Schall, zu Wasser, zu Strom.“ (audio\_only\_1, Pos. 56)

„Die hat auch einen sehr großen Fundus.“ (audio\_only\_1, Pos. 56)

Außerdem versorgt sie sich mit kostenlosen Unterlagen der verschiedenen einschlägigen Verlage:

„So Sachen, die man so bestellen kann, so umsonst.“ (audio\_only\_1, Pos. 56)

Für ihren Unterricht hat sie zudem eigene Materialien erstellt, auf die sie bei Bedarf zurückgreifen kann. Sie hat genaue Vorstellungen davon, was für die Kinder als Material entweder in einer Box verpackt oder frei zugänglich auf einer Materialtheke zur Verfügung gestellt werden kann:

„Also ich glaube, diese Materialkisten/ Ich habe viel inzwischen, Material selbst. Und habe auch den Kindern jetzt, als wir jetzt mit Öl experimentiert haben, wirklich die Sachen so zusammengepackt, sodass sie wussten, da müssen sie sich das holen. Also, wir haben auch so eine Materialtheke gehabt.“ (audio\_only\_1, Pos. 38)



„Und dann erstelle ich entweder oder greife dann auch schon auf vorhandene Sachen, die ich schon erstellt habe, zurück mit Versuchsanleitungen. Sehe dann, dass ich das Material vorrätig habe in der Schule, baue dann eine Materialtheke auf.“ (audio\_only\_1, Pos. 48)

Hier zeigt sich, dass sie sehr souverän und kreativ mit der Vorbereitung von Experimenten im Sachunterricht umgeht und sie mit den gegebenen Umständen flexibel umgehen kann. Dazu gehört auch, dass sie für den Experimentalunterricht die passenden Räumlichkeiten sucht und sich spontan auf die unterschiedlichen Bedingungen einlassen kann:

„Fällt der Raum jetzt weg. Wir weichen auf die OGS auf. Wir haben ein großes Forum oder die Aula. Das können wir schon machen. Aber viel läuft auch im Klassenraum dann einfach auch.“ (audio\_only\_1, Pos. 60)

Person (1) sieht sich in der Lage, für jede Herausforderung die passende Form bzw. Methode des Experimentierens auszuwählen:

„Und auch dieses freie Forschen. Also, dass es klare Versuche nach Anleitung gibt, aber auch dieses freie Forschen, dass man einfach mal guckt.“ (audio\_only\_1, Pos. 38)

„Aber manche Phänomene mit 29 Kindern, KANN ich einfach nicht einzeln mit Material ausstatten, so dass dann wiederum das Vorführexperiment ja dann die Lösung ist.“ (audio\_only\_1, Pos. 72)

Damit zeigt sie, dass sie sich durchaus über die verschiedenen Herangehensweisen beim Experimentieren bewusst ist und sie je nach Situation die beste Möglichkeit auswählen kann. Dabei profitiert sie einerseits davon, dass sie den Kindern schon einige Routinen, wie das Schreiben eines Forscherprotokolls, vermittelt hat, sieht aber andererseits auch noch Probleme bei der Zusammenarbeit als Forscherteam, was pandemiebedingt noch nicht so optimal funktioniert und deshalb weiter geübt werden muss:

„Also, die Kinder/ Ich habe versucht da so Routine reinzubringen, sodass die Kinder immer ein Forscherprotokoll kriegen. Das wissen die, wie das aussieht, und einen klaren Ablauf.“ (audio\_only\_1, Pos. 48)

„Ja, die saßen immer einzeln an ihrem Platz und so diese Kooperation dann in so Forscherteams mit Rollenverteilung und so, da müssen wir dann im nächsten Schuljahr da noch mal ran.“ (audio\_only\_1, Pos. 68)

Als hilfreich zur Planung und Durchführung von Experimentalunterricht empfindet Person (1) zudem die Arbeit im Team, wobei es hier nicht den Eindruck macht – wie etwa im Vergleich zu Person (2) und Person (3) –, dass sie sich davon abhängig machen würde oder sich dadurch selbstwirksamer erlebt:

„Aber wir schauen in meinem Team, dass die Kinder wenigstens da die gleichen Inhalte machen. Und so in Eins, Zwei, was in Eins, Zwei gelaufen werden, was da laufen, soll. (audio\_only\_1, Pos. 52)

*Herausfordernde Faktoren für das Experimentieren im Sachunterricht* sind für Person (1) zunächst die Experimente selbst. Die Experimente dürfen nicht gefährlich sein, das heißt, Person (1) führt eine Risikobewertung vorab durch:

„Ist es gefährlich?“ (audio\_only\_1, Pos. 46)

Weiterhin gilt, Experimente müssen im Sachunterricht funktionieren. Für sie bedeutet das, dass sie die Versuche vorher ausprobiert. Und nur dann, wenn sie bei ihr funktioniert haben, stellt sie die Versuche auch im Unterricht zur Verfügung:

„Ja, also es ist schon die Voraussetzung. Weil wenn die mir nicht gelingen, dann wird es auch im Unterricht nicht gelingen. Also, es muss schon immer funktionieren.“ (audio\_only\_1, Pos. 34)

Im Vergleich zum Vorbereitungsdienst stellt für sie der zeitliche Aufwand aktuell als Lehrkraft mit eigener Klasse und 28 Stunden eine Herausforderung dar:

„Hm. Also ich glaube, bei dem Vorführen und Selbermachen ist auch einfach der zeitliche Aspekt. Also dass ich denke, ich kann die nicht IMMER alles selber machen, weil dann schaffen ja gar nicht so viele.“ (audio\_only\_1, Pos. 72)

Ebenso bedeutet die Vorbereitungen zur Materialbeschaffung Aufwand:

„Oft ist es natürlich einzuschätzen, wie viel Materialaufwand steckt dahinter? Was muss ich alles ankarren. Gibt es große Sauerei? (lachend)“ (audio\_only\_1, Pos. 46)

Ihre Aussagen diesbezüglich lassen aber vermuten, dass sie durchaus bereit ist, sich den Herausforderungen zu stellen und viel Material „ankarrt“ und mit „Sauerei“ umgehen kann, da es ihr wichtig ist, möglichst viele Experimente möglichst oft im Schulalltag zu integrieren. Obwohl auch Person (1) den Faktor Zeit im Unterricht durchaus als herausfordernd empfindet und erkennt, dass die Kinder aus diesem Grund nicht immer alle Experimente selbst durchführen können, hat sie dennoch einen positiven Blick darauf. Denn wann immer es die Zeit zulässt, plant sie das Experimentieren ein und scheut dabei auch nicht, die Durchführung von aufwändigeren Experimenten einzuplanen:

„(...) und man dann immer froh ist, wenn man dann mal eine größere Lücke hat, wo man dann auch mal ein bisschen, etwas bisschen Aufwändigeres machen kann.“ (audio\_only\_1, Pos. 46)

Die Klassengröße als herausfordernden Faktor benennt sie in dem Zusammenhang, dass sie manche Versuche nicht mit Material für 29 Kinder ausstatten kann und deshalb das Vorführexperiment als die (schlechtere) Alternative eine Lösung darstellt:

„Aber manche Phänomene mit 29 Kindern, KANN ich einfach nicht einzeln mit Material ausstatten, so dass dann wiederum das Vorführexperiment ja dann die Lösung ist.“ (audio\_only\_1, Pos. 72)

Hier drückt sie implizit aus, dass sie eigentlich immer das selbstständige Experimentieren favorisiert und versucht zu ermöglichen, dies aber tatsächlich nicht immer möglich ist. Und nur dann – so lässt es sich interpretieren – weicht sie von ihren Prinzipien ab und wählt das Vorführexperiment als Alternative.

Zum Subcode *pädagogisches Wissen* gibt es, wie bereits eingangs erwähnt, mehrere Sub-Subcodes. Vornehmlich geht es bei diesen Codes darum, inwieweit die Lehrkraft das Lernen der Kinder anregt, die Lernvoraussetzungen einschätzt und als Vorbild für die Kinder diese motiviert und geeignete Rahmenbedingungen für Unterricht schafft. Das pädagogische Wissen geht über die einzelnen Fachinhalte hinaus und stellt vielmehr die Grundlage aller Fächer dar. Diesbezüglich lässt sich bei Person (1) feststellen, dass sie als junge Lehrkraft genaue Vorstellungen darüber hat, wie sie ihre eigene Klasse bereits ab dem ersten Schuljahr mit dem Experimentieren im Sachunterricht vertraut machen möchte:

„Kinder können das schon im ersten Schuljahr und mir war es jetzt wichtig, dadurch dass ich jetzt die zum ersten Mal quasi alleine von Anfang an, vom ersten Schultag an für mich quasi aufziehen kann für die Grundschulzeit, dass sie das von Anfang an so drinnen haben.“ (audio\_only\_1, Pos. 12)

Insgesamt acht Codierungen beim Sub-Subcode *Lernprozesse initiieren und diagnostizieren* weisen darauf hin, dass Person (1) über einen differenzierten Blick auf die ablaufenden Lernprozesse beim Experimentieren verfügt:

„Die Kinder machen das eher und man ist so dabei und begleitet den Prozess, ja.“ (audio\_only\_1, Pos. 30)

Beispielsweise betont sie, dass mit dem Experimentieren im Sachunterricht – außer den fachlichen Inhalten – auch viele übergeordnete Kompetenzen, die der Lehrplan fordert, abgedeckt werden:

„Auf jeden Fall auch einen hohen Stellenwert, weil ich finde mit Experimentieren deckt man ganz viele Kompetenzen, die der Lehrplan einfach fordert, in einem ab.“ (audio\_only\_1 Pos. 76)

Dazu zählen u. a. die Sozialkompetenzen, die sich bei Gruppenarbeit oder Partnerarbeit beobachten lassen, sowie das Einhalten der vereinbarten Regeln beim Experimentieren:

„Also, Gruppenarbeit merkt man einfach/ Also, momentan haben sie dann zu zweit oder zu dritt gearbeitet. Bei Zweiergruppen funktioniert das ganz gut. Bei manchen Dreiergruppen noch nicht so gut.“ (audio\_only\_1, Pos. 68)

„Und ja, die haben sich super an die Regeln gehalten, wir sind alle zu Ergebnissen gekommen. Die haben alle TOLL ihre Forscherprotokolle ausgefüllt.“ (audio\_only\_1, Pos. 66)

Weiterhin sind die Methodenkompetenzen bedeutsam, wie z. B. die Entscheidung, Kinder möglichst selbstständig experimentieren zu lassen, um einen größeren Lernerfolg zu ermöglichen:

„Und ich glaube immer noch, dass es mehr bringt, wenn die Kinder es selber machen und für die ein größerer Effekt da ist.“ (audio\_only\_1, Pos. 72)

Ihre Einschätzung, dass es sich lohnt, diesbezüglich von Anfang an Grundlagen zu schaffen und die Kinder frühzeitig an das Experimentieren heranzuführen, geben ihr offenbar Recht:

„Aber ich bin der festen Überzeugung, das hat was damit zu tun, dass die das von Anfang an wussten, wie geht das, was machen wir.“ (audio\_only\_1, Pos. 66)

Außerdem fokussiert sie darauf, dass das Experimentieren möglichst häufig durchgeführt wird, was sich wiederum mit ihren Aussagen zum Sub-Subcode *didaktische Rekonstruktion* deckt:

„Sondern ich schaue, wie kriege ich es in den Alltag der Kinder integriert.“ (audio\_only\_1, Pos. 80)

Aussagen darüber, wie motivierend das Experimentieren für Kinder ist und wie sehr die Lehrkraft als Vorbild dient, zeigen, dass Person (1) über das (lerntheoretische, pädagogische) Wissen verfügt, welche Bedeutung Motivation und Interesse für das erfolgreiche Anlegen von Lernprozessen bei Kindern haben.

„(...) und sie diesen Wow-Effekt quasi von Anfang an so miterleben. Damit sie dann auch so das Interesse geweckt wird.“ (audio\_only\_1, Pos. 34)

„Aber weil die da einfach dann Lust darauf haben. Und klar habe ich auch/ naja ich habe da Lust drauf. Ich glaube, das spielt eine große Rolle.“ (audio\_only\_1, Pos. 66)

„Weil wenn man als Erwachsener schon auf einer Fortbildung einen Versuch macht, der für Kinder eigentlich ist und der bleibt einem sehr im Kopf, wie ist es dann erst für Kinder, für die dieser Wow-Effekt einfach noch größer ist.“ (audio\_only\_1, Pos. 80)

Bei Person (2) werden im Vergleich zu Person (1) deutlich weniger Codierungen zum Subcode *fachdidaktisches Wissen* vorgenommen. Für den Sub-Subcode *didaktische Rekonstruktion* gibt es fünf Codierungen, die sich auf die Unterpunkte *Integration von Experimenten in Unterrichtsreihen*, *Lernvoraussetzungen der Kinder*, *Experimente zuhause/als Hausaufgabe* und *Forschungskreislauf* beziehen. Damit kann auch für Person (2) gezeigt werden, dass es ihr bei der Planung von Experimenten im Sachunterricht (sofern sie welche durchführt) um fachdidaktische Überlegungen geht, wie die inhaltliche Erarbeitung und Anpassung des Lernstoffs zu erfolgen hat, um einen Lernzuwachs bei den Kindern zu generieren. Folgende Aussagen wurden zum Sub-Subcode *didaktische Rekonstruktion* (entsprechend der o.g. Unterpunkte) codiert:

„Ja, ja. Also, dass ich probiere, es in die Unterrichtsreihen dann mit reinzukriegen, die ich plane.“ (audio\_only\_2, Pos. 30)

„Ich gucke als erstes nach den Kindern, würde ich sagen.“ (audio\_only\_2, Pos. 62)

„Aber da habe ich dann zumindest schon mal versucht/ wir arbeiten mit LOGINEO, also Moodle auch dann eben an unserer Schule, dass ich den Kindern irgendwie so freiwillige Angebote für Experimente dann bei YouTube oder so als Beispiel, wer hat Lust darauf, zur Verfügung gestellt habe, so.“ (audio\_only\_2, Pos. 30)

„Ja. Also wir haben eine Vorgabe, quasi ein Experimentierablauf.“ (audio\_only\_2t, Pos. 70)

„Also ich versuche schon, diesen Versuchsaufbau, diesen Ablauf anzubahnen.“ (audio\_only\_2, Pos. 86)

Auffällig ist, dass die Aussagen überwiegend eher vage formuliert sind. Sie „probiert“ die Experimente in Unterrichtsreihen zu integrieren oder sie „versucht“ den Ablauf anzubahnen. Die Verwendung des Konjunktivs „würde ich sagen“ kann so interpretiert werden, dass es so sein könnte, aber nicht tatsächlich auch so ist. Auch das Angebot an die Kinder, Experimente zuhause freiwillig mithilfe von YouTube -Videos durchzuführen, klingt nicht sehr verbindlich. Einzig die Aussage zum „Experimentierablauf“, der durch das Schulcurriculum vorgegeben ist, klingt sehr konkret. Pointiert lässt sich zusammenfassen, dass Person (2) zwar um die fachdidaktische Bedeutung eines Experimentalunterrichts weiß und sich den Vorgaben des Schulcurriculums verpflichtet fühlt. Weitere Aspekte darüber hinaus, die im Sinne einer didaktischen Rekonstruktion erforderlich sind, werden von ihr jedoch entweder nicht konsequent oder nicht ernsthaft verfolgt. Vor dem Hintergrund dieser Einschätzung lassen sich auch die Aussagen von Person (2) deuten, die dem Sub-Subcode *Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunterricht* zugeordnet sind. Dabei wird deutlich, dass Person (2) sich zur Planung des Experimentalunterrichts sehr auf das Material verlässt, was an der Schule vorhanden ist und was sie in sogenannten Werkstatt-

heften Passendes findet. Wenn genügend Materialien vorhanden sind, dürfen die Kinder die Versuche selbst durchführen, ansonsten führt die Lehrkraft ein Vorführexperiment durch:

„Ja doch öfter durch so Werkstatthefte. Da sind ja dann auch oft verschiedene Angebote drin. Dass man da/ das raussucht, vielleicht irgendwie Arbeitsblätter anpasst, wenn irgendwie zu viel oder zu wenig draufsteht oder man auf was anderes hinausmöchte. Also ich würde sagen, so ein Mischmasch aus dem, was in der Schule ist. Also mit Spectra-Kästen oder eben Werkstatthefte, ja.“ (audio\_only\_2, Pos. 74)

Hier zeigt sich, dass Person (2) offenbar nur Experimente im Sachunterricht durchführen kann, wenn ihr das passende Material zur Verfügung steht, ohne dass es für sie zu viel Aufwand bedeutet. Dementsprechend passt sie auch die Methode des Experimentierens an:

„Kann ich es dann mit den Kindern machen? Dann versucht man das. Und wenn nicht, dann probiere ich es vorne zu machen. Ja.“ (audio\_only\_2, Pos. 70)

„(...) dann versuche ich es zumindest, dass ich es einmal im Sitzkreis oder wie auch immer vormache. Wenn man/dass man es daran besprechen kann.“ (audio\_only\_2, Pos. 64)

Bezüglich des Materials und der Methode fallen wieder, wie beim Sub-Subcode *didaktische Rekonstruktion*, die verwendeten Verben „versuchen“ und „probieren“ auf, die wenig konkret und eher vage klingen. Während sie es bei einem Vorführversuch vorteilhaft findet, dass sie mit den Kindern im Sitzkreis auch gleich den Versuch besprechen kann, schätzt sie sich in ihrer Rolle als Lernbegleitung eher passiv ein:

„So im Unterricht würde ich sagen, dass ich da gerne die Kinder eigentlich machen lasse und dann begleite. Also beobachte und dabei bin dann. Und da eher weniger selbst mache.“ (audio\_only\_2, Pos. 46)

Für Person (2) ist die Tatsache, dass sie aufgrund eines fehlenden Forscherraums an der Schule Experimente nur in der Klasse durchführen kann, offenbar kein Problem, was sich mit den Aussagen deckt, dass sie häufiger den Vorführversuch wählt, der problemlos in der Klasse durchzuführen ist:

„Ja, also der Klassenraum ist ja dann auch oft nochmal was anderes. Auch wenn es dann nicht vielleicht stehen bleiben kann. Oder nur Fensterbank reicht vielleicht aus, weil man den nächsten Tag wiederkommt, ist, ja, auch was anderes ja.“ (audio\_only\_2, Pos. 104)

Da sie sich offenbar sehr auf vorhandene oder leicht zu bearbeitende Materialien verlässt und nicht wie Person (1) auch eigenes Material entwickelt und sich einen Fundus anlegt, ist auch der Wunsch am Ende der Ausbildungszeit eine Mappe zu bekommen, in der die

„schön vorbereiteten“ Materialien gesammelt sind, verständlich. Hier äußert sie quasi den Wunsch nach fertigen Lösungen und Rezepten:

„Oder dass man am Ende vielleicht eine Mappe mit dem kriegt, dass so was einfach, ja, nicht so untergeht, weil ja viele das wirklich schön vorbereitet haben, dass man das vielleicht ausgehändigt kriegt. Ob das noch eine Idee wäre.“ (audio\_only\_2, Pos. 108)

Ein weiteres Indiz dafür, dass Person (2) sich beim selbstständigen Planen und Durchführen von Experimentieren im Sachunterricht zumindest schwertut, ähnlich dem Merkmal Selbstwirksamkeit, bei dem der Sub-Subcode „alleine machen“ mehrfach codiert wurde (vgl. ebd.), ist der Hinweis darauf, dass sie rückblickend auf die Ausbildungszeit die Teamarbeit als sehr hilfreich empfunden hat:

„Ja. Meine Mentorin. Also (lacht) ich glaube, daran lag es viel. Dass ich eine Kollegin hatte, mit der ich parallel gearbeitet habe.“ (audio\_only\_2, Pos. 56)

Bestätigt wird dieser Eindruck durch die zahlreichen Codierungen, die sich bei dem Unterpunkt *herausfordernde Faktoren beim Experimentieren* ergeben, die insgesamt den Schluss zulassen, dass es für Person (2) viele Gründe gibt, nicht im Sachunterricht zu experimentieren. Dazu zählt vor allem der Unterpunkt *Arbeitsaufwand/Vorbereitungen*, der fünfmal codiert wurde:

„Also manchmal werden dann, glaube ich, doch manchmal leider Experimente rausgekickt, wenn vielleicht so Rahmenbedingungen nicht stimmen. Und manchmal auch ein bisschen nach Aufwand (lacht).“ (audio\_only\_2, Pos. 62)

„Oder wenn man manche Sachen, wie Sie es sagen, einfach nicht 15-mal bekommt (lacht) vielleicht auf die Schnelle.“ (audio\_only\_2, Pos. 64)

„Und das natürlich irgendwie für mich noch mehr Aufwand bedeutet, als so eine Werkstatt irgendwie zu kopieren, doof gesagt jetzt (lacht).“ (audio\_only\_2, Pos. 94)

Die fehlende Zeit im Unterricht stellt für Person (2) eine weitere Hürde für das Durchführen von Experimenten im Sachunterricht dar, die insgesamt fünfmal codiert wurde. Als Gründe für die fehlende Zeit werden organisatorische Aspekte genannt, z. B. das Wegräumen am Ende einer Stunde oder das regelmäßige Händewaschen nach dem Unterricht während der Pandemiezeit oder auch die Einschätzung, dass die Kinder für die Versuchsdurchführung länger brauchen als geplant und eine 45-Minuten-Stunde zu kurz ist.

„Also manchmal war es durch die Zeit, dann hat man sich geärgert, man unterschätzt ja manchmal doch, wie lange das Wegräumen und so dauert.“ (audio\_only\_2, Pos. 78)

„Also, was brauche ich alles, wie ist das machbar von, wenn ich nur eine Einzelstunde habe und die sich einmal Hände waschen müssen mit Corona. Wie viel Zeit habe ich dann überhaupt noch.“ (audio\_only\_2, Pos. 62)

„Ja. Also man ist vielleicht mehr im Schulalltag. Also, dass ich vielleicht schon im Hinterkopf habe, ah die brauchen meistens länger, als ich es denke (lacht).“ (audio\_only\_2, Pos. 82)

„Oder dann mehr Doppelstunden oder so was. Weil dann bei manchen halt so 45 Minuten. Und mit dem, was dann noch alles so ist, halt manchmal auch irgendwie kurz ist, ja.“ (audio\_only\_2, Pos. 100)

Die Aussagen von Person (2) zum Faktor Zeit als Herausforderung sind nachvollziehbar und vor allem für die Zeit der Pandemie sicher auch berechtigt. Andererseits sind es rein organisatorische Aspekte, die sich im Rahmen eines gelingenden Classroom-Managements sowohl als Klassenleitung oder Fachlehrkraft regeln ließen. Neben diesen Codierungen finden sich zum Unterpunkt *herausfordernde Faktoren beim Experimentieren* noch Codierungen bei *Experimente müssen klappen* und zur *Klassengröße*:

„Ja. Also das finde ich, ist immer schwierig. Wenn es nicht funktioniert, ja.“ (audio\_only\_2, Pos. 80)

„Und dass nicht jedes Experiment mal eben mit einer Klasse mit fast dreißig Kindern klappt.“ (audio\_only\_2, Pos. 82).

Insgesamt sieben Aussagen über den Erfolg bzw. den Nichterfolg ihres Experimentalunterrichts lassen bei Person (2) erkennen, dass sie grundsätzlich über Wissen verfügt, wie Unterricht gelingen kann, bzw. wie Lernprozesse initiiert werden können, damit Kinder zu individuellen Lernerfolgen gelangen. Dies wird als *pädagogisches Wissen* codiert und interpretiert. So beziehen sich Aussagen beispielsweise darauf, wie das Lernen durch praktisches Tun oder entdeckendes Lernen (im weitesten Sinne) begünstigt wird:

„Ich glaube, damit Inhalt nicht durch nur Texte lesen oder auch ein Bild entdeckt werden können, sondern eben wirklich selber in der Situation. Und die dann vielleicht auf größere übertragen werden können. Ja.“ (audio\_only\_2, Pos. 88)

„(...) weil ich will, dass die eigentlich inhaltlich irgendwas gut verstehen, sehen, erkennen, so. Entdecken, erforschen. Also inhaltlich würde ich sagen, eher. Aber das andere immer im Hinterkopf, dass das schon mit dabei ist.“ (audio\_only\_2, Pos. 86)

„Und dann war es eben auch schwierig, den Kindern das überhaupt zu erklären. Und ja, das war dann für die Tonne (lacht), ehrlich gesagt. Also es hat/ für die Kinder hatte das halt/ hat dann gar nichts bewirkt. Man hat es dann trotzdem erklärt. Sie haben es auch verstanden, aber es war jetzt gar nicht dieser Lerneffekt, wie man den eigentlich durch dieses Experiment sich erwünscht hat dann, ja.“ (audio\_only\_2, Pos. 78)

Ihre Aussagen darüber, dass Kinder mit Begeisterung auf gelingende Experimente reagieren und die Begeisterung das Lernen begünstigt, lassen ebenfalls auf *pädagogisches Wissen* schließen:



„Aber auch andersherum, dass wenn was funktioniert, die Kinder wirklich begeistert sind, ganz anders bei dem Thema dabei sind, als wenn Sie es vielleicht nur gelesen hätten. Oder ja, dass da schon nochmal eine andere Begeisterung dabei ist.“ (audio\_only\_2, Pos. 80)

Eine Codierung bezieht sich indirekt auf die Kompetenz der *Klassenführung Sachunterricht/Classroom-Management*, was auch dem pädagogischen Wissen zugeordnet wird, wobei dieses Segment doppelt codiert ist und bereits auch dem Unterpunkt *Faktor Zeit im Unterricht* zugeordnet wurde:

„Also manchmal war es durch die Zeit, dann hat man sich geärgert, man unterschätzt ja manchmal doch, wie lange das Wegräumen und so dauert.“ (audio\_only\_2, Pos. 78)

Bei Person (3) finden sich im Gegensatz zu Person (2) allein 18 Codierungen nur für den Sub-Subcode *didaktische Rekonstruktion*. Das deutet darauf hin, dass sich Person (3) sehr viele Gedanken darum macht, wie sie das Experimentieren im Sachunterricht einführen kann, um entsprechende Lernchancen bereitzustellen und Lernprozesse zu initiieren. Dabei handelt es sich bei Person (3) aber durchaus auch um Aussagen, die zeigen, dass ihr die (fachdidaktischen) Anforderungen an einen Experimentalunterricht eher schwerfallen. Ihr offenbar größtes Problem ist die eigene Unsicherheit, Kindern naturwissenschaftliche Zusammenhänge kindgerecht zu erklären, was auch als Hinweis auf den Sub-Subcode *fachliches Wissen* gedeutet werden kann. Daher bereitet sie sich auf die kindgerechten Erklärungen besonders intensiv vor:

„(...) diese DINGE, also die Ergebnisse beispielsweise, die müssen ja fachlich richtig sein, aber trotzdem so runter gebrochen, dass die kleinen Mäuschen die verstehen. Und ich glaube, DAS ist der Knackpunkt. Also, nicht unbedingt das Verstehen dieser Vorgänge, sondern einfach, dass ich manchmal Schwierigkeiten habe, das SO zu verpacken, dass es richtig ist, aber dennoch auf der/ auf einer Ebene, die, ja, klein genug ist, dass die Kinder sie greifen können.“ (audio\_only\_3, Pos. 36)

„Ja, und wie ges/ also, ich mache die Experimente ja alle zu Hause einmal, und gucke mir die Erklärung dazu an. Also, dass ich quasi jeden Schritt auch den Kids erklären KÖNNTE.“ (audio\_only\_3, Pos. 76)

Bisher hat Person (3) Experimente einerseits danach ausgewählt, dass sie für die Kinder einfach durchzuführen sind und diese zum Staunen bringen, und andererseits danach, dass die Experimente gut vorzubereiten sind und die Lehrkraft selbst sich sicher genug fühlt, die Phänomene auch erklären zu können. Daher geht es auch weniger um den jeweiligen fachwissenschaftlichen Inhalt als vielmehr um die Durchführbarkeit im Unterricht:

„Und deswegen habe ich Experimente ausgesucht, die halt EINFACH sind. Wo nicht viel schief gehen kann. Und die die Kinder zum Staunen bringen. Also, das war beispielsweise

dieses Experiment mit den schwarzen Filzstiften und den Filterpapierchen. Mit der Farbchromatographie.“ (audio\_only\_3, Pos. 78)

„Und dann probiere ich das ganze natürlich selber aus. Ja, und manchmal muss mein Freund dann herhalten, als Kind-Ersatz und muss sich das anhören, ob sich das (lachend) schlüssig ist. Oder ich schreibe mir dann Stichworte auf, oder markiere mir das in einem Text. Ja. Also das wären so diese mündlichen Sachen. Und da muss man natürlich noch gucken, dass man halt das ganze Material besorgt kriegt.“ (audio\_only\_3, Pos. 86)

Als weiteren Grund dafür, dass Person (3) selbst sehr vorsichtig und kleinschrittig mit der Methode des Experimentierens im Sachunterricht vorgeht, nennt sie die fehlenden Lernvoraussetzungen der Kinder bezüglich des Experimentierens und die teilweise vorhandenen Sprachbarrieren. Außerdem hat sie die Erfahrung gemacht, dass sie anfangs zu viel von den Kindern verlangt hat:

„Und die Kinder hatten vorher noch GAR keine Erfahrung mit Experimentieren. Also, auch die Drittklässler nicht.“ (audio\_only\_3, Pos. 20)

„Ja, und wie gesagt, also ich habe halt jetzt diese Kinder, die halt auch vom Sprachlichen ziemlich schwierig sind.“ (audio\_only\_3, Pos. 36)

„Ja, also wie gesagt, die Kinder hatten noch nicht VIEL.“ (audio\_only\_3, Pos. 78)

Die Integration von Versuchen in eine Unterrichtsreihe zu einem naturwissenschaftlichen Inhalt stand bisher nicht im Vordergrund:

„Ich denke, bei der nächsten Reihe, für das nächste Schuljahr, würde ich dann schon thematisch schauen. Dass man das irgendwie unter einem Oberpunkt bündeln kann. Aber da es jetzt nur um das Experimentieren an sich ging, habe ich DANACH geguckt.“ (audio\_only\_3, Pos. 78)

Sie schließt nicht aus, dass sie mit Kindern Forscherfragen nachgehen würde, wenn sich welche ergeben, was aber so gedeutet werden kann, dass sie diese Vorgehensweise des freien Forschens und Ausprobierens nicht von sich auch initiieren würde:

„Also, dass/ ich würde es jetzt blöd finden, auch bei KINDERN, dass man denen dann sagt, nein, du darfst das nicht ausprobieren. Ich meine, warum nicht? Und wenn man dann raus findet, man kommt damit nicht weiter, dann hat man ja auch was dazu gewonnen. Also das, nein, fand ich eigentlich gut.“ (audio\_only\_3, Pos. 132)

Vier Codierungen weisen darauf hin, dass es Person (3) im Experimentalunterricht ganz wesentlich darum geht, dass die Kinder zunächst die Abfolge der Experimentierschritte kennenlernen und verinnerlichen sollen:

„Und deswegen habe ich mich jetzt mit meiner Kollegin darauf geeinigt, dass wir jetzt erstmal eine Reihe machen, wo es NUR um das reine Experimentieren geht.“ (audio\_only\_3, Pos. 20)

„Da haben wir dann die Experimentierregeln erarbeitet. Wir haben die an theoretischen Beispielen durchgesprochen, worauf man achten muss. Und dann haben wir angefangen zu experimentieren und das Forscherprotokoll kennen gelernt.“ (audio\_only\_3, Pos. 26)

Bezeichnend für die unsichere und zögerliche Haltung von Person (3) ist, dass die Experimentierregeln an theoretischen (nicht an praktischen) Beispielen erarbeitet werden. Person (3) führt als *hilfreiche Faktoren zum Experimentieren* an, dass sie verschiedene vorhandene Materialien an der Schule nutzt. Aber auch die Materialien und die Erfahrungen mit den verschiedenen Formen des Experimentierens, die sie während der Ausbildungszeit in den Fachseminaren Sachunterricht gesammelt hat, sind ihr aktuell noch hilfreich:

„Ja, genau. Wir haben diese Experimentierboxen. (...) Von Spectra. Die haben wir da. Und, ja, ansonsten - ach, wir haben noch vom Finken-Verlag so einen Ordner.“ (audio\_only\_3, Pos. 90)

„Also, ich denke, dass ich mit Sicherheit manche Dinge heute noch mitgenommen habe, also beispielsweise, dass das Material gescheit für alle zugänglich sein sollte, in genügender Stückzahl, so was. Oder den Aufbau der Forscherprotokolle, da habe ich mich so ein bisschen dran angelehnt, habe sie halt dann nur vereinfacht. Ja, da profitiere ich auf jeden FALL noch von.“ (audio\_only\_3, Pos. 60)

Ähnlich wie bei Person (2) finden sich keine Aussagen dazu, dass sie selbst eigenes Material entwickelt, sondern sie sich quasi am Angebot der Schule orientiert. Damit unterscheidet sie sich diesbezüglich auch von Person (1). Ihre Aussagen zu den Methoden, die sie im Experimentalunterricht anwendet, decken sich mit den Codierungen zum Sub-Subcode *didaktische Rekonstruktion*. Es geht in ihrem Experimentalunterricht zunächst darum, die „Basissachen“ (z. B. Versuchsanleitung durchführen) zu vermitteln und dies sehr kleinschrittig anzuleiten, um die Kinder nicht zu überfordern. Es wird deutlich, dass sie aus eher negativen Erfahrungen gelernt hat und ihr diese kleinschrittige Vorgehensweise jetzt hilfreich erscheint:

„Sondern da ging es wirklich um diese ganzen Basissachen.“ (audio\_only\_3, Pos. 20)

„Also, was ich halt gemerkt habe, ich habe am Anfang viel zu viel von den Kindern verlangt. Also, die sollten dann, ja, das/ manche Sachen halt irgendwie alleine schaffen, aber bei den Kindern, oder ich habe festgestellt, dass es besser klappt, wenn man wirklich jeden SCHRITT einzeln sagt. Also, du lässt die Experimenttüte jetzt bitte auf deinem Tisch liegen. Jetzt nimmst du NUR Kästchen XY raus, weil sonst fangen die an, in diesen Tüten da rumzuwuseln, und dann können sie sich nicht mehr richtig konzentrieren. Also, das muss/ habe ich gelernt, muss ich sehr kleinschrittig anleiten.“ (audio\_only\_3, Pos. 96)

*Herausfordernde Faktoren beim Experimentieren* sind für Person (3), dass die Experimente möglicherweise nicht funktionieren und sie sie nicht erklären kann. Insofern greift sie auf Themen und Versuche zurück, mit denen sie gut zurechtkommt:

„Also, dann greife ich eher auf die Sachen zurück, die ich schon gelernt habe, und die halt auch funktionieren.“ (audio\_only\_3, Pos. 100)

Dem Subcode *pädagogisches Wissen* werden Aussagen von Person (3) zugeordnet, bei denen sie über die Zusammensetzung der Schülerschaft reflektiert, die sie als „relativ schwierig“ beschreibt:

„Also, ich bin an einer Schule gelandet, die vom Klientel her relativ schwierig ist.“ (audio\_only\_3, Pos. 20)

Ebenso können die Aussagen zum Umgang mit Fehlern (beim Experimentieren) und zum selbstständigen Experimentieren so interpretiert werden, dass sie grundsätzlich über Wissen verfügt, wie erfolgreiches Lernen initiiert werden kann:

„Wenn Sie aber meinen, gut, mit „gut experimentieren“, dass da nichts SCHIEF gehen darf, DANN, finde ich/ also, es kommt natürlich auf den Fehler an. Wenn es jetzt nichts Fachliches ist, sondern (seufzt) ja, irgendwie was, was man jetzt meinetwegen zu SPÄT erst in irgendeine Flüssigkeit geschüttet hat oder so, dann finde ich das vielleicht nicht GANZ so dramatisch (lacht).“ (audio\_only\_3, Pos. 58)

„Nein. Die Kinder können das ruhig selber machen. Also, ich finde, das bleibt eher hängen, und vor allem sind die Kinder ja mit Feuereifer dabei. Also, ein Demoversuch, nein. Wenn es nicht sein muss, lasse ich die Kinder ruhig gerne selber experimentieren.“ (audio\_only\_3, Pos. 80)

„Sachunterricht ist nicht nur Texte lesen und Lückentexte ausfüllen (...).“ (audio\_only\_3, Pos. 68).

Auch die Motivation und Begeisterung beim Experimentieren erkennt sie als einen Gelingensfaktor für erfolgreiches Lernen:

„Und die Kinder motiviert es ja auch.“ (audio\_only\_3, Pos. 68)

„Und die die Kinder zum Staunen bringen.“ (audio\_only\_3, Pos. 78)

„Das/ gegenüber diesen theoretischen Themen sind die da mit Feuereifer dabei.“ (audio\_only\_3, Pos. 98)

Ihre Rolle als Lernbegleitung sieht sie u. a. darin, dass sie den Kindern ein Vorbild ist und beispielsweise die einzelnen Forscherschritte vormacht:

„Ich finde es schon wichtig, dass man, ja, den Kindern vorlebt, wie das halt geht, sich an eine Anleitung zu halten, wie es geht, ein Forscherprotokoll zu schreiben, wie man sachgerecht mit den Dingen umgeht, das finde ich SCHON wichtig.“ (audio\_only\_3, Pos. 58)

Zusammenfassend für das Merkmal *Professionswissen* lässt sich festhalten, dass vor allem die kategorienbasierte Auswertung des Subcodes *fachdidaktisches Wissen* in Kombination mit den Subcodes *pädagogischen Wissen* und auch *fachliches Wissen* zeigt, dass es zahlreiche Faktoren oder Aspekte gibt, die das Experimentieren im Sachunterricht wesentlich beeinflussen. Dabei handelt es sich zum großen Teil um die vorgefundene Realität an der Schule bzw. Rahmenbedingungen, die sich entweder begünstigend oder hemmend auf die Bereitschaft der einzelnen Lehrkraft auswirken können, im Sachunterricht zu experimentieren. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass gerade die Selbsteinschätzung der eigenen professionellen Handlungskompetenz, die sowohl das fachliche Wissen, das fachdidaktische und das pädagogische Wissen umfassen, ein wesentlicher Faktor in der Schulrealität darstellt. Die handlungsleitende Wahrnehmung der eigenen Kompetenz und das verfügbare Wissen sind entscheidend dafür, ob die Lehrkraft nicht nur in der Lage, sondern auch bereit dazu ist, einen (guten) Experimentalunterricht zu planen und durchzuführen. Es wird weiter zu zeigen sein, dass die Ergebnisse der Auswertung hinsichtlich des *Professionswissens* in Zusammenhang mit den anderen untersuchten Merkmalen stehen. Mit Blick auf die Forschungsfrage lässt sich festhalten, dass es Codierungen gibt, die einen direkten Zusammenhang mit der Intervention erkennen lassen, z. B. bezüglich der Materialien und Fachmethoden im Experimentalunterricht, aber auch Codierungen, die eher einen indirekten Bezug erkennen lassen, z. B. hinsichtlich des eigenen Fachwissens, um bestimmte Phänomene im Experimentalunterricht kindgerecht erklären zu können.

### **5.7.2 Mehrdimensionale Zusammenhänge zwischen Kategorien und Subkategorien**

Im Rahmen der kategorienbasierten Auswertung ist bereits an mehreren Stellen darauf verwiesen worden, dass sich die Aussagen bezüglich der verschiedenen Merkmale (*Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen*) innerhalb der Hauptkategorien und (Sub)-Subkategorien oftmals bedingen oder in einem direkten Zusammenhang gesehen werden können. Konkret bedeutet das, dass allein auf der Grundlage der Überschneidungen in einem Textsegment bzw. im ganzen Dokument mehrdimensionale Zusammenhänge – also das Vorhandensein verschiedener Persönlichkeitsmerkmale – hergestellt werden können, wie es beispielsweise in Abbildung 26 deutlich wird:

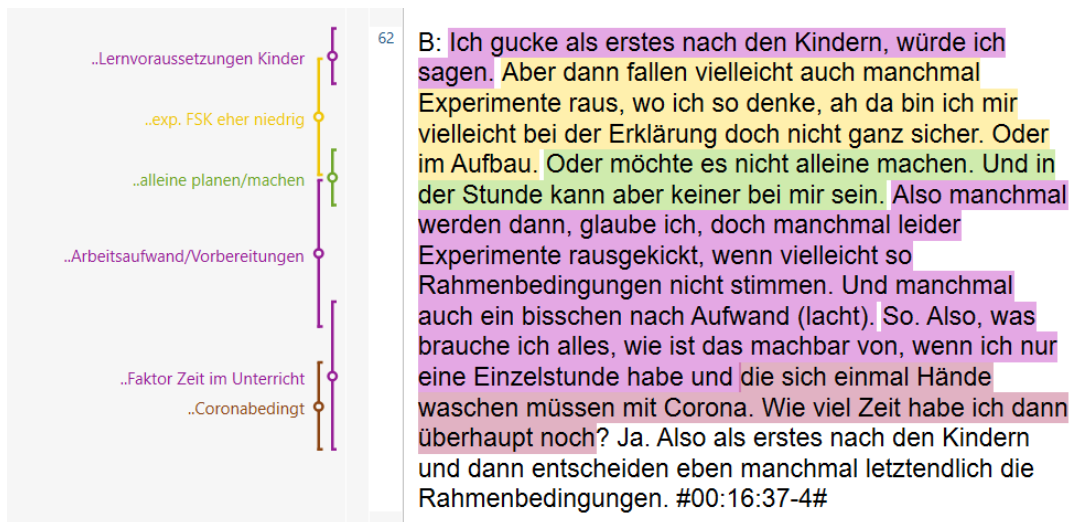


Abbildung 26: Überschneidungen und Doppelcodierungen innerhalb eines Textsegments

Abbildung 26 zeigt die insgesamt sechs vorgenommenen Codierungen zu sechs verschiedenen (Sub-)Subcodes, die wiederum den Merkmalen (Hauptkategorien) *Professionswissen* (lila), *Fähigkeitsselbstkonzept* (gelb), *Selbstwirksamkeit* (grün) und der Hauptkategorie *Rahmenbedingungen* (braun) untergeordnet sind.

Code-Matrix-Browser

Codesystem	audio_only_1_...	audio_only_2_...	audio_only_3_...	SUMME
☑ Häufigkeit Experimentieren (deskriptiv)	■	■	■	7
> ☑ Interesse	■	■	■	43
∨ ☑ Fähigkeitsselbstkonzept (FSK)				0
∨ ☑ experimentelles FSK				0
☑ exp. FSK eher hoch	■			6
☑ exp. FSK eher niedrig		■	■	12
> ☑ Naturwissenschaftliche (technische) Konzepte	■		■	4
∨ ☑ Selbstwirksamkeit (self-efficacy)				0
> ☑ Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit	■		■	56
> ☑ Hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit		■	■	30
∨ ☑ Professionswissen				0
> ☑ Fachwissen (CK)	■		■	4
> ☑ fachdidaktisches Wissen (PCK)	■	■	■	89
> ☑ pädagogisches Wissen (PK)	■	■	■	32
> ☑ Institutionelle Rahmenbedingungen	■	■	■	26
☑ Sonstiges				0
☑ Paraphrasierte Segmente	■	■	■	47
Σ SUMME	142	115	99	356

Abbildung 27: Code-Matrix-Browser zu Hauptkategorien und Subcodes (ohne Sub-Subcodes)

Durchgängig für fast alle Textsegmente innerhalb eines ganzen Dokuments (Interview) lassen sich derartige Überschneidungen und Doppelcodierungen aufzeigen. Für die Analyse des Interviews ist es so möglich, aufgrund des gleichzeitigen Vorkommens verschiedener Codierungen innerhalb einer Aussage (Textsegment) auf die verschiedenen Persönlichkeitsmerkmale zu schließen, die somit in Zusammenhang stehen. Im Rahmen der kategorienbasierten Auswertung ist dieses gemeinsame Vorkommen verschiedener Codierungen innerhalb eines Textsegments nicht berücksichtigt worden. Vielmehr wird dabei auf die auftretenden Häufigkeiten der jeweiligen Codierungen fokussiert, die sich anschaulich als Code-Matrix-Browser (CMB) darstellen lassen.

Abbildung 27 zeigt den CMB für die Hauptkategorien und die verwendeten Subcodes für die drei geführten Interviews. Während sich die Häufigkeiten der vorgenommenen Codierungen in dem Code-Matrix-Browser gut erkennen lassen, sind die bereits genannten kategorialen Vernetzungen und Zusammenhänge nicht erkennbar.

Um diese vorhandenen Zusammenhänge und Vernetzungen zu visualisieren und für die zusammenfassende Beschreibung der drei Lehrkräfte zu nutzen, wird das Tool *Codelandkarte* angewendet. Die Software MAXQDA gestattet mittels dieses Tools die zweidimensionale Visualisierung der Beziehungen und Zusammenhänge innerhalb der Kategorien und Subkategorien. Es verfügt über weitere Einstellungen, um die Visualisierungen zu spezifizieren bzw. anzupassen. Codelandkarten zeigen demnach vorhandene Zusammenhänge zwischen den einzelnen Codes aller Kategorien auf, die auf dem gleichzeitigen Vorkommen oder auch der zeitlichen Abfolge von Codierungen basieren (vgl. Kuckartz & Rädiker 2020, S. 89 f.).<sup>72</sup> In einer Codelandkarte steht jeder Punkt für einen Code. Je größer der Punkt ist, desto häufiger wurde der Code codiert. Die Distanz zwischen den einzelnen Punkten zeigt an, wie häufig unterschiedliche Codes in einem Textsegment oder dem Dokument, d. h. während eines Interviews, gemeinsam genannt werden. Je dichter die Punkte in der Abbildung beieinanderstehen, desto häufiger werden sie in einem Textsegment oder dem Dokument gemeinsam verwendet.

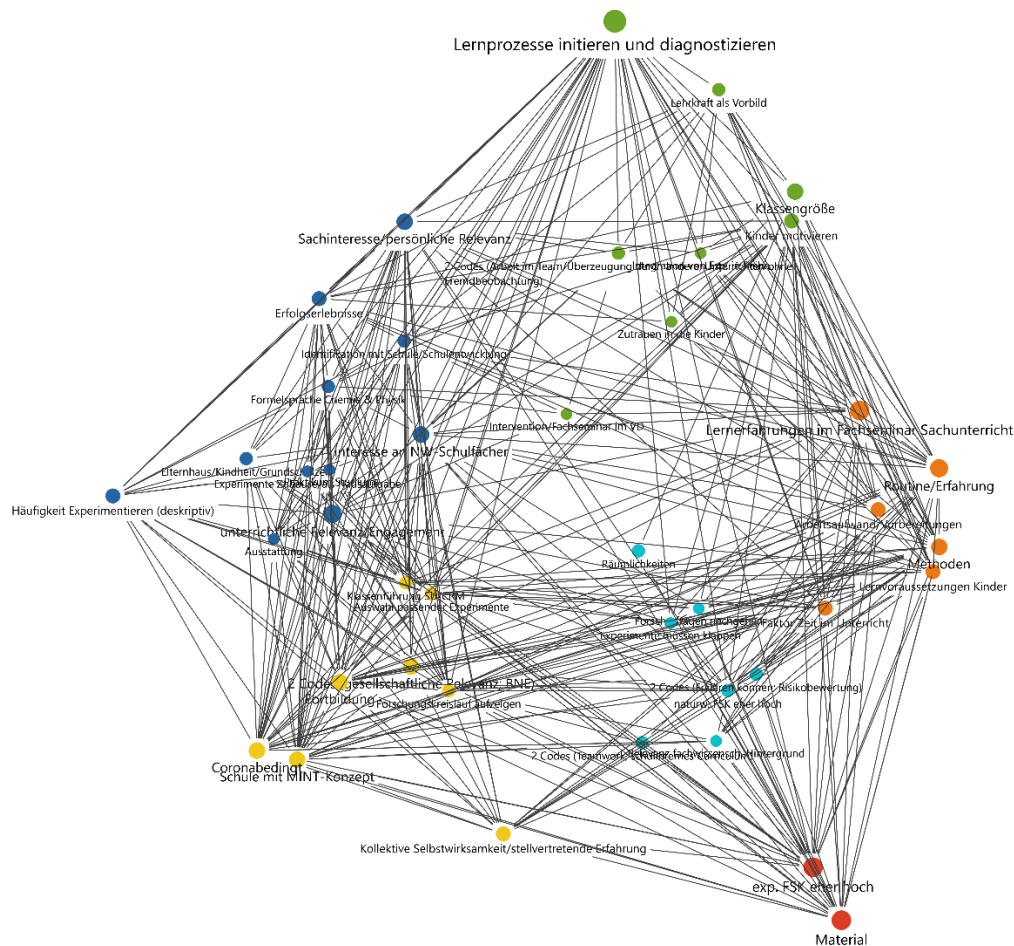
Das Tool *Codelandkarte* in MAXQDA wird als eine unterstützende Maßnahme für die Darstellung mehrdimensionaler Zusammenhänge im Rahmen der gesamten Auswertung und Interpretation eingesetzt. Es kann und soll keinesfalls die Interpretation der Daten – wie sie zuvor bei der kategorienbasierten Auswertung vorgenommen wurde – ersetzen. Obwohl die Darstellungen der Datenauswertung als Codelandkarten zunächst verwirrend

---

<sup>72</sup> Die komplexen Berechnungen in MAXQDA, die hier nicht weiter erläutert werden, erfolgen gemäß KUCKARTZ & RÄDIKER (2020) „mithilfe der klassischen multidimensionalen Skalierung, einem Verfahren der multivariaten Statistik“ (ebd., S. 89). Um sogenannte „Codegruppen“ zu identifizieren, werde dabei zudem eine „hierarchische Clusteranalyse mit Unweighted Average Linkage durchgeführt“ (ebd.).

und unübersichtlich erscheinen mögen, werden sie dennoch als sinnvoll angesehen und daher genutzt. In der intensiven Auseinandersetzung mit den vorliegenden Daten bzw. Aussagen der drei Lehrkräfte ist während des gesamten Prozesses bereits für jede einzelne Lehrer/-innenpersönlichkeit ein Bild entstanden, welches sich auf die analysierten Befunde stützt. Die Codelandkarten bilden die individuellen kennzeichnenden Merkmale m. E. insgesamt eingängig ab.

Zur Veranschaulichung der mehrdimensionalen Zusammenhänge, die sich bei der Auswertung der Interviews bezüglich aller untersuchten Hauptkategorien ergeben haben, sind im Folgenden zunächst die (vollständigen) Codelandkarten<sup>73</sup> für die drei Lehrkräfte abgebildet:



**Abbildung 28:** Codelandkarte aller Hauptkategorien von Person (1)

<sup>73</sup> Einstellungen in MAXQDA: Analyisierte Beziehung der Codes; Nähe von Codes im gleichen Dokument (5); Codegröße und Schriftgröße relativ zu Codehäufigkeit; Cluster (Distanzmatrix); minimale Häufigkeit (2); Clusterfarben (zufällig).



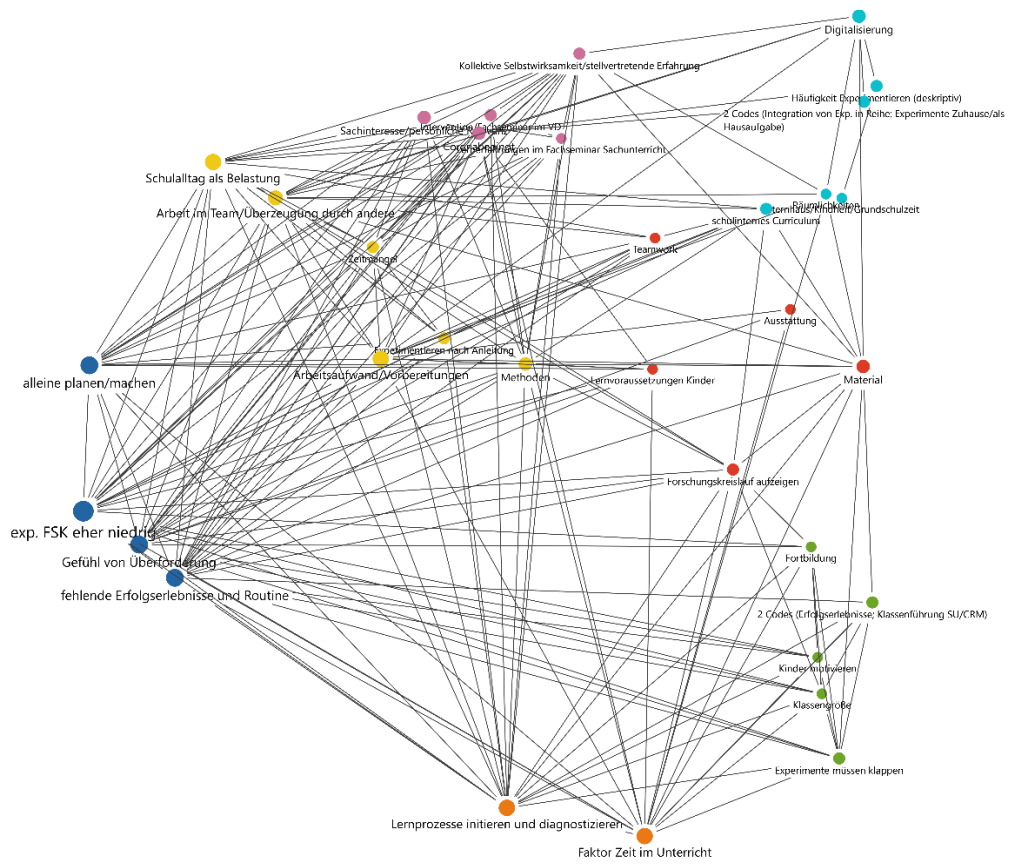


Abbildung 29: Codelandkarte aller Hauptkategorien von Person (2)

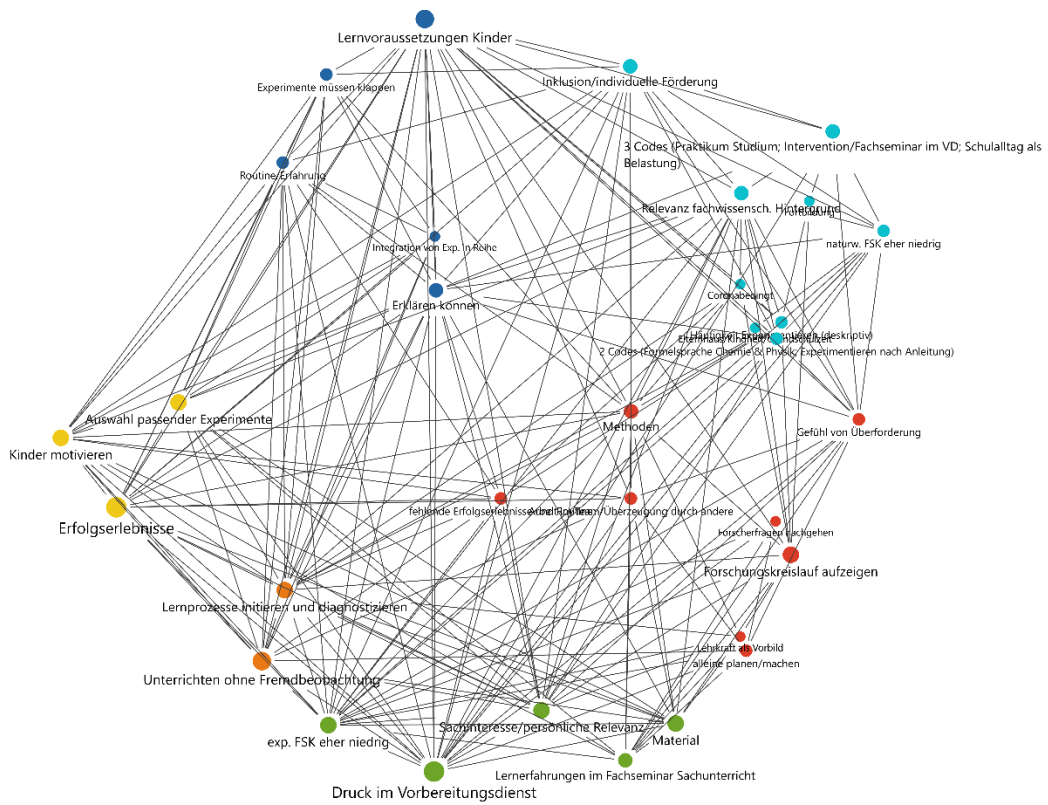


Abbildung 30: Codelandkarte aller Hauptkategorien von Person (3)

Aufgrund der Vielzahl der den Hauptkategorien und Subcodes untergeordneten Codes und der Größe des Dokuments, liegt für jede Person ein sehr komplexes, stark vernetztes System vor (siehe Abbildungen 27 bis 29). Bei genauerer Betrachtung lassen sich bei diesen Abbildungen einzelne Bereiche identifizieren, in denen größere Punkte einer Farbe eng beieinander stehen mit weiteren Punkten derselben Farbe (sog. Cluster oder Codegruppen)<sup>74</sup>. Das heißt, die Software hat errechnet, dass diese Punkte (Codes) in einem direkten Zusammenhang stehen.

Optisch ist beispielsweise auch erkennbar, dass die Codelandkarte für Person (1) (siehe Abbildung 28) deutlich stärker vernetzt ist als die bei Person (2) (siehe Abbildung 29) oder Person (3) (siehe Abbildung 30). Das Netz (Abbildung 29) von Person (2) ist stärker in eine Richtung auf einen Punkt (Code: *experimentbezogenes Fähigkeitsselbstkonzept eher niedrig*) zentriert. Die Codelandkarte für Person (3) zeigt ein Netz (Abbildung 30), welches deutlich auf den Punkt (Code) *Druck im Vorbereitungsdienst* hinweist.

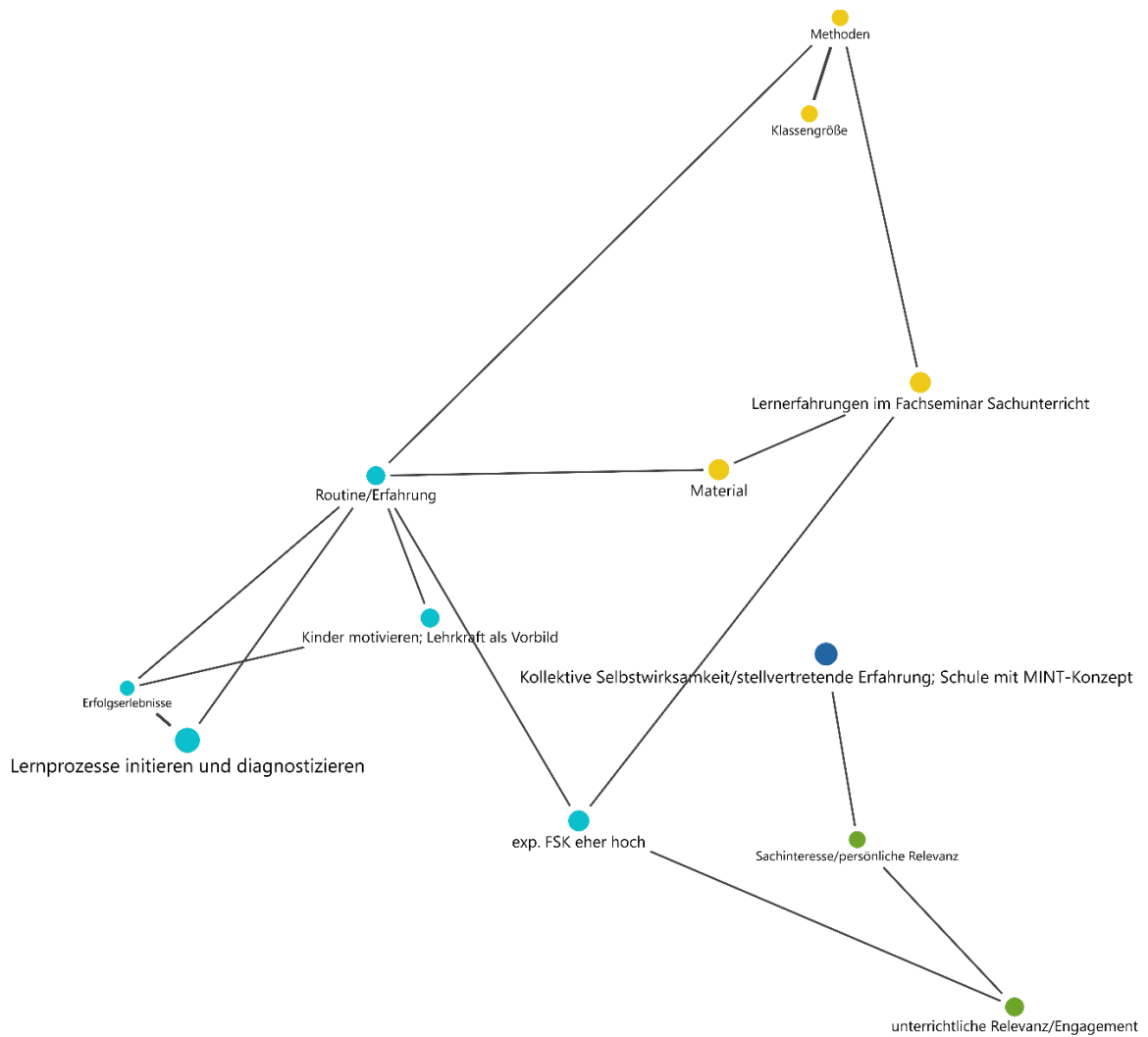
Obwohl diese umfänglichen (vollständig über alle Hauptkategorien errechneten) Codelandkarten sehr komplex und eher unübersichtlich sind, deuten sie bereits genau auf die Bereiche hin, die für die Auswertung der mehrdimensionalen Zusammenhänge und die Beschreibung der einzelnen Lehrkraft hilfreich sind. Mithilfe der entsprechenden Einstellungen in MAXQDA lassen sich reduziertere, übersichtlichere Codelandkarten erstellen, die die Überschneidungen in einem Textsegment aufzeigen.<sup>75</sup> Das heißt, dass nur Codierungen berücksichtigt werden, die innerhalb eines Textsegments doppelt oder mehrfach codiert wurden, wobei die Abdeckung der Überschneidung nicht 100 % sein muss. Außerdem werden nur Codierungen berücksichtigt, die im gesamten Dokument mindestens zweimal codiert werden.

Basierend auf diesen Einstellungen ist es möglich, die markantesten Auffälligkeiten für jede der drei Personen zu visualisieren. Es können Zusammenhänge und Beziehungen aufgezeigt werden, die für die jeweilige Lehrkraft, bezogen auf den Experimentalunterricht, kennzeichnend bzw. charakteristisch sind. Im Folgenden ist für jede Person eine (reduzierte) Codelandkarte visualisiert.

---

<sup>74</sup> Die Farben der Cluster/Codegruppen werden von MAXQDA bei der gewählten Einstellung „Farbe Cluster Distanzmatrix“ zufällig festgelegt und entsprechen daher bei diesen Visualisierungen/Abbildungen nicht den Farben des Codesystems.

<sup>75</sup> Einstellungen in MAXQDA: Überschneidung von Codes am Segment; Codegröße und Schriftgröße relativ zu Codehäufigkeit; Cluster (Distanzmatrix); minimale Häufigkeit 2; Clusterfarben zufällig.



**Abbildung 31:** Codelandkarte von Person (1) zu Überschneidung von Codes am Segment

Auf der Codelandkarte (Einstellungen in MAXQDA: siehe Fußnote 75) von Person (1) (Abbildung 31) sind insgesamt 12 unterschiedlich große Punkte in verschiedenen Farben zu erkennen, die mit mehr oder weniger großer Distanz durch Linien miteinander verbunden sind. Mithilfe der Farben wird von der Software die Zugehörigkeit zu einer Codegruppe (Cluster) hervorgehoben. Die Verbindungslinien zwischen den Codes zeigen an, wo es Überschneidungen gibt. Auf der Codelandkarte sind für Person (1) vier verschiedene Cluster (türkis, blau, grün, gelb) abgebildet, mit unterschiedlich vielen Punkten/Codes. Das umfangreichste Cluster (türkis) umfasst fünf Codes, die den verschiedenen Hauptkategorien zugeordnet sind:

- *Routine/ Erfahrung* (Selbstwirksamkeit)
- *Erfolgserlebnisse* (Selbstwirksamkeit)
- *Lernprozesse initiieren und diagnostizieren* (pädagogisches Wissen)
- *Experimentbezogenes FSK eher hoch* (Fähigkeitsselbstkonzept)

- *Kinder motivieren* (pädagogisches Wissen)
- *Lehrkraft als Vorbild* (pädagogisches Wissen)

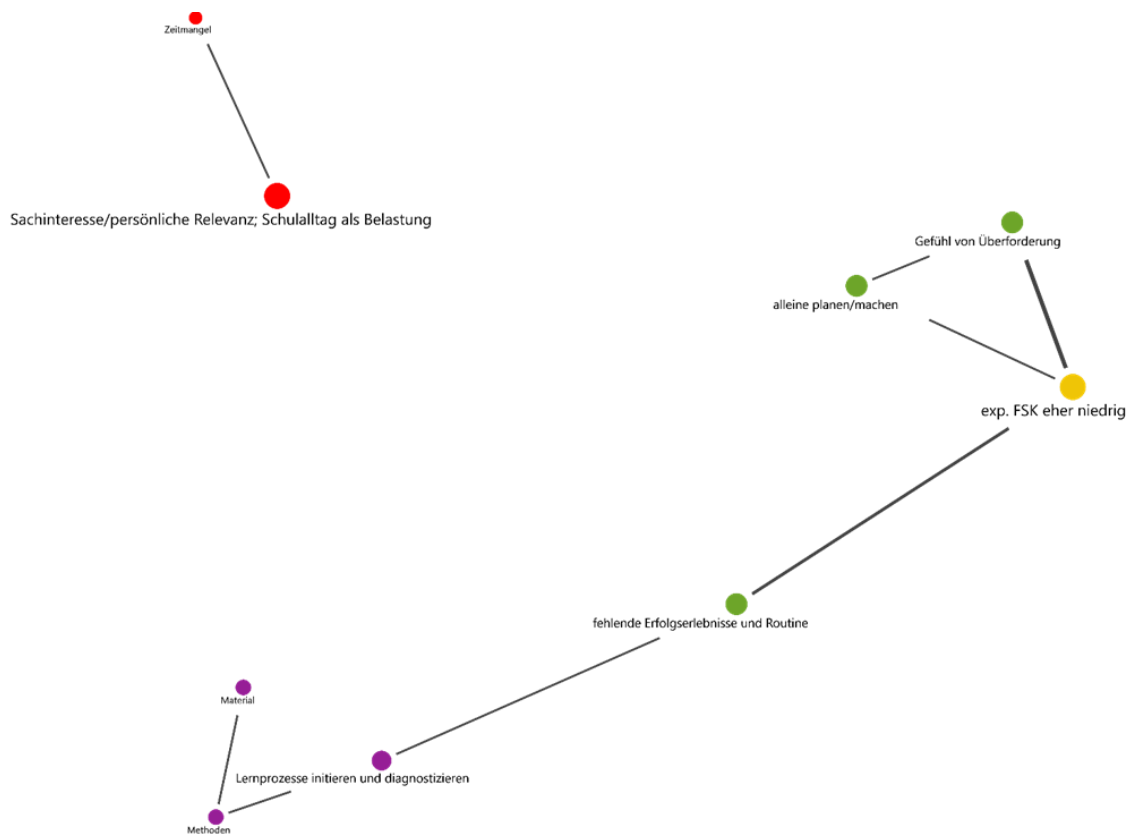
Die hier vorliegenden Codierungen beziehen sich auf die Eigenschaften, die die Planungs- und Durchführungskompetenz für Experimentalunterricht – wie in diesem Fall – begünstigen. Das Cluster stützt bzw. visualisiert die Befunde der kategorienbasierten Auswertung, dass Person (1) über eine ausgeprägte Selbstwirksamkeit, ein eher hohes Fähigkeits-selbstkonzept und ein hohes Maß an pädagogischem Wissen verfügt. Diese Eigenschaften kumulieren innerhalb dieses Clusters, was so interpretiert werden darf, dass Person (1) bezogen auf Experimentalunterricht über eine hohe Handlungskompetenz verfügt. Der Code *experimentbezogenes FSK eher hoch* (türkis) steht in direkter Verbindung mit dem Code *unterrichtliche Relevanz/Engagement* (grün), der bei vorliegendem persönlichem Interesse mit hoher epistemischer Valenz vergeben wurde, ebenso wie der Code *Sachinteresse/persönliche Relevanz* (grün) in diesem Cluster. Diese Beziehung zeigt, dass Person (1) ein besonderes Interesse an Experimenten hat und dies gepaart ist mit einem hohen experiment-bezogenen Fähigkeits-selbstkonzept, was dazu führt, dass Person (1) über die oben beschriebene Handlungskompetenz als Lehrkraft im Experimentalunterricht verfügt. Gestützt wird dieses besondere Interesse (grüner Cluster) und die damit verbundene Profes-sion (türkiser Cluster) durch eine gestärkte Selbstwirksamkeit (blauer Punkt), die durch zwei Codierungen näher bestimmt ist, nämlich der *kollektiven Selbstwirksamkeit/stellvertre-tenden Erfahrung* (blau) und *Schule mit MINT-Konzept* (blau). Diese Codierungen treten (charakteristisch) nur bei Person (1) auf und zeigen, dass sich die äußeren Rahmenbedin-gungen – wie hier ein MINT-Profil der Schule – positiv verstärkend auf die Selbstwirksam-keit von Person (1) auswirken. Weiter verstärkt wird dieser Effekt durch die kollektive Selbstwirksamkeit im Kollegium. Somit erlebt sich Person (1) in Zusammenarbeit mit Kol-leginnen und Kollegen und starkem persönlichem Interesse sowie dem Engagement für Experimentalunterricht ausgesprochen selbstwirksam. Weitere Vernetzungen sind ausgehend von den türkisen Punkten *Routine/Erfahrung* (Selbstwirksamkeit) und *experimentbezo-genes FSK eher hoch* (Fähigkeitsselbstkonzept) in Richtung des gelben Clusters erkennbar. Dieses gelbe Cluster umfasst Codes aus zwei Hauptkategorien:

- *Material* (fachdidaktisches Wissen)
- *Methoden* (fachdidaktisches Wissen)
- *Klassengröße* (fachdidaktisches Wissen)
- *Lernerfahrungen im Fachseminar Sachunterricht* (Selbstwirksamkeit)

Diese visualisierten Beziehungen zeigen, dass Person (1) über eine hohe Selbstwirksamkeit hinsichtlich der Planung und Durchführung von Experimentalunterricht in ihrer Klasse verfügt und dazu ihr fachdidaktisches Wissen über die geeignete Auswahl an Materialien

und Methoden zum Experimentieren im Sachunterricht anwendet. Die enge Beziehung zum Code *Lernerfahrungen im Fachseminar Sachunterricht* (gelb) verweist darauf, dass Person (1) dieses Wissen u. a. während ihrer Ausbildung im Vorbereitungsdienst erworben hat. Dieser Befund lässt im Rahmen dieser Arbeit einen direkten Bezug zur Forschungsfrage erkennen, da er darauf hindeutet, dass für Person (1) die Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht offenbar dazu beigetragen hat, dass die Intervention die Selbstwirksamkeit hinsichtlich des Experimentalunterrichts auch nach zwei Jahren noch positiv beeinflusst (siehe Kapitel 5.7.3 und Kapitel 6).

Für Person (2) kann mit den gleichen Einstellungen in MAXQDA (vgl. Fußnote 75) ebenfalls eine Codelandkarte erstellt werden, die sich von der von Person (1) wesentlich unterscheidet:



**Abbildung 32:** Codelandkarte von Person (2) zu Überschneidung von Codes am Segment

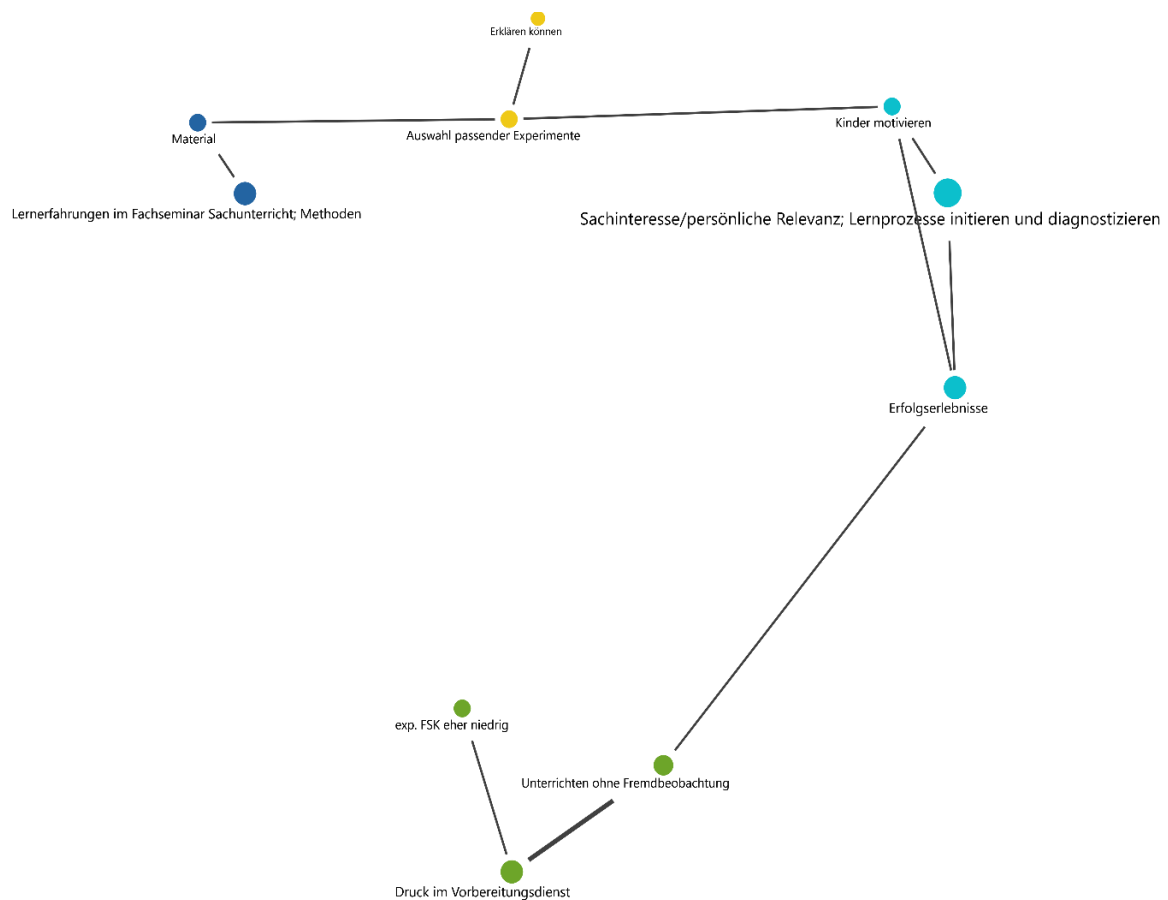
Besonders auffällig bei dieser Codelandkarte (Abbildung 32) ist, dass nicht alle Cluster miteinander verbunden sind. Der rote Cluster mit den Codes *Sachinteresse/persönliche Relevanz* (Interesse), *Schulalltag als Belastung* (Nichtinteresse) und *Zeitmangel* (Nichtinteresse) steht isoliert. Dies zeigt, was bereits bei der kategorienbasierten Auswertung aufgefallen ist, dass Person (2) im Gespräch mehrfach betont, dass sie eigentlich noch Interesse an

Experimenten im Sachunterricht habe und dies während der Ausbildung auch häufiger und erfolgreicher gemacht hat – daher der große rote Punkt –, allerdings der aktuell belastende Schulalltag und der Zeitmangel dazu führen, dass sie nun wenig bis gar nicht mehr im Sachunterricht experimentiert. Die fehlende Verbindung zu den anderen Clustern stützt den Befund der kategorienbasierten Auswertung, dass sich die Aussagen von Person (2) bezüglich des Interesses an Experimentalunterricht auf die Vergangenheit beziehen und sie in ihrer aktuellen Situation keine Möglichkeit sieht, daran anzuknüpfen. Charakteristisch für Person (2) sind auch die weiteren Cluster, die einen kausalen Zusammenhang erkennen lassen und bereits bei der kategorienbasierten Auswertung benannt wurden. Aufgrund des eher niedrigen Fähigkeitsselbstkonzepts (*exp. FSK eher niedrig; gelb*) verfügt Person (2) über eine geringe Selbstwirksamkeit, die sich darin äußert, dass sie sich überfordert fühlt (*Gefühl von Überforderung, grün*) und es ihr schwerfällt, Experimentalunterricht allein zu planen und durchzuführen (*allein planen/machen; grün*). Außerdem fehlen die *erfolgreichen Erlebnisse und Routine* (grün) im Zusammenhang mit Experimenten im Sachunterricht. Diese Befunde dürfen auch als ursächlich dafür angenommen werden, dass Person (2) wenig bis gar nicht mehr im Sachunterricht experimentiert.

Der lilafarbene Cluster auf der Codelandkarte umfasst die beiden Codes *Material* und *Methoden* (beides: fachdidaktisches Wissen/hilfreiche Faktoren zum Experimentieren) sowie *Lernprozesse initiieren und diagnostizieren* (pädagogisches Wissen). Hier wird visualisiert, dass sich Person (2) grundsätzlich über die Bedeutsamkeit von Experimentalunterricht bewusst ist und im Interview auch einige Aussagen darüber macht, wie ein Experimentalunterricht mit entsprechenden Methoden und Materialien durchgeführt werden kann. Inwieweit diese Aussagen auf ein vertieftes und qualitativ hochwertiges fachdidaktisches Wissen hinweisen, bildet die Codelandkarte allerdings nicht eindeutig ab. An dieser Stelle zeigt sich die Begrenztheit des Tools Codelandkarte.

Für Person (3) sind auf der Codelandkarte (Abbildung 33, Einstellungen in MAXQDA: siehe Fußnote 75) ebenfalls die auffälligsten Befunde wiederzuerkennen, die bereits bei der kategorienbasierten Auswertung fokussiert wurden. Diese sind – hier als grünes Cluster dargestellt – der kausale Zusammenhang zwischen einem eher *niedrigen experimentbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept* und dem damaligen *Druck im Vorbereitungsdienst* (Hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit) einerseits und dem aktuellen *Unterrichten ohne Fremdbeobachtung* (Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit) andererseits. Die aktuell positiver wahrgenommene Selbstwirksamkeit steht im Zusammenhang mit den *Erfolgserlebnissen* (Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit), die sie in ihrem aktuellen Experimentalunterricht erlebt. Dieser Code wird als türkiser Cluster gemeinsam mit den Subcodes *Sachinteresse/persönliche Relevanz* (Persönliches /individuelles Interesse), *Lernprozesse initiieren und*

*diagnostizieren* (pädagogisches Wissen) sowie *Kinder motivieren* (pädagogisches Wissen) dargestellt. Ähnlich wie bei Person (1) zeigt der türkise Cluster, welche Faktoren für den durchzuführenden Experimentalunterricht bei dieser Person handlungsleitend sind. Dazu zählen bei Person (3) die pädagogischen Überlegungen bezüglich motivierender Effekte, welche Experimente sowohl auf die Kinder als auch auf die Lehrkraft (als Erfolgserlebnisse) haben, aber auch die pädagogischen Überlegungen hinsichtlich der (geringen) Lernvoraussetzungen, die ihre Schülerinnen und Schüler bezüglich des Experimentierens aufweisen.



**Abbildung 33:** Codelandkarte von Person (3) zu Überschneidung von Codes am Segment

Die Codelandkarte stellt allerdings nicht dar – und hier liegen sehr unterschiedliche Befunde vor für Person (1) und Person (3) – welche tiefergehenden Lernziele der durchgeführte Experimentalunterricht aufweist. Diese wiederum können anhand der kategorienbasierten Auswertung eindeutiger festgestellt werden (siehe Kapitel. 5.7.1). Anhand des gelben Clusters wird deutlich, dass Person (3) bei der *Auswahl der Experimente* (fachdidaktisches Wissen) für ihren Unterricht darauf achtet, dass sie diese gut *erklären* (fachdidaktisches Wissen) kann. In diesem Zusammenhang wählt sie für Ihren Experimentalunterricht

die *Materialien* (Hilfreiche Faktoren zum Experimentieren) und *Methoden* (Hilfreiche Faktoren zum Experimentieren) entsprechend aus und nutzt dazu auch die *Lernerfahrungen aus dem Fachseminar Sachunterricht* (Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit). Ähnlich wie bei Person (1) lässt sich dieser Befund im Rahmen dieser Arbeit mit direktem Bezug zur Forschungsfrage deuten.

In diesem Kapitel ist gezeigt worden, dass sich die Befunde und Ergebnisse der kategorienbasierten Auswertung für die drei Lehrkräfte mithilfe der Codelandkarten visualisieren lassen, indem die vorhandenen mehrdimensionalen Zusammenhänge und Beziehungen dargestellt werden.

### 5.7.3 Fallzusammenfassung für jede Lehrkraft

In der Gesamtschau der drei Personen kristallisieren sich als begünstigender Ermöglichungszusammenhang – im Sinne einer sich wechselseitigen positiv stärkenden Verknüpfung – Aspekte heraus, die zunächst nur für die jeweilige Person gelten und beschrieben werden können, die aber darüber hinaus auch grundsätzlich geeignet erscheinen, Aussagen bzw. Faktoren zu generalisieren. Gleiches gilt auch für die eher nichtbegünstigenden bzw. hemmenden Faktoren, die letztlich zur Unterrepräsentanz von Experimenten im Sachunterricht führen können.

Folgende Aspekte kristallisieren sich als begünstigender Ermöglichungszusammenhang für Person (1) heraus:

- Anbahnung von situationalem Interesse durch prägende Erfahrungen mit Experimenten in der Kindheit.
- Entwicklung eines persönlichen Interesses an Experimenten im Sachunterricht und Stärkung des experimentbezogenen Fähigkeitsselbstkonzeptes durch positive laborpraktische Erfahrungen mit hohem grundschulrelevanten Unterrichtsbezug in den Veranstaltungen der Chemiesdidaktik während des Studiums.
- Stärkung der Selbstwirksamkeit im Zusammenspiel mit persönlichem Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept durch erfolgreiches Bearbeiten eines Studienprojektes zum Experimentieren während des Praxissemesters.
- Kopplung von fachlichem Wissen und experimentbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept während des Studiums.
- Stärkung des persönlichen Interesses und der Selbstwirksamkeit durch hohen Anteil praktischer, unterrichtsrelevanter Tätigkeiten während aller Phasen des Vorbereitungsdienstes im Fachseminar Sachunterricht.



- Nutzung und Anwendung der in der Intervention umfangreich bereitgestellten methodisch-didaktischen Materialien für das Experimentieren im Sachunterricht in gezielter bzw. differenzierter Weise.
- Stärkung des Fähigkeitsselbstkonzeptes, der Selbstwirksamkeit und des Professionswissen durch explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas.
- Stärkung von Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeit durch Teilnahme an Fortbildungen zu naturwissenschaftlichen (technischen) Themen.
- Entwicklung eines persönlichen Interesses an naturwissenschaftlichen Themen, auch mit Bezug zu gesellschaftlichen Herausforderungen wie z. B. Nachhaltigkeit im privaten Bereich.
- Stärkung der Selbstwirksamkeit und des Professionswissens (bezogen auf die Planung, Durchführung und Reflexion des Experimentalunterrichts) im Zusammenwirken mit dem persönlichen Interesse durch Mitarbeit an einer Schule mit MINT-Profil und dem Erleben einer kollektiven Selbstwirksamkeit im Kollegium.
- Positives Kompetenzerleben bei der Lehrkraft durch die Kopplung von hohem Fähigkeitsselbstkonzept, ausgeprägter Selbstwirksamkeit, einem hohen Maß an Reflexivität und großem persönlichen Interesse.
- Weiterentwicklung des Professionswissen in allen Facetten durch die vorgefundene Realität an einer Schule mit MINT-Profil.
- Wahrnehmung von Erfolgserlebnissen und Routine und führt zu häufigem Experimentieren im Sachunterricht.

Als nichtbegünstigende bzw. hemmende Faktoren für die Durchführung von Experimenten im Sachunterricht gelten folgende Aspekte, die aber bei Person (1) nicht dazu führen, dass sie deshalb weniger Experimente durchführt:

- Negative Erfahrungen in der weiterführenden Schule mit der abschreckenden Formelsprache in den Fächern Chemie und Physik.
- Auswahl geeigneter Experimente hinsichtlich Risiko- und Gelingensfaktoren.
- Zeitlicher Aufwand, bezogen auf Vorbereitung und Materialbeschaffung für eine Lehrkraft mit Klassenleitung in Vollzeitanstellung.
- Hohe Anzahl an Kindern in der Klasse erfordert viel Materialbereitstellung und Überlegungen zur individuellen Anpassung.

Für Person (2) können folgende Faktoren benannt werden, die sich als begünstigende Zusammenhänge herausstellen:

- Situationales Interesse an Naturwissenschaften wird durch implizite Lerngelegenheiten in der Kindheit erinnert.

- Entwicklung eines situationalen Interesses an Experimenten im Sachunterricht durch positive laborpraktische Erfahrungen während des Studiums.
- Stärkung des situationalen (evtl. auch Entwicklung eines persönlichen) Interesses, Stärkung des Professionswissens zum Experimentieren im Sachunterricht und Wahrnehmung eines Selbstwirksamkeitsgefühls durch stellvertretende Erfahrungen im Austausch mit anderen Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärttern während des Vorbereitungsdienstes.
- Gefühl von Selbstwirksamkeit während des Vorbereitungsdienstes aufgrund des Erfolgserlebens in entsprechenden Unterrichtssituationen, die in Teamarbeit bzw. unter Anleitung einer Mentorin geplant und durchgeführt wurden.
- Wahrnehmung einer Selbstwirksamkeit während des Vorbereitungsdienstes basierend auf sprachlichen Überzeugungen und Fremdbewertung (sensu Schwarzer & Jerusalem 2002, S. 42) im Austausch mit anderen Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärttern.
- Die vorgefundene Realität an der Schule bzw. auch die Materialausstattung werden als ermöglichend, aber auch begrenzend für die Durchführung von Experimenten im Sachunterricht erachtet.
- Das vorhandene Professionswissen zum Experimentieren, u. a. auch resultierend aus den Erkenntnissen während der Intervention, wird erinnert und als Grundlage für den eigenen Experimentalunterricht erachtet.
- Fachdidaktisches Wissen zeigt sich in den hypothetischen Einschätzungen darüber, mit welchen Materialien, Methoden und Lernzielen theoretisch im Sachunterricht experimentiert werden könnte.

Als nichtbegünstigende bzw. hemmende Faktoren für die Durchführung von Experimenten im Sachunterricht können für Person (2) folgende Aspekte angeführt werden:

- Die vorgefundene Realität im Schulalltag und die diesbezüglich wahrgenommenen Belastungen wirken sich negativ auf ein vormals vorhandenes situationales Interesse an Experimenten im Sachunterricht aus.
- Großer Zeit- und Vorbereitungsaufwand für die Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunterricht und fehlende Unterstützung wirken sich im ohnehin als belastend empfundenen (auch coronabedingt) Schulalltag hinderlich aus und können auch durch die grundsätzlich vorhandene Bereitschaft und das Wissen um die Bedeutsamkeit des Experimentierens und die curricularen Vorgaben nicht ausreichend kompensiert werden.
- Die während der Ausbildung wahrgenommene Selbstwirksamkeit, die auf dem Gemeinschaftsgefühl und -erleben im Austausch mit den anderen Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärttern beruhte, ist langfristig nicht tragfähig genug, um im Schulalltag handlungsleitend zu sein, wenn die Herausforderungen im Alltag als zu belastend empfunden werden bzw. ehemals begünstigende Faktoren wegfallen.
- Eine vormals durch die Zusammenarbeit im Team bzw. durch das Unterrichten unter Anleitung einer Mentorin generierte Selbstwirksamkeit, die auch auf dem Gefühl von

Erfolgslebnissen beruht, ist unter veränderten Voraussetzungen nur noch schwach ausgeprägt bzw. gar nicht mehr vorhanden.

- Ein ehemals eher geringes experimentbezogenes Fähigkeitsselbstkonzept im Zusammenspiel mit wenig Interesse und einer nach der Ausbildung nur schwach ausgeprägten Selbstwirksamkeit führen dazu, dass wenig bis gar nicht im Sachunterricht experimentiert wird.
- Mangel an Erfolgslebnissen, Erfahrungen und Routine, aufgrund eines nicht durchgeführten Experimentalunterrichts, wirken sich negativ auf die Selbstwirksamkeit und das Professionswissen aus.
- Die wahrgenommenen Defizite der eigenen Handlungskompetenz bezüglich des Experimentalunterrichts nach zwei Jahren zeugen von Selbstreflexivität und münden in den Wunsch nach einer passgenauen Fortbildung.

Für Person (3) lassen sich folgende Aspekte herausstellen, die wechselseitig positiv stärkend miteinander verknüpft sind:

- Entwicklung eines situationalen Interesses an Experimenten im Sachunterricht durch sehr positive laborpraktische Erfahrungen in den Veranstaltungen der Chemiedidaktik während des Studiums.
- Ein hoher Anteil an Praxisphasen während der Fachseminararbeit Sachunterricht begünstigen bzw. stärken das vorhandene situationale (möglicherweise auch das höherwertige persönliche) Interesse.
- Das persönliche Interesse, die eigene Motivation und die Begeisterung für das Experimentieren gekoppelt an die als positiv bewertete Tatsache, im eigenen Sachunterricht nach der Ausbildung ohne Fremdbeobachtung unterrichten zu können, stärken die Selbstwirksamkeit erheblich, zumal in Kopplung mit dem pädagogischen Wissen bezüglich der Bedeutung von Motivation und Diagnose für das Initiieren von Lernprozessen bei Kindern.
- Das Zusammenspiel aus Anwendung fachdidaktischen Wissens und fachlichen Wissens mit der Selbstwirksamkeit und dem Fähigkeitsselbstkonzept zeigt sich bei Auswahl der Experimente für den Sachunterricht. Die Wahl von leicht verständlichen und leicht zu erklärenden Versuchen mit Anleitung erhöhen die Wahrscheinlichkeit für das Gelingen der Versuche im Sachunterricht und die Wahrnehmung von Erfolgslebnissen bei der Lehrkraft, sodass die Selbstwirksamkeit gestärkt wird und ein eher niedriges Fähigkeitsselbstkonzept kompensiert werden kann.
- Die in der Intervention bereitgestellten umfangreichen methodisch-didaktischen Materialien sind auch nach zwei Jahren bei der Lehrkraft noch präsent und werden gezielt und differenziert für das Experimentieren im Sachunterricht eingesetzt, wobei lediglich die weniger anspruchsvollen Materialien (z. B. einfache Versuchsanleitungen) genutzt werden.
- Fehlendes fachwissenschaftliches Wissen zu den Inhalten der Experimente wird durch eine sorgfältige Planung kompensiert.

- Die vorgefundenen Bedingungen an der Schule bezüglich Ausstattung mit Material und die Zusammenarbeit im Team begünstigen die Planung und Vorbereitung des Experimentalunterrichts.

Als nichtbegünstigende bzw. hemmende Faktoren für die Durchführung von Experimenten im Sachunterricht können für Person (3) folgende Aspekte angeführt werden:

- Ein Elternhaus, in dem beide Elternteile naturwissenschaftlichen Berufen nachgehen, können ein Kind auch eher negativ prägen bzw. sind keine Indikatoren für ein erhöhtes Interesse an Naturwissenschaften per se.
- Ein seit Schulbeginn eher niedrig ausgeprägtes Fähigkeitsselbstkonzept bezüglich der Naturwissenschaften ist auch im Schulalltag nach erfolgreichem Bestehen der Ausbildung noch handlungsleitend.
- Ein ohnehin niedriges (naturwissenschaftliches/experimentbezogenes) Fähigkeitsselbstkonzept in Kombination mit noch wenig ausgeprägten Handlungskompetenzen bezüglich der Planung und Durchführung von Unterricht (allgemein) kann zur Folge haben, dass die Selbstwirksamkeit bezüglich eines Experimentalunterrichts stark eingeschränkt wird bzw. sich nicht entwickeln kann. Dieser Effekt wird verstärkt, wenn die Lehramtsanwärterin bzw. der Lehramtsanwärter im Vorbereitungsdienst an der Schule aufgrund dieser Defizite stark unter Druck steht.
- Aus einer Belastungssituation während des Vorbereitungsdienstes resultiert ein schwach ausgeprägtes fachdidaktisches und fachliches Wissen bezogen auf Experimentieren im Sachunterricht, was nur durch große Anstrengungen in der Folgezeit nachgearbeitet bzw. kompensiert werden kann.
- Ein schwach ausgeprägtes fachdidaktisches und fachliches Wissen bezogen auf Experimentieren im Sachunterricht führt dazu, dass der durchgeführte Experimentalunterricht auf Unsicherheiten beruht und vermutlich nicht dem *hands-on as well as minds-on*-Anspruch genügt.

Die hier dargelegten Befunde über die individuelle Entwicklung der unterschiedlichen Persönlichkeitsmerkmale bezüglich des Experimentierens im Sachunterricht zeigen bereits bei nur drei Personen ein divergentes Bild der Professionalisierung von Lehrkräften. Je eigene Zusammenhänge und Abhängigkeiten, die begünstigend oder hemmend sein können, erweisen sich als prägende Faktoren, die sich auch wechselseitig bedingen können. Bezogen auf die Forschungsfrage kann als erstes Fazit festgestellt werden, dass die Intervention von den drei Lehrkräften grundsätzlich als sinnvoll und gewinnbringend bewertet wird. Es kann für die drei Lehrkräfte auch festgestellt werden, dass eine positive Bewertung der Intervention nicht automatisch und für sich stehend dazu führt, das Experimentieren im Sachunterricht zu fördern. Es zeigt sich, dass neben persönlichen, individuellen Faktoren einerseits und ausbildungsbedingten Faktoren der ersten und zweiten Phase der

Lehramtsausbildung andererseits ein Aspekt zentral ist: Die vorgefundene Schulrealität bzw. der wahrgenommene Schulalltag beeinflussen ganz wesentlich, ob Experimente im Sachunterricht durchgeführt werden oder nicht.

## 6 Fazit und Ausblick

Experimente in Wissenschaft und Forschung dienen als empirische Grundlage, um naturwissenschaftliche Aussagen fundieren zu können. Die Verwendung von Experimenten als Fachmethode im Sachunterricht der Grundschule und im naturwissenschaftlichen Unterricht der weiterführenden Schule hat dagegen eine mediale Funktion (vgl. Reiners 2022, S. 130) und dient vorrangig der Bildung, sie hat somit viele weitere Gründe als nur den reinen Erkenntnisgewinn, wie in Kapitel 2.3 gezeigt wurde.

Experimente sind lernpsychologisch betrachtet eindeutig ein Motor für Motivation bei Schülerinnen und Schülern (vgl. ebd.; Reiss et al 2016, S. 165 f.). Die eigenen langjährigen Erfahrungen als Grundschullehrerin, als Fachleiterin an einem Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung (ZfSL) und als Moderatorin in der Lehrkräftefortbildung für das Fach Sachunterricht lassen jedoch vermuten, dass Lehrkräfte das Experimentieren im Sachunterricht eher vermeiden. Wie in Kapitel 2.4 dargestellt, zeigen etliche Studien eine Unterrepräsentanz an Themen aus der chemischen und physikalischen Domäne im naturwissenschaftlichen Unterricht. Als Ursachen werden u. a. Defizite bei den Persönlichkeitsmerkmalen Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und dem Professionswissen der Lehrkräfte erkannt.

Ziel der vorliegenden Studie war es daher, einen Baustein zu entwickeln, der dieser Unterrepräsentanz begegnet. Die Forschungsfrage lautet:

Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel „Sprudelgas“ das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit und das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter im Vorbereitungsdienst langfristig stärken?

Um dieser Forschungsfrage nachzugehen, wurde im Rahmen der Sachunterrichtslehrkräfteausbildung der zweiten Phase (Vorbereitungsdienst) eine Intervention geplant, die sich explizit auf das Experimentieren im Sachunterricht bezieht. Am Beispiel der Lernaufgabe „Was sprudelt in der Brause?“ wurde mit dem Lerngegenstand Kohlenstoffdioxid gezielt ein Inhalt aus der chemischen bzw. physikalischen Domäne gewählt. An drei aufeinanderfolgenden Terminen hatten die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter vielfach Gelegenheit, sowohl zahlreiche praktische Experimente durchzuführen als auch wesentliche fachdidaktische Überlegungen zur Unterrichtsplanung und -durchführung zu diskutieren und zu reflektieren.

Das Forschungsprojekt ist als Längsschnittstudie (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 211) in drei Forschungsphasen angelegt. Als Studiendesign wurde ein *Mixed-Methods*-Ansatz gewählt,

bei dem ein geschlossener Fragebogen zur Selbsteinschätzung entlang der Merkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen eingesetzt wurde und anschließend fakultative Interviews durchgeführt wurden (siehe Kapitel 4). Zur Validierung des Fragebogen-Instruments wurde eine Pilotstudie durchgeführt (siehe Kapitel 4.3).

Während der ersten Forschungsphase, in der die Intervention zum Thema „Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas“ für die angehenden Sachunterrichtslehrkräfte stattfand, wurden die Daten in Form eines *paper-pencil*-Fragebogens (quantitativ im Pre-Post-Design,  $N = 15$ ) erhoben und mit dem Computerprogramm SPSS ausgewertet. Dabei wurden die Daten sowohl mit dem Fokus auf die Gruppe als auch als Einzelfallbetrachtung bezüglich der Selbsteinschätzung der zu untersuchenden Merkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen analysiert. Ziel der Interventionsstudie war es, mögliche positive und/oder negative Effekte der Intervention bezogen auf die genannten Merkmale innerhalb der Stichprobe zu erfassen.

Die zweite Forschungsphase erfolgte nach etwa zwei Jahren, indem der gleiche Fragebogen für eine Follow-up-Befragung ( $N = 8$ ) eingesetzt und ebenfalls quantitativ ausgewertet wurde.

In der dritten Forschungsphase, die zeitlich direkt an die Auswertung der Follow-up-Befragung anschloss, wurden drei Personen anhand von leitfadengestützten Interviews intensiv befragt und das vorliegende Datenmaterial qualitativ in Anlehnung an das Verfahren der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ (2018) bzw. KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) deduktiv/induktiv unterstützt durch das Computerprogramm MAXQDA ausgewertet.

### ***Zentrale Befunde der Pre-Post-Befragung (erste Forschungsphase) – Gruppenauswertung***

Bei der Pre-Befragung zeigten die Ergebnisse bezogen auf die ganze Gruppe, dass die Selbsteinschätzungen der Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter bezüglich der zu untersuchenden Merkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen bereits vor der Intervention eine relativ starke Ausprägung erlangt hatten, d. h. mit hoher Zustimmung beantwortet wurden. Die errechneten Werte für die neun Skalen lagen über dem arithmetischen Mittelwert (siehe Kapitel 5.2). Lediglich die Skala, die das Merkmal Fähigkeitsselbstkonzept erfasst, wurde niedriger eingeschätzt.

Vorbehaltlich der kritisch zu betrachtenden Ausgangslage der kleinen Stichprobe ( $N = 15$ ) sowie möglicher weiterer Effekte, z. B. soziale Erwünschtheit, zeigte der Pre-Post-Vergleich bei der Gruppenauswertung, dass die Intervention dazu beigetragen hat, dass sich

die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter hinsichtlich einiger Merkmale bei der Post-Befragung stärker eingeschätzt haben. Bei vier der neun Skalen wurden signifikante Veränderungen mit starkem Effekt ermittelt:

- Interesse beim Experimentieren
- Fähigkeitsselbstkonzept: Persönliche Herausforderung beim Experimentieren
- Selbstwirksamkeit bezüglich des Unterrichtens
- Selbstwirksamkeit beim Experimentieren

Bei folgenden Skalen/Merkmalen wurden hingegen keine signifikanten Veränderungen ermittelt:

- Interesse an Experimenten beruflich und privat
- Interesse an Naturwissenschaften
- Professionswissen: fachliches Wissen
- Professionswissen: fachdidaktisches Wissen
- Professionswissen: pädagogisches Wissen

Die Ergebnisse dürfen dahingehend interpretiert werden, dass die Intervention „Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel mit Sprudelgas“ dazu beigetragen hat, dass die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter zumindest kurzfristig in bestimmten Bereichen profitiert haben, die sich gegenseitig bedingen:

- Das situationale Interesse bzw. die persönliche Motivation beim konkreten selbstständigen Experimentieren ist gestärkt worden.
- Die empfundene Selbstwirksamkeit bezogen auf die praktische Durchführung der Experimente konnte gesteigert werden, ebenso wie das experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzept.
- Die Einschätzung der eigenen Selbstwirksamkeit bezogen auf das (zukünftige) Unterrichten von Experimenten im Sachunterricht ist im Pre-Post-Vergleich höher als zuvor.

Für die erste Forschungsphase lassen sich die positiven Ergebnisse der Intervention zusammenfassend so formulieren: Indem sich die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter motiviert, interessiert, erfolgreich und kompetent während der Intervention mit hohem Praxisanteil wahrgenommen haben, trauten sie sich auch im Anschluss daran für den späteren Experimentalunterricht selbst mehr zu, was auf die Stärkung der Selbstwirksamkeit und des experimentbezogenen Fähigkeitsselbstkonzeptes zurückgeführt werden kann.<sup>76</sup>

---

<sup>76</sup> Ein ähnlicher Befund zeigt sich bei der PISA-Studie 2015: „Häufiges Experimentieren scheint die Selbstwirksamkeitserwartung von Jugendlichen zu fördern“ (Reiss et al. 2016, S. 104).



Demgegenüber hat die Intervention jedoch nicht oder nur wenig dazu beigetragen, das allgemeine (beruflich und privat) Interesse an den Naturwissenschaften und das Professionswissen zum Experimentieren im Sachunterricht zu stärken, was möglicherweise angesichts der ohnehin schon relativ hohen Werte bei der Pre-Befragung erklärbar ist. Wenn man davon ausgeht, dass angehende Sachunterrichtslehrkräfte allein schon von ihrer Genese her ein größeres Interesse an Naturwissenschaften allgemein und dem Experimentieren im Besonderen haben, dann ist der fehlende Effekt nach der Intervention nicht verwunderlich, sondern deutet möglicherweise auf einen sogenannten Deckeneffekt (*ceiling effect*) hin (vgl. Döring & Bortz 2016, S. 411; Schäfer 2016, S. 75). Möglicherweise spielte aber auch eine gewisse positive Erwartungshaltung der Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter bezüglich der Intervention mit vielen abwechslungsreichen Praxisphasen eine Rolle.

### ***Zentrale Befunde der Pre-Post-Befragung (erste Forschungsphase) – Einzelfallbetrachtung***

Da der Forschungsschwerpunkt dieser Arbeit darauf gelegt worden ist, als Längsschnittstudie einzelne Fälle intensiver zu beforschen, wurden neben der Gruppenauswertung nachfolgend die Einzelfallbetrachtungen fokussiert. Dazu wurden die gesamten Daten, bezogen auf die einzelnen Merkmale bzw. Skalen, für jede Person im Pre-Post-Vergleich umfangreich als Diagramme und Tabellen abgebildet und analysiert (siehe Kapitel 5.3).

Folgende Kriterien waren für die weitere Analyse relevant:

- Fälle zu identifizieren, die sich gegensätzlich zu der bisherigen statistischen Auswertung verhalten.
- Fälle zu identifizieren, die in allen oder einzelnen Bereichen besonders von der Intervention profitiert haben.
- Fälle zu identifizieren, die in allen oder einzelnen Bereichen nicht von der Intervention profitiert haben.

Demzufolge konnten Fälle identifiziert werden, die entsprechend den oben genannten Kriterien auffällig waren und sich in Relation zur Gruppe sehr positiv oder eher negativ bzw. eher untypisch – also wider Erwarten – entwickelt hatten. Die Typisierung ergab, dass innerhalb der Stichprobe der 15 Befragten zehn Personen auffällig waren und sich als Typen identifizieren ließen, von denen vier als Profiteure, eine als Nicht-Profiteur und fünf als Wider-Erwarten-Typen klassifiziert werden konnten (vgl. Kapitel 5.3).

- Profiteure hatten sich – noch über den Gruppentrend hinaus – überdurchschnittlich entwickelt, beispielsweise in den Bereichen Professionswissen (gesamt), dem Interesse an den Naturwissenschaften und/oder dem pädagogischen Wissen.

- Als Nicht-Profiteur wurde eine Person identifiziert, die sich in fast allen Bereichen nach der Intervention schwächer einschätzte als vorher. Lediglich im Bereich des Fähigkeitsselbstkonzepts und des Professionswissen (pädagogisches Wissen) hatte sich die Person etwas stärker eingeschätzt.
- Als Wider-Erwarten-Typen wurden fünf Personen klassifiziert: Eine Person, die angab, sich in mehreren Bereichen positiv entwickelt zu haben, ohne einen positiven Effekt auf das ohnehin geringe Fähigkeitsselbstkonzept gewonnen zu haben.
- Eine Person, die sich bezüglich der Selbstwirksamkeit geringer einschätzte, dafür aber das eigene Fähigkeitsselbstkonzept und das Interesse und das fachliche Wissen gestärkt sah.
- Zwei Personen fielen dadurch auf, dass sich das Fähigkeitsselbstkonzept nach der Intervention verschlechtert hatte, während sich gleichzeitig die Selbstwirksamkeit verbessert hatte, was ungewöhnlich erschien. Eine dieser Personen schätzte sich nach der Intervention im Bereich Professionswissen schlechter ein.
- Wider Erwarten hatte sich eine Person im Bereich der Selbstwirksamkeit beim Experimentieren bei der Post-Befragung schlechter eingeschätzt, obwohl sie angab, sich in den Bereichen Fähigkeitsselbstkonzept, Herausforderung beim Experimentieren und Selbstwirksamkeit beim Unterrichten weiterentwickelt zu haben.

Zusammengefasst zeigten sich bei den Wider-Erwarten-Typen unterschiedliche – dem Trend der Gruppe widersprechende – Entwicklungen, die zunächst fragwürdig erschienen. Für ein weiteres Gespräch wurden diese Personen als besonders interessant erachtet.

### ***Zentrale Befunde der Follow-up-Befragung (zweite Forschungsphase)***

Die Follow-up-Befragung konnte pandemiebedingt erst etwa ein Jahr später als geplant durchgeführt werden und fand etwa zwei Jahre nach der Intervention und der Pre-Post-Befragung statt. Der Umstand mit phasenweise stark veränderten Unterrichtsstrukturen während der Pandemie mit Lock-down, Schulschließungen, Homeschooling, Quarantäne und Distanz- sowie Hybridunterricht musste bei den weiteren Betrachtungen und Interpretationen berücksichtigt werden.

Ziel der Follow-up-Befragung war, Erkenntnisse darüber zu erhalten, wie sich die Selbsteinschätzungen zu den untersuchten Merkmalen Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen der einzelnen Personen mit zeitlichem Abstand entwickelt haben. Die Bereitschaft der ehemaligen Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter, während des zweiten Pandemiejahres an der Follow-up-Befragung teilzunehmen, war gering, sodass für die Auswertung lediglich acht Fragebögen vorlagen (siehe Kapitel 5.4) und deshalb keine Gruppenauswertung mehr vorgenommen wurde, die möglicherweise auf Effekte hindeutet, die aufgrund der sehr kleinen Stichprobe kritisch und als nicht haltbar zu betrachten gewesen wären.

Die Auswertung der Einzelfälle erbrachte heterogene Ergebnisse, anhand derer sich keine allgemeinen schlüssigen Aussagen bezüglich der Forschungsfrage ableiten ließen. Bezogen auf die einzelnen untersuchten Merkmale waren keine Trends oder Tendenzen erkennbar. Es fielen bei der Einzelfallbetrachtung jedoch Personen auf, deren Antwortverhalten sich im Post-Follow-up-Vergleich mehr oder weniger stark verändert hatten. So hatte sich beispielsweise eine Person, die zunächst als Wider-Erwarten-Typ identifiziert wurde, nach zwei Jahren komplett entgegengesetzt dem Pre-Post-Vergleich eingeschätzt. Das heißt, in den Bereichen, in denen sie sich bei der Post-Befragung niedriger eingeschätzt hatte, wies sie bei der Follow-up-Befragung höhere Werte auf und umgekehrt. Somit konnte festgehalten werden, dass die Typen (Profiteure, Nicht-Profiteure oder Wider-Erwarten-Typen), die sich im Pre-Post-Vergleich identifizieren ließen, nach der Follow-up-Befragung als solche nicht mehr eindeutig – den Kriterien entsprechend – zuzuordnen waren.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Follow-up-Befragung quasi eine erneute Bestandsaufnahme darstellte, wie die Lehrkräfte sich bezüglich eines Experimentalunterrichts in der Grundschule nach zwei Jahren selbst einschätzten. Somit zeigen sich zwar Langzeiteffekte nach zwei Jahren, die jedoch noch keine eindeutige Aussage zulassen, um bezogen auf den Einzelfall das Potenzial und die Grenzen der Intervention zu identifizieren. Bezogen auf die Forschungsfrage muss daher konstatiert werden, dass anhand der Follow-up-Befragung keine klare Aussage abgeleitet werden konnte, wonach sich die Intervention positiv oder negativ auf die zu untersuchenden Merkmale ausgewirkt hat.

### ***Zentrale Befunde der Interviews (dritte Forschungsphase)***

Die leitfadengestützten Interviews (siehe Kapitel 5.7) dienten im Anschluss an die Follow-up-Befragung einerseits einer kommunikativen Validierung der Auswertung der drei Befragungsrunden, aber andererseits auch als Bausteine einer Vertiefung und Kontextanalyse zur Explikation des Potenzials der gesamten Intervention. Daher sollten die Interviews nach Ablauf von etwa zwei Jahren gemäß der Forschungsfrage Aussagen über eine langfristige Entwicklung und/oder Veränderung der Selbsteinschätzung von Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen bezüglich des Experimentierens in der Grundschule gestatten. Außerdem sollte die Einzelfallanalyse den Fokus auf einzelne Personen und deren persönliche und detaillierte Erfahrungen zum Experimentalunterricht richten und somit auch den Blick über die Forschungsfrage hinaus ermöglichen.

Für die Interviews wurden alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer der letzten Befragungsrunde ( $N = 8$ ) angefragt. Die Rückmeldungen ergaben, dass nicht alle Personen dazu bereit

waren. Es wurden drei Personen aus dieser Gruppe ausgewählt, die zuvor in der Einzelfallbetrachtung der Pre-Post-Befragung und Follow-up-Befragung aufgefallen waren. Pandemiebedingt wurden die etwa 30-minütigen Interviews online per Videokonferenz durchgeführt und der Ton aufgenommen (siehe Kapitel 5.6.1). Nach der Aufbereitung der Audiodateien und der Erstellung der Transkripte wurde das Datenmaterial mit dem Softwareprogramm MAXQDA codiert. Die Auswertung der Interviews wurde in Anlehnung an die inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse nach KUCKARTZ (2018) bzw. KUCKARTZ & RÄDIKER (2022) durchgeführt. Die Analyse der Interviews erfolgte demnach in verschiedenen Phasen, innerhalb derer auf Grundlage des Datenmaterials ein Kategoriensystem deduktiv und induktiv unter Berücksichtigung der Intercoder-Übereinstimmung mit zahlreichen Codes, Subcodes und weiteren Subsubcodes entwickelt wurde (siehe Kapitel 5.6.2 und 5.6.3). Nach der finalen Codierung des Textmaterials lagen drei umfangreiche Datensätze für jede Lehrkraft vor, die vor dem Hintergrund der Forschungsfrage ausgewertet wurden.

Die Auswertung erfolgte zunächst kategorienbasiert entlang der Merkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen. Im nächsten Schritt wurden auffällige Zusammenhänge innerhalb verschiedener Hauptkategorien im Sinne einer mehrdimensionalen Analyse der Zusammenhänge zwischen Kategorien und Subkategorien als sogenannte Codelandkarten visualisiert und erläutert, bevor die Zusammenfassung der Ergebnisse für jede Lehrkraft erfolgte (siehe Kapitel 5.7).

In der Gesamtschau der drei Lehrkräfte kristallisierten sich sowohl ein begünstigender Ermöglichungszusammenhang heraus – im Sinne einer sich wechselseitig positiv stärkenden Verknüpfung – als auch Aspekte, die sich als nicht begünstigend zeigten. Bezogen auf die untersuchten Merkmale kann daher zusammenfassend festgestellt werden:

- Das Interesse, das experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzept und die Selbstwirksamkeit sind im Schulalltag bezogen auf einen Experimentalunterricht zwar wichtige, aber für sich genommen doch nur *mittelbar moderierende Variablen*.
- Eine stark moderierende Variable stellt dagegen die vorgefundene Schulrealität (Schulprofil und -curriculum, Materialausstattung, Kollegium, pädagogisches Konzept) dar mit unterschiedlichen Effekten:
  - Trotz großem Interesse, tragfähigem Fähigkeitsselbstkonzept und positiver Selbstwirksamkeit wird Experimentalunterricht zwar als wünschenswert empfunden, aber nicht praktiziert, wenn die vorgefundene Schulrealität als hinderlich angesehen wird.
  - Eine Passung von positiver naturwissenschaftlicher Bildungsbiographie, hohem Interesse und vorgefundenem MINT-Schulprofil begünstigt dagegen einen Experimentalunterricht. Eine solche Kombination erweist sich sogar als weitgehend robust gegen-

über einer einschneidenden Beschränkung eines Distanzlernens in der Corona-Pandemie.

- Ein sinkendes Interesse im Follow-Up-Fragebogen kann auf einen Prozess einer Lehrkraftprofessionalisierung hindeuten und muss nicht zwangsläufig zu weniger Experimenten im Sachunterricht führen.
- Eigenverantwortlicher Unterricht ohne Ausbildungsdruck steigert die Selbstwirksamkeit.
- Lehrkräfteprofessionalisierung erfolgt stark *on-the-job* und ist gekoppelt an die Quantität und Qualität des durchgeführten Experimentalunterrichts, in Abhängigkeit von Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeit.
- Im Umkehrschluss gilt: Zunehmende Erfahrungen, Routine und Erfolgserlebnisse wirken sich positiv auf die Persönlichkeitsmerkmale aus.

Explizit bezogen auf die Forschungsfrage: *Kann eine explizite Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel „Sprudelgas“ das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit und das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter im Vorbereitungsdienst langfristig stärken?* muss daher in der Zusammenschau aller Ergebnisse als Fazit konstatiert werden:

- Das „Exemplarische“ (Thematik, Methode, Material, Kontext) der Interventionsmaßnahme wird teilweise erst retrospektiv als Katalysator eines Experimentalunterrichts betrachtet. Eine Maßnahme *near-the-job*, wie die Intervention während des Vorbereitungsdienstes, kann dementsprechend perspektivisch als Katalysator eines Experimentalunterrichts wirken.
- Langfristig wirkt sich die Intervention dann positiv und nachhaltig aus, wenn insbesondere ein bei der Lehrkraft vorhandenes Interesse am Experimentieren, ein hohes experimentbezogenes Fähigkeitsselbstkonzept und das Professionswissen quasi als Antrieb dazu beitragen, die Selbstwirksamkeit weiter durch Erfolgserlebnisse, Erfahrung und Routine zu stärken.
- Die Intervention kann dazu beitragen, dass sich beim didaktisch-methodisch begleiteten und gemeinsamen Experimentieren eine kollektive Selbstwirksamkeit entwickelt, die langfristig tragfähig ist.
- Die Intervention ist eher nicht dazu geeignet, ein einzelnes Persönlichkeitsmerkmal allein zu stärken. Vielmehr scheint die gelungene Orchestrierung aller angesprochenen Persönlichkeitsmerkmale ausschlaggebend zu sein, damit das „Exemplarische“ der Intervention nachklingen kann.

Im Rahmen dieser Untersuchung konnte anhand der Einzelfallanalyse geschlussfolgert bzw. abgeleitet werden, dass das Experimentieren im Sachunterricht möglicherweise weiterhin unterrepräsentiert ist, wenn mittelbar moderierende Variablen wie die untersuchten Persönlichkeitsmerkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen in direktem Zusammenhang mit den stark moderierenden Variablen wie

der vorgefundenen Schulrealität stehen und sich gegenseitig bedingen.<sup>77</sup> Daraus lassen sich begünstigende oder nicht begünstigende Aspekte ableiten, die sich unmittelbar auf das Experimentieren im Sachunterricht auswirken können. Um der Unterrepräsentanz von Experimenten im Sachunterricht entgegenzuwirken, werden Maßnahmen – wie beispielsweise die Intervention während der zweiten Ausbildungsphase mit einem hohen grundschulrelevanten Praxisbezug – insgesamt von den drei Lehrkräften als gewinnbringend betrachtet und können damit als ein Baustein für die weitere Professionalisierung von Lehrkräften betrachtet werden, um das Experimentieren im Sachunterricht zu fördern.

### **Ausblick**

Alle Angaben zum Interesse, dem experimentbezogenen Fähigkeitsselbstkonzept, der Selbstwirksamkeit und dem Professionswissen beruhen auf Selbsteinschätzungen der Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter bzw. den Lehrkräften. Zur weiteren Validierung der Daten wäre es daher sicherlich lohnend, einen Abgleich mit dem tatsächlichen Unterrichtsverlauf durchzuführen, beispielsweise durch eine Videostudie. Die Passung von Selbsteinschätzungen und Realität bezüglich des experimentbezogenen Fähigkeitsselbstkonzepts könnte beispielsweise mittels experimentell zu lösender Lernaufgaben überprüft werden.

Aus den dargestellten Untersuchungsergebnissen lassen sich möglicherweise weitere Maßnahmen ableiten, die geeignet wären, die professionelle Handlungskompetenz einer Lehrkraft bezüglich eines Experimentalunterrichts zu verbessern und damit der Unterrepräsentanz von Experimenten im Sachunterricht entgegenzuwirken:

- Indem gezielt an den subjektiv wahrgenommenen Defiziten der Lehrkräfte – bezogen auf fachliches/fachdidaktisches Wissen, Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeit – angesetzt wird, wären passgenaue (eher niederschwellige/wiederkehrende) Fortbildungsangebote für Lehrkräfte mit hohem praktischem Anteil, einer themenspezifischen fachlichen Begleitung (vor allem bezüglich chemischer und physikalischer Inhalte) sowie methodisch-didaktischen Hinweisen und weiteren Materialien möglicherweise geeignet und nachhaltig.
- Eine andere wirksame Maßnahme könnte eine systemische Schulentwicklung sein, wie etwa die Implementierung eines MINT-Profiles anzustreben, die dazu führen kann, dass sich (fast) das ganze Kollegium hinsichtlich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts stärker qualifiziert und dadurch in Zusammenarbeit im Team möglicherweise Synergieeffekte im

---

<sup>77</sup> Anhand der hier dargestellten Ergebnisse – bezogen auf eine sehr kleine Stichprobe – wird auch im Rahmen dieser Untersuchung deutlich, dass sich an den in Kapitel 2.4 vorgestellten Befunden verschiedener Studien zur Unterrepräsentanz von Experimenten im Sachunterricht bzw. naturwissenschaftlichen Themen grundlegend nichts geändert hat.

Sinne einer kollektiven Selbstwirksamkeit ergeben und mehr Experimente im Sachunterricht durchgeführt werden.

- In diesem Zusammenhang spielt die Ausstattung der Schule mit Materialien und Räumlichkeiten sowie einzelnen zuständigen Personen als Multiplikatoren oder als Vorbild (oder auch der sogenannte „Kümmerer“) eine große Rolle.

Ähnlich den Maßnahmen *on-the-job* sind auch Maßnahmen *near-the-job*, die im Rahmen der Ausbildung der ersten und zweiten Phase anzusiedeln sind, denkbar, um die professionelle Handlungskompetenz schon zu Beginn der Ausbildung günstig zu beeinflussen und anzubahnen:

- Ein hoher (labor-)praktischer Anteil der naturwissenschaftlichen Bezugsfächer mit direktem Grundschulbezug während des Studiums und des Vorbereitungsdienstes kann ein grundlegendes Interesse erzeugen sowie eventuell vorhandene Defizite beim Fähigkeitsselbstkonzept kompensieren und die Entwicklung einer Selbstwirksamkeit ermöglichen.
- Die Förderung von Studienprojekten im Rahmen des Praxissemesters zu experimentellen naturwissenschaftlichen Themen sollte verstärkt werden, um Gelegenheiten zu schaffen, dass sich Studierende schon frühzeitig im Experimentalunterricht ausprobieren.

Die hier angedachten Maßnahmen *on-the-job* bzw. *near-the-job* sind nicht neu, sondern werden auch im Rahmen der MINT-Förderung entlang der Bildungskette in Form von zahlreichen Formaten bereits vielfach praktiziert (siehe Kapitel 2.2.1) – dies auch mit Blick auf die erste, zweite und dritte Phase der Lehrkräfteaus- und -fortbildung.

Mit Rückbezug auf das Thema dieser Arbeit „Experimentieren im Sachunterricht zwischen Wunsch und Wirklichkeit“ bilden die hier vorliegenden Befunde einen weiteren kleinen Baustein der „Wirklichkeit“ ab. Es wird deutlich, dass die Handlungskompetenz der Lehrkräfte grundsätzlich und auch perspektivisch Veränderungsprozessen und Entwicklungsprozessen unterliegt, die neben den persönlichen und motivationalen Eigenschaften einer Lehrkraft geprägt werden durch die institutionellen Gegebenheiten vor Ort im Schulalltag. Es bleibt demnach der „Wunsch“ und die Hoffnung, dass über die berufliche Laufbahn hinweg, die sicherlich die größte Lerngelegenheit nach der Ausbildung darstellt, professionelle Entwicklung für alle möglich wird.

## Literaturverzeichnis

- Abels, Simone (2011). Lehrerinnen und Lehrer als „Reflective Practitioner“. Die Bedeutsamkeit von Reflexionskompetenz für einen demokratieförderlichen Naturwissenschaftsunterricht. Wiesbaden: VS.
- Adamina, Marco (2013). Mit Lernaufgaben grundlegende Kompetenzen fördern. In: P. Labudde (Hrsg.): Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.-9. Schuljahr. 2., korr. Aufl. Bern: Haupt.
- Appleton, Ken (2007). Elementary Science Teaching. In: S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.). Handbook of research on science education. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, S. 493-535.
- Bandura, Albert (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84(2), S. 191-215.
- Bandura, Albert (1997). Self-efficacy: The Exercise of Control. New York: Freeman.
- Barke, Hans-Dieter; Harsch, Günther; Kröger, Simone & Marohn, Annette (2018). Chemiedidaktik kompakt. Lernprozesse in Theorie und Praxis. 3. Auflage. Berlin: Springer Spektrum.
- Baumert, Jürgen & Kunter, Mareike (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), S. 469-520.
- Baumert, Jürgen & Kunter, Mareike (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In: M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster: Waxmann, S. 29-54.
- Baumert, Jürgen & Kunter, Mareike (2013). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: I. Gogolin, H. Kuper, H. H. Krüger & J. Baumert (Hrsg.). Stichwort: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Wiesbaden: Springer VS, S. 277-337.
- Baur, Nina & Blasius, Jörg (2022). Methoden der empirischen Sozialforschung. Ein Überblick. In: N. Baur und J. Blasius (Hrsg.). Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer VS, S. 1-32.
- Binnewies, Michael; Finze, Maik; Jäckel, Manfred; Schmidt, Peer; Willner, Helge & Rayner-Canham, Geoff (2016). Allgemeine und Anorganische Chemie. 3. Aufl. Berlin: Springer Spektrum.
- Blanz, Matthias (2021). Forschungsmethoden und Statistik für die Soziale Arbeit: Grundlagen und Anwendungen. 2. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer.
- Blaseio, Beate (2014). Zur aktuellen Situation des Schulfaches Sachunterricht in den Bundesländern. In: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.). Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 25-31.
- Bong, Mimi & Skaalvik, Einar M. (2003). Academic Self-Concept and Self-Efficacy: How Different Are They Really? *Educational Psychology Review*, 15(1), S. 1-40.
- Borowski, Andreas; Neuhaus, Birgit J.; Tepner, Oliver; Wirth, Joachim; Fischer, Hans E.; Leutner, Detlev, Sandmann, Angela & Sumfleth, Elke (2010). Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften (ProwiN) – Kurzdarstellung des BMBF-Projekts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 16, S. 341-349.
- Brandt, Holger & Moosbrugger, Helfried (2020). Planungsaspekte und Konstruktionsphasen von Tests und Fragebogen. In: H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.). Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. 3., vollständig neu bearbeitete, erweiterte und aktualisierte Auflage. Berlin: Springer, S. 39-66.



- Breker, Tim Alexander (2016). Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit & Mindset – Wie können Lehrkräfte Erkenntnisse aus der Sozial-Kognitiven-Psychologie nutzen, um die Potenzialentwicklung von Schülerinnen und Schülern zu fördern? Frankfurt (Oder): Europa-Universität Viadrina, Dissertation.
- Bröll, Leena; Friedrich, Jens & Oetken, Marco (2009). Lehren und Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Das Experimentierkastensystem NAWilino-Box als Baustein zur Kompetenzsteigerung von Grundschullehrkräften. In: R. Lauterbach, H. Giest & B. Marquardt-Mau (Hrsg.). Lernen und kindliche Entwicklung. Elementarbildung und Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. Band 19. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 133-140.
- Bromme, Rainer (1992). Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens. Bern, Göttingen, Toronto: Hans Huber.
- Brügelmann, Hans (2015). Vermessene Schulen – standardisierte Schüler. Zu Risiken und Nebenwirkungen von PISA, Hattie; VerA und Co. Weinheim und Basel: Beltz.
- Bühl, Achim (2014). SPSS 22. Einführung in die moderne Datenanalyse. 14., aktualisierte Auflage. Hallbergmoos: Pearson.
- Bühner, Markus (2011). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage. München: Pearson Studium.
- Bybee, Rodger W.; Taylor, Joseph A.; Gardner, April; Van Scotter, Pamela; Powell, Janet Carlson; Westbrook, Anne & Landes, Nancy (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications. Full Report. Colorado Springs: BSCS.
- Collins, Allan; Brown, John Seely & Newman, Susan E. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing, and Mathematics. In: L. B. Resnick (Hrsg.). Knowing, Learning, and Instruction. Essays in Honor of Robert Glaser. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, S. 453-494.
- Damerau, Karsten (2012). Molekulare und Zell-Biologie im Schülerlabor. Fachliche Optimierung und Evaluation der Wirksamkeit im BeLL Bio (Bergisches Lehr-Lern-Labor Biologie). Wuppertal: Bergische Universität Wuppertal, Dissertation.
- Dickhäuser, Oliver (2006). Fähigkeitsselbstkonzepte. Entstehung, Auswirkung, Förderung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), S. 5-8.
- Dittrich, Ann-Kathrin (2020). Pädagogisches Wissen im LehrerInnenberuf. Rekonstruktive Befunde aus der schulischen Praxis. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Döring, Nicola & Bortz, Jürgen (2016). Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. 5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Dresing, Thorsten & Pehl, Thorsten (2018). Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende. 8. Auflage. Marburg.
- Dunker, Nina (2016a). Berufsbezogene und epistemologische Beliefs von Grundschullehrkräften zum Experimentieren im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. In: N. Dunker, N.-K. Joyce-Finnern & I. Koppel (Hrsg.). Wege durch den Forschungsdschungel. Ausgewählte Fallbeispiele aus der erziehungswissenschaftlichen Praxis. Wiesbaden: Springer VS, S. 61-79.
- Dunker, Nina (2016b). Überzeugungen von Sachunterrichtslehrkräften zum Experimentieren im Unterricht. In: H. Giest, T. Goll & A. Hartinger (Hrsg.). Sachunterricht – zwischen Kompetenzorientierung und Persönlichkeitsentwicklung, Lebenswelt und Fachbezug. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. Band 26. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 107-115.
- Edelmann, Walter & Wittmann, Simone (2019). Lernpsychologie. 8. vollst. überarb. Aufl. Weinheim: Beltz.

- Emden, Markus & Sumfleth, Elke (2015). Aufgaben im Chemieunterricht – Hinweise aus der empirischen Aufgabenforschung. In: M. Emden, J. Koenen & E. Sumfleth (Hrsg.). Chemieunterricht im Zeichen von Diagnostik und Förderung. Münster: Waxmann, S. 52-64.
- Engeln, Katrin (2004). Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Berlin: Logos.
- Faust-Siehl, Gabriele & Garlichs, Ariane (1996). Welterkundung statt Sachunterricht. In: G. Faust-Siehl, A. Garlichs, J. Ramseger, H. Schwarz & U. Warm (Hrsg.). Die Zukunft beginnt in der Grundschule. Empfehlungen zur Neugestaltung der Primarstufe. Ein Projekt des Grundschulverbandes unter Mitarbeit von Klaus Klemm. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, S. 63-75.
- Fischer, Hans-Joachim (2013). 20 Jahre GDSU – Rückblick und Ausblick. In: H.-J. Fischer, H. Giest & D. Pech (Hrsg.). Der Sachunterricht und seine Didaktik. Bestände prüfen und Perspektiven entwickeln. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 39-47.
- Fischer, Hans-Joachim; Giest, Hartmut & Pech, Detlef (2013). Editorial: Von der Notwendigkeit eines Dialogs über Denkstile und Forschungsformate in der Didaktik des Sachunterrichts. In: H.-J. Fischer, H. Giest & D. Pech (Hrsg.). Der Sachunterricht und seine Didaktik. Bestände prüfen und Perspektiven entwickeln. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 9-14.
- Fischer, Hans-Joachim; Giest, Hartmut; Gläser, Eva & Schomaker, Claudia (2014). Aus der Arbeit der Vorstände 1992 bis 2013. Zusammengestellt und kommentiert von Hans-Joachim Fischer, Hartmut Giest, Eva Gläser & Claudia Schomaker in Zusammenarbeit mit den 1. Vorsitzenden der GDSU. In: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.). Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 139-158.
- Franken, Nadine; Damerau, Karsten & Preisfeld, Angelika (2020). „Experimentieren kann ich gut!“ – Experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzepte von Lehramtsstudierenden der Fächer Biologie, Chemie und Sachunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie – Biologie Lehren und Lernen*, 24. Jg., S. 48-66.
- Frischknecht-Tobler, Ursula & Labudde, Peter (2013). Beobachten und Experimentieren. In: P. Labudde (Hrsg.). Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.-9. Schuljahr. 2., korr. Aufl. Bern: Haupt, S. 133-148.
- Gäde, Jana C.; Schermelleh-Engel, Karin & Werner, Christina S. (2020). Klassische Methoden der Reliabilitätsschätzung. In: H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.). Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. 3., vollständig neu bearbeitete, erweiterte und aktualisierte Auflage. Berlin: Springer, S. 305-334.
- GDSU (2002) = Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2002) (Hrsg.). Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- GDSU (2013) = Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013) (Hrsg.). Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- GDSU (2014) = Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2014) (Hrsg.). Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gebhard, Ulrich; Höttecke, Dietmar & Rehm, Markus (2017). Pädagogik der Naturwissenschaften. Ein Studienbuch. Wiesbaden: Springer VS.
- Giest, Hartmut & Hartinger, Andreas (2014). Der Perspektivrahmen 2013. In: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.). Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 219-230.

- Giest, Hartmut (2014). Der Perspektivrahmen 2002 und seine Rezeption. In: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.). Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 205-216.
- Girwidz, Raimund (2020). Experimente im Physikunterricht. In: E. Kircher, R. Girwidz & H. E. Fischer (Hrsg.). Physikdidaktik. Grundlagen. 4. Auflage Berlin: Springer Spektrum, S. 263-291.
- Grygier, Patricia & Hartinger, Andreas. (2009). Gute Aufgaben Sachunterricht. Naturwissenschaftliche Phänomene begreifen. Berlin: Cornelsen.
- Haider, Michael & Fölling-Albers, Maria (2013). Anschlussfähiges Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule. In: *Schulverwaltung Bayern. Zeitschrift für Schulentwicklung und Schulmanagement*, 36(12), S. 324-329.
- Harlen, Wynne (1997). Primary Teachers' Understanding in Science and its Impact in the Classroom. *Research in Science Education*, 27(3), S. 323-337.
- Harms, Ute & Riese, Josef (2018). Professionelle Kompetenz und Professionswissen. In: D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.). Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin: Springer, S. 283-298.
- Hartig, Johannes; Frey, Andreas & Jude, Nina (2020). Validität von Testwertinterpretationen. In: H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.). Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. 3., vollständig neu bearbeitete, erweiterte und aktualisierte Auflage. Berlin: Springer, S. 529-545.
- Hartinger, Andreas (2011). Experimente und Versuche. In: D. von Reeken (Hrsg.). Handbuch Methoden im Sachunterricht. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 68-75.
- Hartinger, Andreas; Grygier, Patricia; Tretter, Tobias & Ziegler, Florian (2013). Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren. Handreichungen des Programms Sinus an Grundschulen. Kiel: IPN.
- Hartmann, Carina (2019). Lehrerprofessionalität im geschichtsbezogenen Sachunterricht. Fachdidaktisches Wissen, motivationale Orientierungen und Überzeugungen im Kontext der institutionellen Lehrerbildung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Häußler, Peter & Hoffmann, Lore (1995). Physikunterricht – an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. *Unterrichtswissenschaft*, 23(2), S. 107-126.
- Häußler, Peter; Bündler, Wolfgang; Duit, Reinders; Gräber, Wolfgang & Mayer, Jürgen (1998). Naturwissenschaftsdidaktische Forschung. Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: IPN.
- Helmke, Andreas (2022). Unterrichtsqualität und Professionalisierung. Diagnostik von Lehr-Lern-Prozessen und evidenzbasierte Unterrichtsentwicklung. Hannover: Klett-Kallmeyer.
- Heran-Dörr, Eva & Kahlert, Joachim (2009). Welche Medien nutzen Sachunterrichtslehrkräfte bei der Vorbereitung auf naturwissenschaftlichen Sachunterricht? In: R. Lauterbach, H. Giest & B. Marquardt-Mau (Hrsg.). Lernen und kindliche Entwicklung. Elementarbildung und Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. Band 19. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 157-164.
- Hill, Heather C.; Rowan, Brian & Ball, Deborah Loewenberg (2005). Effects of Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), S. 371-406.
- Hofheinz, Volker & Prechtel, Markus (2012). Miniaturisiertes Experimentieren im Chemieunterricht. In: K. Freytag, R. Meloefsky, V. Scharf & E. Thomas (Hrsg.). Handbuch des Chemieunterrichts. Sekundarbereich I. Band 1. Ziele und Wege. Hallbergmoos: Aulis, S. 211-234.

- Hofheinz, Volker (2008). Erwerb von Wissen über „Nature of Science“. Eine Fallstudie zum Potenzial impliziter Aneignungsprozesse in geöffneten Lehr-Lern-Arrangements am Beispiel von Chemieunterricht. Siegen: Universität Siegen, Dissertation.
- Holleman, Arnold F. & Wiberg, Egon (2007). Lehrbuch der Anorganischen Chemie. Begründet von A. F. Holleman. Fortgeführt von Egon Wiberg. 102., stark umgearbeitete und verbesserte Auflage von Nils Wiberg. Berlin, New York: de Gruyter.
- Höttecke, Dietmar & Schecker, Horst (2021). Unterrichtskonzeptionen für Nature of Science (NOS). In: T. Wilhelm, H. Schecker & M. Hopf (Hrsg.). Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum, S. 401-433.
- Janssen, Mareike Katrin (2015). Mit biologischen Inhalten Brücken zur Chemie bauen. Entwicklung und Erprobung eines Seminars für Sachunterrichtsstudierende. Siegen: Universität Siegen, Dissertation.
- Jonen, Angela; Möller, Kornelia & Hardy, Ilonca (2003). Lernen als Veränderung von Konzepten – am Beispiel einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Lernen in der Grundschule. In: Cech, Diethard & Schwier, Hans-Joachim (Hrsg.). Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 93-108.
- Kahlert, Joachim (2005). Der Sachunterricht und seine Didaktik. 2. überarb. Auflage. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Kaiser, Astrid (2019). Neue Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts. 7. unveränderte Auflage. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Kaiser, Astrid (2021). Zeichnen und Malen als produktive Zugänge zur Sache. In: A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.). Basiswissen Sachunterricht. Unterrichtsplanung und Methoden. Band 5. 7. Unveränderte Auflage. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 96-102.
- Kaiser, Gabriele; Bremerich-Vos, Albert & König, Johannes (2020). Professionswissen. In: C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.). Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 811-818.
- Kelava, Augustin & Moosbrugger, Helfried (2020). Deskriptivstatistische Itemanalyse und Testwertbestimmung. In: H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.). Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. 3., vollständig neu bearbeitete, erweiterte und aktualisierte Auflage. Berlin: Springer, S. 143-158.
- Klafki, Wolfgang (1985). Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Beiträge zur kritisch-konstruktiven Didaktik. Weinheim, Basel: Beltz.
- Klieme, Eckhard (2006). Empirische Unterrichtsforschung: aktuelle Entwicklungen, theoretische Grundlagen und fachspezifische Befunde. Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), S. 765-773.
- Kocher, Mirjam (2014). Selbstwirksamkeit und Unterrichtsqualität. Unterricht und Persönlichkeitsaspekte von Lehrpersonen im Berufsübergang. Münster, New York: Waxmann.
- Köhnlein, Walter (2012). Sachunterricht und Bildung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Köhnlein, Walter (2014). Zum Selbstverständnis und zur Aufgabenstellung der GDSU. In: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.). Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 113-122.
- Kollar, Ingo & Fischer, Frank (2019). Lehren und Unterrichten. In: D. Urhahne, M. Dresel & F. Fischer. Psychologie für den Lehrberuf. Berlin: Springer.

- König, Johannes & Seifert, Andreas (2012). Der Erwerb von pädagogischem Professionswissen: Ziele, Design und zentrale Ergebnisse der LEK-Studie. In: J. König & A. Seifert (Hrsg.). *Lehr- amtsstudierende erwerben pädagogisches Professionswissen. Ergebnisse der Längsschnitt- studie LEK zur Wirksamkeit der erziehungswissenschaftlichen Lehrerausbildung*. Münster: Waxmann, S. 7-31.
- König, Johannes; Kaiser, Gabriele & Felbrich, Anja (2012). Spiegelt sich pädagogisches Wissen in den Kompetenzselbsteinschätzungen angehender Lehrkräfte? Zum Zusammenhang von Wissen und Überzeugungen am Ende der Lehrerausbildung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 58(4), S. 476-491.
- Köster, Hilde (2006). Freies Explorieren mit physikalischen Phänomenen. In: G. Lück & H. Köster (Hrsg.). *Physik und Chemie im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 43-53.
- Krapp, Andreas & Ryan, Richard M. (2002). Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. Eine kritische Betrachtung der Theorie von Bandura aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie. In: M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.). *Selbst- wirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungssituationen*. Weinheim und Basel: Beltz (= *Zeitschrift für Pädagogik*. 44. Beiheft), S. 54-82.
- Krapp, Andreas (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 45(3), S. 185-201.
- Krebs, Renate (1977). Curriculare Ansätze für den Sachunterricht. In: R. Krebs, P. Klose, G. Pidd, E. Weigert (Hrsg.). *Sachunterricht. Ansätze und Anregungen*. Stuttgart: Klett, S. 185-246.
- Kuckartz, Udo & Rädiker, Stefan (2020). *Fokussierte Interviewanalyse mit MAXQDA. Schritt für Schritt*. Wiesbaden: Springer VS.
- Kuckartz, Udo & Rädiker, Stefan (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computer- unterstützung*. 5. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Kuckartz, Udo (2014). *Mixed Methods. Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren*. Wiesbaden: Springer VS.
- Kuckartz, Udo (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 4. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Landwehr, Brunhild (2002). Die Distanz von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen. Berlin: Logos.
- Lange, Kim (2010). *Zusammenhänge zwischen naturwissenschaftsbezogenem fachspezifisch-päda- gogischem Wissen von Grundschullehrkräften und Fortschritten im Verständnis naturwis- senschaftlicher Konzepte bei Grundschülerinnen und -schülern*. Münster: Westfälische Wil- helms-Universität Münster, Dissertation.
- Lange, Kim; Ohle, Annika; Kleickmann, Thilo; Kauertz, Alexander; Möller, Kornelia & Fischer, Hans E. (2015). Zur Bedeutung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen für Lernfort- schritte von Grundschülerinnen und Grundschülern im naturwissenschaftlichen Sachunter- richt. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 8(1), S. 23-38.
- Lauterbach, Roland (2013). Forum 20 Jahre GDSU: Strukturen der Nachhaltigkeit im Gründungs- prozess. In: H.-J. Fischer, H. Giest & D. Pech (Hrsg.). *Der Sachunterricht und seine Didaktik. Bestände prüfen und Perspektiven entwickeln*. Band 23. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 22-32.
- Lauterbach, Roland (2014). GDSU – Ursprünge und Entwicklungen. In: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.). *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V.* Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 125-136.

- LISUM (2018) = Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (Hrsg.) (2018). Naturwissenschaften 5/6. Unterrichten Teil 1. Ludwigsfelde: LISUM.
- Looß, Maike (2004). Hands on! Mind off? Anmerkungen zur Didaktik in Science Centers. In: K. Höner; M. Looß & R. Müller (Hrsg.). Naturwissenschaften vermitteln. Braunschweiger Beiträge zu Lehrerbildung und Fachdidaktik. Band 1. Münster: LIT, S. 11-26.
- Lück, Gisela & Risch, Björn (2011). Naturwissenschaftlicher Unterricht im Anfangsunterricht. In: E. Gläser (Hrsg.). Sachunterricht im Anfangsunterricht. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 80-75.
- Matissek, Reinhard & Fischer, Markus (2021). Lebensmittelanalytik. 7. Aufl. Berlin: Springer Spektrum.
- Mézes, Christian (2016). Zur Motivation beim Experimentieren im Physikunterricht. Schwäbisch Gmünd: Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Dissertation.
- Mikelskis-Seifert, Silke & Wiebel, Klaus (2011). Anschlussfähige naturwissenschaftliche Kompetenzen erwerben durch Experimentieren. Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen. Kiel: IPN.
- Möller, Jens & Trautwein, Ulrich (2020). Selbstkonzept. In: E. Wild & J. Möller (Hrsg.). Pädagogische Psychologie. 3., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin: Springer, S. 187-209.
- Möller, Kornelia (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In: H. Merckens (Hrsg.). Lehrerbildung: IGLU und die Folgen. Opladen: Leske + Budrich, S. 65-84.
- Möller, Kornelia (2007). „Primary Science“ – ein internationaler Überblick. In: D. Höttercke (Hrsg.). Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Münster: LIT, S. 98-121.
- Möller, Kornelia; Jonen, Angela; Hardy, Ilona & Stern, Elsbeth (2002). Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In: M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.). Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. Weinheim, Basel: Beltz (= Zeitschrift für Pädagogik. 45. Beiheft), S. 176-191.
- Möller, Kornelia; Kleickmann, Thilo & Sodian, Beate (2014). Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich. In: W. Einsiedler, M. Götz, A. Hartinger, F. Heinzel, J. Kahlert & U. Sandfuchs (Hrsg.). Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. 4., ergänzte und aktualisierte Auflage. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 527-535.
- Moosbrugger, Helfried & Kelava, Augustin (2020). Qualitätsanforderungen an Tests und Fragebogen („Gütekriterien“). In: H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.). Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. 3., vollständig neu bearbeitete, erweiterte und aktualisierte Auflage. Berlin: Springer, S. 13-38.
- Moschner, Barbara & Dickhäuser, Oliver (2018). Selbstkonzept. In: D. H. Rost, J. R. Sparfeldt & S. R. Buch (Hrsg.). Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. 5., überarbeitete und erweiterte Auflage. Weinheim, Basel: Beltz, S. 750-756.
- MSB (2021) = Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2021) (Hrsg.). Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen. Deutsch, Englisch, Kunst, Mathematik, Musik, Praktische Philosophie, Evangelische Religionslehre, Katholische Religionslehre, Sachunterricht, Sport. Verfügbar über: [https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_PS/ps\\_lp\\_sammelband\\_2021\\_08\\_02.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_PS/ps_lp_sammelband_2021_08_02.pdf) [Zugriff: 28.09.2023].

- MSW (2008a) = Ministerium für Schule und Weiterbildung des Lands Nordrhein-Westfalen (2008) (Hrsg.). Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen. Deutsch, Sachunterricht, Mathematik, Englisch, Musik, Kunst, Sport, Evangelische Religionslehre, Katholische Religionslehre. Frechen: Ritterbach.
- MSW (2008b) = Ministerium für Schule und Weiterbildung des Lands Nordrhein-Westfalen (2008) (Hrsg.). Kompetenzorientierung – Eine veränderte Sichtweise auf das Lehren und Lernen in der Grundschule. Handreichung. Frechen: Ritterbach.
- Müller, Jürg (2016). Professionelle Kompetenzen und Professionswissen im Lehrberuf. Verändert Fortbildung das Professionswissen? Eine quantitative Forschungsstudie im Bereich des Professionswissens von Lehrpersonen. Weingarten: Pädagogische Hochschule Weingarten, Dissertation.
- Niermann, Anne (2017). Professionswissen von Lehrerinnen und Lehrern des Mathematik- und Sachunterrichts. „... man muss schon von der Sache wissen.“ Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Ohle, Annika; Fischer, Hans Ernst; Kauertz, Alexander (2011). Der Einfluss des physikalischen Fachwissens von Primarstufenlehrkräften auf Unterrichtsgestaltung und Schülerleistung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, S. 357-389.
- Pawek, Christoph (2009). Schülerlabore als interessenfördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe. Kiel: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Dissertation.
- Peez, Georg (2015). Kinder zeichnen, malen und gestalten. Kunst und bildnerisch-ästhetische Praxis in der KiTa. Stuttgart: Kohlhammer.
- Peschel, Markus & Lang, Mathias (2017). Selbstkonzeptentwicklung durch Offenes Experimentieren. In: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V. (Hrsg.). GDSU Journal. Oktober 2017, Heft 7, S. 65-77.
- Peschel, Markus (2009). Aus- und Fortbildungen für den naturwissenschaftlich-physikalischen Sachunterricht. In: R. Lauterbach, H. Giest & B. Marquardt-Mau (Hrsg.). Lernen und kindliche Entwicklung. Elementarbildung und Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. Band 19. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 149-156.
- Peschel, Markus (2015). Offenes Experimentieren – das Projekt SelfPro. In: H.-J. Fischer, H. Giest & K. Michalik (Hrsg.). Bildung im und durch Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. Band 25. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 59-64.
- PISA-Konsortium Deutschland (2007) (Hrsg.). PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie. Münster: Waxmann.
- Prechtel, Markus (2013). Potenziale der sequenziellen Kunst: Bildergeschichten und Comics im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: U. Hangartner, F. Keller & D. Oechslin (Hrsg.). Wissen durch Bilder. Sachcomics als Medien von Bildung und Information. Bielefeld: Transcript, S. 271-300.
- Prenzel, Manfred; Geiser, Helmut; Langeheine, Rolf & Lobemeier, Kirstin (2003). Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In: W. Bos, E.-M. Lankes, M. Prenzel, K. Schwippert, R. Valtin & G. Walther (Hrsg.). Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann, S.143-187.
- Rädiker, Stefan & Kuckartz, Udo (2019). Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA. Text, Audio und Video. Wiesbaden: Springer VS.
- Reiners, Christiane S. (2022). Chemie vermitteln. Fachdidaktische Grundlagen und Implikationen. 2. erweiterte Auflage. Berlin: Springer Spektrum.

- Reiss, Kristina; Sälzer, Christine; Schiepe-Tiska, Anja; Klieme, Eckhard & Köller, Olaf (2016) (Hrsg.). PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation. Münster: Waxmann.
- Riedel, Erwin & Janiak, Christoph (2022). Anorganische Chemie. 10. Auflage. Berlin, Boston: de Gruyter.
- Risch, Björn (2006). Entwicklung eines an den Elementarbereich anschlussfähigen Sachunterrichts mit Themen der unbelebten Natur. Göttingen: Cuvillier.
- RÖMPP-Redaktion (2002). Experiment. In: F. Böckler, B. Dill, G. Eisenbrand, F. Faupel, B. Fugmann, T. Gamse, R. Matissek, G. Pohnert, A. Rühling, S. Schmidt, G. Sprenger (Hrsg.). RÖMPP Online. Stuttgart: Thieme. Verfügbar über: <https://roempp.thieme.de/lexicon/RD-05-02363> [Zugriff: 28.09.2022].
- Schäfer, Thomas (2016). Methodenlehre und Statistik. Einführung in Datenerhebung, deskriptive Statistik und Interferenzstatistik. Wiesbaden: Springer.
- Scharfenberg, Franz-Josef (2005). Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse. Bayreuth: Universität Bayreuth, Dissertation.
- Schiefele, Ulrich & Schaffner, Ellen (2020). Motivation. In: E. Wild & J. Möller (Hrsg.). Pädagogische Psychologie. 3., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin: Springer, S. 163-185.
- Schmidt, Maike (2015). Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“. Berlin: Logos.
- Schmitz, Gerdamarie S. & Schwarzer, Ralf (2002). Individuelle und kollektive Selbstwirksamkeitserwartung von Lehrern In: M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.). Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungssituationen. Weinheim und Basel: Beltz (= Zeitschrift für Pädagogik. 44. Beiheft), S. 192-214.
- Schreier, Helmut (1999). Vielperspektivität, Pluralismus und Philosophieren mit Kindern. In: W. Köhnlein; B. Marquardt-Mau & H. Schreier (Hrsg.). Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts. Band 3. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Schreier, Helmut (2011). Sachunterricht können. Ein Modell für die Lehrerbildung auf der Grundlage des Perspektivrahmens Sachunterricht. Braunschweig: Westermann.
- Schreier, Helmut (2013). Forum 20 Jahre GDSU: Der Perspektivrahmen Sachunterricht. In: H.-J. Fischer, H. Giest & D. Pech (Hrsg.). Der Sachunterricht und seine Didaktik. Bestände prüfen und Perspektiven entwickeln. Band 23. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 33-37.
- Schwarz, Jürg (2023). Datenanalyse mit SPSS. Universität Zürich. Verfügbar über: [https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse\\_spss.html](https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss.html) [Zugriff: 28.09.2023].
- Schwarzer, Ralf & Jerusalem, Matthias (2002). Das Konzept der Selbstwirksamkeit. In: M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.). Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungssituationen. Weinheim und Basel: Beltz (= Zeitschrift für Pädagogik. 44. Beiheft), S. 28-53.
- Schwedt, Georg (2019). Einführung in die pharmazeutische Chemie. Berlin: Springer Spektrum.
- Seidel, Christa (2007). Leitlinien zur Interpretation der Kinderzeichnung. Praxisbezogene Anwendung in Diagnostik, Beratung, Förderung und Therapie. Lienz: Journal.
- Shavelson, Richard J.; Hubner, Judith J. & Stanton, George C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46(3), 407-441.



- Shulman, Lee S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), S. 4-14.
- Shulman, Lee S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard educational review*, 57(1), S. 1-22.
- Spitzer, Philipp & Gröger, Martin (2013). Chemie in naturnaher Umgebung und naturbezogenen Kontexten schon im Sachunterricht. In: S. Bernholt (Hrsg.). *Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen*. Kiel: IPN, S. 572-574.
- Steffensky, Mirjam & Neuhaus, Birgit Jana (2018). Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.). *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin: Springer, S. 299-313.
- Streller, Sabine; Bolte, Claus; Dietz, Dennis & Diega, Ruggero Noto La (2019). *Chemiedidaktik an Fallbeispielen. Anregungen für die Unterrichtspraxis*. Berlin: Springer Spektrum.
- Strunck, Ulrich; Lück, Gisela & Demuth, Reinhard (1998). Der naturwissenschaftliche Sachunterricht in Lehrplänen, Unterrichtsmaterialien und Schulpraxis. Eine quantitative Analyse der Entwicklung der letzten 25 Jahre. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(1), S. 69-80.
- Thomas, Bernd (2013). *Der Sachunterricht und seine Konzeptionen. Historische und aktuelle Entwicklungen*. 4., vollständig überarbeitete Auflage. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Thomas, Bernd (2014a). Zur Geschichte der Wissenschaftsdisziplin Didaktik des Sachunterrichts. In: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.). *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V.* Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 51-55.
- Thomas, Bernd (2014b). Historische Entwicklungslinien des Schulfaches Sachunterricht. In: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.). *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V.* Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 15-23.
- Tiemann, Rüdiger & Körbs, Caroline (2014). Die Fragebogenmethode, ein Klassiker der empirischen didaktischen Forschung. In: D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 283-295.
- Vali Zadeh, Mahsa & Peschel, Markus (2018). SelfPro – Entwicklung von Selbstkonzepten beim Offenen Experimentieren. In: U. Franz, H. Giest, A. Hartinger, A. Heinrich-Dönges & B. Reinthoffer (Hrsg.). *Handeln im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts*. Band 28. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 183-190.
- Wagenschein, Martin (2009). *Naturphänomene sehen und verstehen. Genetische Lehrgänge*. Das Wagenschein-Studienbuch. 4. Aufl. Herausgegeben von Hans Christoph Berg. Bern: hep.
- Wagenschein, Martin (2010). *Verstehen lehren. Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch*. Mit einer Einführung von Hartmut von Hentig. 5. Auflage. Weinheim und Basel: Beltz.
- Wahl, Diethelm (2002). Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln? *Zeitschrift für Pädagogik* 48(2), S. 227-241.
- Wahl, Diethelm (2020). *Wirkungsvoll unterrichten in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung. Von der Organisation der Vorkenntnisse bis zur Anbahnung professionellen Handelns*. Mit Beiträgen von Hilbert Meyer, Jörg Schlee und Andreas Schubiger. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Widulle, Wolfgang (2009). *Handlungsorientiert Lernen im Studium. Arbeitsbuch für soziale und pädagogische Berufe*. Wiesbaden: VS.
- Wilhelm, Oliver & Kunina-Habenicht, Olga (2020). Pädagogisch-psychologische Diagnostik. In: E. Wild & J. Möller (Hrsg.). *Pädagogische Psychologie*. 3., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin: Springer, S. 311-334.

- Windt, Anna (2017). Experimentieren in der Grundschule. Lernunterstützung bei der Planung von Experimenten. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 25(158), S. 43-46.
- Woitkowski, David & Breitkopf, Sandra (2019). Fähigkeitsselbstkonzept und Lernerfolg im ersten Fachsemester Physik. *Die Hochschullehre*, 5(46), S. 855-876.

## Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Idealtypische Zuordnung der Konzeptionen des Sachunterrichts innerhalb der Spannungsfelder: Kind – Gesellschaft – Wissenschaft/Fachbezug (Aus: Thomas 2013, S. 149).....	12
Abbildung 2: Gesamtanteil chemischer, physikalischer und technischer Themen in den Lehrplänen von 1970 – 1998.....	15
Abbildung 3: Kompetenzerwartungen im Bereich Natur und Leben (Schwerpunkte „Stoffe und ihre Umwandlung“ und „Wärme, Licht, Feuer, Wasser, Luft Schall“) gemäß Lehrplan Sachunterricht für Nordrhein-Westfalen von 2008 (Abb. aus: MSW 2008a, S. 43).....	18
Abbildung 4: Kompetenzerwartungen im Bereich Natur und Umwelt (Schwerpunkt „Stoffe, ihre Umwandlung und Stoffkreisläufe“) gemäß Lehrplan Sachunterricht für Nordrhein-Westfalen von 2021 (Abb. aus: MSB 2021, S. 189).....	19
Abbildung 5: Funktionelle Aspekte von Experimenten im Unterricht. Aus: GIRWIDZ (2020, S. 267).....	21
Abbildung 6: Experimentierzyklus. Aus: FRISCHKNECHT-TOBLER & LABUDDE 2013, S. 135.....	22
Abbildung 7: Der Forschungskreis. Quelle: <a href="https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/1_Forschen/Paedagogik/Forschungskreis_NaWi.pdf">https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/1_Forschen/Paedagogik/Forschungskreis_NaWi.pdf</a> [Zugriff: 28.09.2023].	24
Abbildung 8: Stellenwert des Themenfeldes „Chemie“ im Sachunterricht. Aus: SPITZER & GRÖGER (2013, S. 573).....	38
Abbildung 9: Hierarchische Struktur des Fähigkeitsselftkonzepts. Aus: WOITKOWSKI & BREITKOPF 2019, S. 858.....	48
Abbildung 10: Modell professioneller Handlungskompetenz – Professionswissen. Aus: BAUMERT & KUNTER 2013, S. 292.....	55
Abbildung 11: Naturwissenschaftliche Perspektive des Perspektivrahmens Sachunterricht. Aus: GDSU (2013), S. 39.....	68
Abbildung 12: Fünfeck zur Aufgabenkultur. Aus: ADAMINA (2013), S. 119.....	72
Abbildung 13: Anschauliche Darstellung der zeitlichen und methodische Schritte des Forschungsdesigns ...	82
Abbildung 14: Ablauf einer inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse in 7 Phasen. Aus: KUCKARTZ & RÄDIKER (2022, S. 132).....	137
Abbildung 15: Finales Codesystem .....	140
Abbildung 16: Verschiedene Formen einfacher und komplexer Analyse nach Abschluss des Codierens Aus: KUCKARTZ & RÄDIKER 2022, S. 147 .....	144
Abbildung 17: Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie Interesse mit Subkategorien.....	149
Abbildung 18: Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie Interesse mit Subcodes und Sub-Subcodes.....	150
Abbildung 19: Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie Fähigkeitsselftkonzept mit Subcodes .....	156
Abbildung 20: Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie Selbstwirksamkeit mit Subkategorien .....	160
Abbildung 21: Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie Selbstwirksamkeit mit Sub-Subcodes.....	161
Abbildung 22: Code-Matrix-Browser zur Hauptkategorie Professionswissen mit Subcodes und Sub-Subcodes.....	172
Abbildung 23: Spezifizierung des Sub-Subcodes Didaktische Rekonstruktion .....	173
Abbildung 24: Spezifizierungen des Sub-Subcodes Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunterricht .....	173

Abbildung 25: Spezifizierungen des Subcodes pädagogisches Wissen mit fünf Sub-Subcodes .....	174
Abbildung 26: Überschneidungen und Doppelcodierungen innerhalb eines Textsegments .....	190
Abbildung 27: Code-Matrix-Browser zu Hauptkategorien und Subcodes (ohne Sub-Subcodes).....	190
Abbildung 28: Codelandkarte aller Hauptkategorien von Person (1).....	192
Abbildung 29: Codelandkarte aller Hauptkategorien von Person (2).....	193
Abbildung 30: Codelandkarte aller Hauptkategorien von Person (3).....	193
Abbildung 31: Codelandkarte von Person (1) zu Überschneidung von Codes am Segment.....	195
Abbildung 32: Codelandkarte von Person (2) zu Überschneidung von Codes am Segment.....	197
Abbildung 33: Codelandkarte von Person (3) zu Überschneidung von Codes am Segment.....	199
Diagramm 1: Merkmal Interesse mit den Skalen Interesse an Experimenten allgemein (blau), (Sach-)Interesse am Experimentieren (grün) und Interesse an den Naturwissenschaften (rot) im Pre-Post-Vergleich.....	116
Diagramm 2: Merkmal Fähigkeitsselbstkonzept mit der Skala Herausforderung beim Experimentieren im Pre-Post-Vergleich.....	117
Diagramm 3: Merkmal Selbstwirksamkeit mit den Skalen Selbstwirksamkeit beim Unterrichten (blau) und Selbstwirksamkeit beim Experimentieren (grün) im Pre-Post-Vergleich.....	119
Diagramm 4: Merkmal Professionswissen mit den Skalen fachliches Wissen (blau), fachdidaktisches Wissen (grün) und pädagogisches Wissen (rot) im Pre-Post-Vergleich .....	121
Diagramm 5: Merkmal Interesse mit den Skalen Interesse an Experimenten allgemein (blau), (Sach-)Interesse beim Experimentieren (grün) und Interesse an den Naturwissenschaften (rot) im Pre-Post-Follow-up- Vergleich.....	129
Diagramm 6: Merkmal Fähigkeitsselbstkonzept mit der Skala Herausforderung beim Experimentieren im Pre-Post-Follow-up-Vergleich.....	130
Diagramm 7: Merkmal Selbstwirksamkeit mit den Skalen Selbstwirksamkeit bezüglich des Unterrichts (blau) und Selbstwirksamkeit beim Experimentieren (grün) im Pre-Post-Follow-up-Vergleich .....	132
Diagramm 8: Merkmal Professionswissen mit den Skalen fachliches Wissen (blau), fachdidaktisches Wissen (grün) und pädagogisches Wissen (rot) im Pre-Post-Follow-up-Vergleich.....	133
Tabelle 1: Was ist ein Experiment? (Nach: Grygier & Hartinger 2009, S. 15) .....	27
Tabelle 2: Überblick über die genutzten Versuche für die Intervention .....	63
Tabelle 3: Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser in Abhängigkeit von der Wassertemperatur. (Werte nach Hofheinz & Prechtl 2012, S. 224) .....	65
Tabelle 4: Kompetenzerwerb und intendierte Lernziele beim Experimentieren mit „Sprudelgas“ .....	74
Tabelle 5: Konkrete Ausgestaltung der einzelnen Planungsschritte des Forschungsdesigns .....	83
Tabelle 6: Entwicklung des Fragebogens zum Einsatz bei Pre-Post-Follow-up-Befragung, strukturiert nach Merkmalen, Skalen, Anzahl Item/Skala, Beispielen und Autoren .....	87
Tabelle 7: Berechnete deskriptive Kennwerte der Skalen zu den Merkmalen Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und Selbstwirksamkeit (Pilotstudie).....	98
Tabelle 8: Berechnete deskriptive Kennwerte der Skalen des Merkmals Professionswissen (Pilotstudie) .....	100

Tabelle 9: Hauptstudie: Prüfung auf Reliabilität .....	106
Tabelle 10: Mittelwerte und Standardabweichungen über alle Skalen im Pre-Post-Vergleich. Skalen mit auffallenden Abweichungen sind fettgedruckt .....	109
Tabelle 11: WILCOXON-Test. Skalen mit signifikanten Effekten sind fettgedruckt.....	110
Tabelle 12: Effektstärken der Skalen mit signifikanten Veränderungen .....	111
Tabelle 13: Veränderungen im Antwortverhalten bei den drei Skalen Interesse an Experimenten allgemein (blau), (Sach-)Interesse beim Experimentieren (grün) und Interesse an den Naturwissenschaften (rot) im Pre-Post-Vergleich .....	116
Tabelle 14: Veränderungen im Antwortverhalten innerhalb der Skala Herausforderung beim Experimentieren im Pre-Post-Vergleich.....	118
Tabelle 15: Veränderungen im Antwortverhalten zu den Skalen Selbstwirksamkeit bezüglich des Unterrichtens (blau) und Selbstwirksamkeit beim Experimentieren (grün) im Pre-Post-Vergleich .....	119
Tabelle 16: Veränderungen im Antwortverhalten zu den Skalen fachliches Wissen (blau), fachdidaktisches Wissen (grün) und pädagogisches Wissen (rot) im Pre-Post-Vergleich.....	121
Tabelle 17: Antwortverhaltens der Profiteure (grün), Nicht-Profiteure (blau) und Wider-Erwarten-Typen (rosa).....	123
Tabelle 18: Veränderungen der Mittelwerte im Verlauf der drei Befragungen.....	128
Tabelle 19: Deduktiv festgelegte Kategorien und Subkategorien zu Beginn der Auswertung .....	139
Tabelle 20: Anzahl Sub-Subcodes und Codierungen je Hauptkategorie.....	145
Tabelle 21: Summary Grid zu stärkenden und hemmenden Faktoren zur Selbstwirksamkeit.....	162

## Anhang

## A. Versuchsreihe für die Intervention: „Was sprudelt in der Brause?“

### Was sprudelt in der Brause?

#### Der Rosinenaufzug

**Man braucht:**

- Mineralwasser
- 2 Gläser, ca. 200 ml
- Rosinen
- Leitungswasser



**Anleitung:**

- Fülle Mineralwasser in das Glas.
- Gib jetzt 3-5 Rosinen in das Glas und beobachte, was passiert.
- Führe den gleichen Versuch mit dem Leitungswasser durch.
- Vergleiche deine Beobachtungen!

*Tipp: Zusätzlich zu den Rosinen kannst du zum Beispiel auch Pfefferkörner, Erbsen, Reiskörner oder ähnliches in das Mineralwasser geben. Überlege vorher, was du vermutest, was mit diesen Sachen passiert.*

## Was sprudelt in der Brause?

### Der Rosinenaufzug – Erklärung

#### Beobachtung:

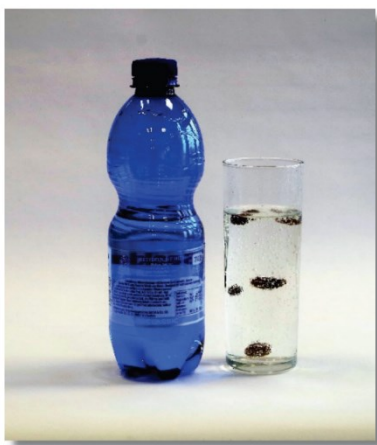
Die Rosinen sinken zuerst auf den Boden des Glases. Dann kann man beobachten, dass sich kleine Bläschen an den Rosinen bilden. Sobald genügend Bläschen an einer Rosine anhaften, schwimmt sie nach oben an die Oberfläche. Dort platzen die kleinen Bläschen und schon sinkt die Rosine wieder nach unten. Dieser Vorgang kann sich mehrmals wiederholen. Mit Leitungswasser lässt sich das nicht beobachten. Die Rosinen bleiben am Boden liegen.

#### Erklärung:

Wie du sicher weißt, enthält Mineralwasser Kohlensäure. Deshalb sprudelt das Mineralwasser auch. Wenn du eine Flasche Mineralwasser schüttelst, kannst du sehen, wie sich Bläschen bilden. Beim Öffnen der Flasche zischt es dann sogar. Wir sagen: „Die Kohlensäure geht raus“. Diese kleinen Bläschen an den Rosinen sind aus Kohlensäure, die sich an der Oberfläche der Rosine anlagert. Sobald genügend Bläschen vorhanden sind, wirken sie wie ein Schwimmring, der scheinbar Luft enthält und so die Rosinen nach oben trägt. Wenn die Bläschen an der Oberfläche platzen, wird die Rosine nicht länger getragen, sodass sie wieder auf den Boden sinkt.

Wir wissen jetzt, dass es anscheinend „Kohlensäurebläschen“ sind, die wie ein Schwimmring wirken. Der Chemiker nennt das Gas in den „Kohlensäurebläschen“ **Kohlenstoffdioxid**. Oft spricht man auch von **CO<sub>2</sub>**, das ist die chemische Formel für das Gas.

Der Versuch funktioniert besonders gut mit Rosinen, weil die getrockneten Rosinen eine besonders große Oberfläche haben, obwohl sie so klein sind. Wenn du genau hinschaust (mit der Lupe), dann kannst du sehen, wie faltig und schrumpelig die Haut der Rosinen ist. An dieser Haut können die Bläschen besonders gut anhaften.





## Was sprudelt in der Brause?

### Einen Luftballon mal anders aufblasen

**Man braucht:**

- eine 0,5-l-Getränkeflasche
- 4 Brausetabletten
- Messbecher
- Wasser
- einen Luftballon



**Anleitung:**

- Puste den Luftballon vor dem Versuch ein paar Mal auf, damit er sich leichter ausdehnt.
- Gib vier Brausetabletten in die trockene Getränkeflasche.
- Fülle die Flasche etwa halbvoll mit Wasser.
- Jetzt musst du ganz schnell den Luftballon über die Öffnung der Flasche stülpen.
- Warte eine Weile ab und beobachte genau, was passiert.

## Was sprudelt in der Brause?

### Einen Luftballon mal anders aufblasen – Erklärung

#### Beobachtung:

Die Brausetabletten lösen sich sprudelnd in dem Wasser auf. Es bildet sich ein Schaum und viele kleine Blasen, die schnell zerplatzen. Dabei wird der Luftballon aufgeblasen.

#### Erklärung:

Das Aufblasen des Luftballons kann man so erklären, dass beim Auflösen der Brausetabletten im Wasser so etwas wie Luft entsteht. Der Schaum und vielen kleinen Blasen enthalten aber keine Luft, sondern ein anderes **Gas** als Luft.

Wir können auch sagen: Es entsteht ein Gas, welches vorher noch nicht da war. Der Chemiker nennt das Gas **Kohlenstoffdioxid**.

Oft spricht man auch von **CO<sub>2</sub>**, das ist die **chemische Formel** für das Gas.



## Was sprudelt in der Brause?

### Der Brausetabletten-Feuerlöscher I

#### Man braucht:

- 1 Marmeladenglas
- Brausetabletten
- Messbecher mit Wasser
- 1 kleine Kerze z. B. Weihnachtsbaumkerze
- 1 Messer
- Schneidebrettchen
- Knete
- Streichhölzer



#### Anleitung:

- Halbiere die Kerze mit dem Messer auf dem Schneidebrettchen.
- Forme aus der Knete einen kleinen Kerzenständer. Befestige die Kerze mit dem Kerzenständer auf dem Boden des Glases in der Mitte. Die Kerze darf nicht oben aus dem Glas herausragen.
- Gieß vorsichtig Wasser in das Glas, ohne dass der Kerzendocht nass wird. Nur so viel Wasser einfüllen, dass der Wasserstand tiefer als der Kerzenrand ist.
- Zünde die Kerze an.
- Halbiere die Brausetablette und gib sie vorsichtig in das Wasser.
- Beobachte genau, was passiert.

*Tipp: Je nachdem, wie groß und voll das Glas ist, reicht die halbe Brausetablette nicht aus. Dann gib einfach noch die andere Hälfte dazu.*

## Was sprudelt in der Brause?

### Der Brausetabletten-Feuerlöscher I – Erklärung

#### Beobachtung:

Die Brausetablette löst sich im Wasser auf, es sprudelt heftig und spritzt ein bisschen. Nach einiger Zeit geht die Kerze langsam aus.

#### Erklärung:

Die Kerze im Glas braucht den Sauerstoff aus der Luft, um brennen zu können. In unserem Experiment wird der Sauerstoff (die Luft) aber durch das Sprudelgas, das beim Lösen der Brausetablette im Wasser entsteht, verdrängt, weil es schwerer ist als Luft. Deshalb wird die Flamme erstickt, die Kerze geht aus.

Der Chemiker nennt das Sprudelgas **Kohlenstoffdioxid** oder auch  $CO_2$  (chemische Formel).



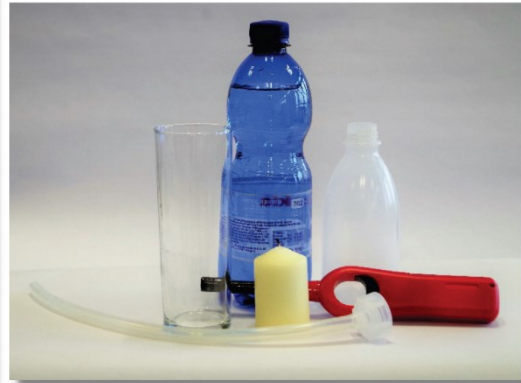


## Was sprudelt in der Brause?

### Die Sprudelgas-Spritze

#### Man braucht:

- 1 Kunststoffflasche (250 ml)
- 1 passenden Spritzverschluss
- 1 passenden Schlauch
- Mineralwasser  
(mit viel Kohlensäure)
- 1 hohes Trinkglas
- 1 kleine Stumpfenkerze
- Stabfeuerzeug



#### Anleitung: Lass dir von einem Erwachsenen helfen!

- Fülle die Kunststoffflasche etwa halbvoll mit dem Mineralwasser.
- Mach den Schlauch an dem Spritzverschluss fest.
- Stelle die Kerze in das Trinkglas und zünde sie mit dem Stabfeuerzeug an.
- Halte dann den Schlauch in das Glas, so nahe wie möglich an die Kerze.  
*Achtung: Wenn du zu dicht an die Flamme kommst, schmilzt der Schlauch!*
- Jetzt kannst du vorsichtig anfangen die Flasche zu schütteln. Es soll aber kein Mineralwasser durch den Schlauch fließen.
- Es dauert vielleicht eine Weile, bis du etwas beobachten kannst, schüttle so lange weiter ...

Was glaubst du, was passiert?

*Tipp: Überleg dir, wie du aus einer Kunststoff-Getränkeflasche (0,5 l) und einem Strohhalm eine eigene Spritzflasche bauen kannst.*

## Was sprudelt in der Brause?

### Die Sprudelgas-Spritze – Erklärung

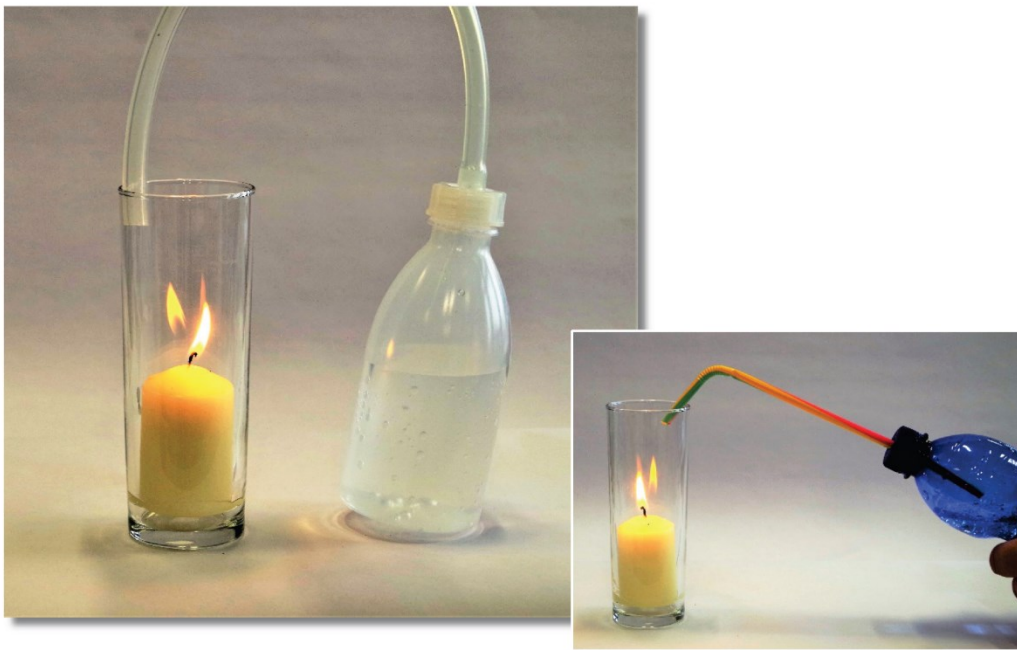
#### Beobachtung:

In dem Mineralwasser entstehen beim Schütteln Gasbläschen. Nach kurzer Zeit kannst du beobachten, dass die Kerze „wie von selbst“ ausgeht.

Achtung: Bei der Durchführung ist es wichtig, dass die Kerze nicht durch Mineralwasserspritzer oder durch Auspusten gelöscht wurde.

#### Erklärung:

Durch das Schütteln der Mineralwasserflasche entweicht die Kohlensäure in Form von Gasbläschen. Wir wissen schon, dass es **Kohlenstoffdioxid** heißt. Das **Kohlenstoffdioxid** gelangt nach einer Weile durch den Schlauch in das Glas mit der Kerze. Weil Kohlenstoffdioxid schwerer ist als Luft, sinkt es im Glas nach unten und verdrängt dort die Luft. Eine Kerzenflamme braucht unbedingt Luft, um brennen zu können. Da aber bei diesem Versuch die Luft im Glas von dem Kohlenstoffdioxid verdrängt wird, erstickt die Flamme und die Kerze geht aus.



## Was sprudelt in der Brause?

### Der Brausetabletten-Feuerlöscher II

#### Man braucht:

- 1 Brausetablette
- 1 Holzspieß (z. B. Schaschlikspieß)
- 1 Messbecher mit Wasser
- 1 Trinkglas (0,2 l)
- 1 Teelicht
- 1 Stabfeuerzeug oder Streichhölzer



#### Anleitung:

- Zünde das Teelicht an.
- Fülle das Glas etwa halb voll mit Wasser.
- Gib die Brausetablette in das Glas.
- Zünde jetzt schnell den Holzspieß an dem Teelicht an.
- Halte den Holzspieß dann vorsichtig in das Glas, ohne dass er in das Wasser eintaucht.

Was glaubst du, was passiert?

## Was sprudelt in der Brause?

### Der Brausetabletten-Feuerlöscher II – Erklärung

#### Beobachtung:

Die Brausetablette löst sich sprudelnd in dem Wasser auf.

Sobald der brennende Holzspieß in das Glas hinein gehalten wird, geht die Kerze aus.

#### Erklärung:

Beim Auflösen der Brausetablette entstehen Gasbläschen. Wir wissen schon, dass es **Kohlenstoffdioxid** ist. Das Kohlenstoffdioxid breitet sich im Glas aus und verdrängt so die Luft nach oben. Die kleine Flamme am Holzspieß braucht den Sauerstoff aus der Luft, um brennen zu können. Die Flamme geht also sofort aus, wenn sie im Glas in die Schicht mit dem Kohlenstoffdioxid eintaucht.





## Was sprudelt in der Brause?

### Welche Kerze erstickt zuerst?

#### Man braucht:

- 1 Brausetablette
- 1 Messbecher mit Wasser
- 3 kleine Kerzen  
(z. B. Weihnachtsbaumkerzen)
- 1 leere Teelichthülle
- 1 Marmeladenglas
- Schneidebrettchen
- Messer
- Stabfeuerzeug



#### Anleitung:

- Schneide die drei Kerzen mit dem Messer auf dem Schneidebrettchen unterschiedlich lang ab. Die Kerzen dürfen später nicht über den Rand des Marmeladenglases hinausragen.
- Befestige die drei Kerzen in der Hülle des Teelichts, indem du am besten vorher etwas flüssigen Wachs in die Teelichthülle tropfst und die Kerzen dann schnell hineinsetzt.

*Lass dir von einem Erwachsenen helfen!*

- Stelle jetzt die Kerzen in die Mitte des Marmeladenglases und fülle vorsichtig so viel Wasser ein, dass die Teelichthülle etwa zur Hälfte im Wasser steht.
- Zünde die Kerzen mit dem Stabfeuerzeug an.
- Halbiere die Brausetablette und lass beide Hälften langsam in das Wasser fallen.  
Was glaubst du, was passiert?

## Was sprudelt in der Brause?

### Welche Kerze erstickt zuerst? – Erklärung

**Beobachtung:**

Die Brausetablette löst sich sprudelnd im Wasser auf. Nach kurzer Zeit geht zuerst die kurze Kerze aus, dann die mittlere und zum Schluss die längste Kerze.

**Erklärung:**

Beim Auflösen der Brausetablette entsteht **Kohlenstoffdioxid**, welches allmählich die Luft aus dem Marmeladenglas von unten nach oben verdrängt. Das Kohlenstoffdioxidgas erstickt die Flammen der Kerzen. Deshalb geht die kleine Kerze auch zuerst aus, dann die mittlere und schließlich auch die größte Kerze.



## Was sprudelt in der Brause?

### Der Brausetabletten-Feuerlöscher III

#### Man braucht:

- 1 Kunststoffflasche (100 ml)
- 1 passenden Spritzverschluss
- 1 passenden Schlauch
- Wasser
- 1 Brausetablette
- etwa 10 Teelichter
- Streichhölzer oder Stabfeuerzeug



#### Anleitung:

- Fülle die Kunststoffflasche etwa halbvoll mit Wasser.
  - Befestige den Schlauch an dem Spritzverschluss.
  - Zünde alle Teelichter an und stelle sie im Kreis auf
  - Zerkleinere die Brausetablette und gib die Teile in die Spritzflasche.
  - Jetzt die Flasche schnell verschließen.
  - Den Schlauch kannst du jetzt nacheinander an die Teelichter halten.  
*Achtung: Nicht zu dicht an die Flamme halten, sonst schmilzt der Schlauch!*
- Du weiß schon, was passiert? Wie viele Teelichter schaffst du zu löschen?  
Wie kannst du noch mehr schaffen?

*Tipp: Eine andere Anordnung der Teelichter ist auch möglich. Probiere aus – wie kannst du die meisten Teelichter löschen?*

## Was sprudelt in der Brause?

### Der Brausetabletten-Feuerlöscher III – Erklärung

#### Beobachtung:

Die Brausetabletten lösen sich sprudelnd in dem Wasser auf. Der Schaum und die Gasbläschen steigen zum Teil bis in den Schlauch auf.

Je nachdem, wie schnell und geschickt man ist, kann man mehrere Teelichter löschen, indem man den Schlauch an die Teelichter hält.

#### Erklärung:

In der Spritzflasche entsteht Kohlenstoffdioxid, welches die Luft in der Flasche über den Schlauch nach außen verdrängt. Schließlich gelangt auch das Kohlenstoffdioxid über den Schlauch nach außen. In diesem Moment lassen sich die Teelichter löschen, weil das Gas die Flamme erstickt.

*Ach so!*

*Nach diesem Prinzip funktionieren auch tatsächlich viele Feuerlöscher. Sie enthalten  $\text{CO}_2$ , also Kohlenstoffdioxid.*





## Was sprudelt in der Brause?

### Die Sprudelpumpe

#### Man braucht:

- 1 Schüssel, in der das Glas liegen kann
- 1 hohes Glas (0,2 l)
- 1 Deckel (z. B. vom Marmeladenglas)
- Wasser
- 2 Brausetabletten



#### Anleitung:

- Fülle die Schüssel so voll mit Wasser, dass das Glas ganz untertaucht, wenn man es auf die Seite legt.
- Leg den Deckel auf den Boden der Schüssel, so dass das Innere nach oben zeigt.
- Jetzt fülle das Glas voll Wasser und leg es seitlich in die Schüssel. Wenn die Schüssel jetzt schon sehr voll ist, kipp etwas Wasser ab, damit das Wasser später nicht überläuft.
- Stelle nun das Glas aufrecht auf den Deckel, mit der Öffnung nach unten. Im Glas sollte jetzt nur noch Wasser und keine Luftblase mehr sein.
- Du brauchst 1,5 Brausetabletten, die du jetzt schnell unter Wasser von der Seite in das Glas schiebst.
- Beobachte genau, was passiert. Sobald dort keine Veränderung mehr erkennbar ist, kannst du das Glas mit dem Deckel vorsichtig anheben (vielleicht fließt noch etwas Wasser heraus).
- Stelle das Glas mit dem Deckel wieder richtig herum neben die Schüssel.
- Du brauchst das verschlossene Glas für den Versuch „das unsichtbare Gas“!  
*Was ist wohl darin enthalten?*

#### Tipp!

*Je nachdem wie groß das Glas ist und welchen Durchmesser es hat, braucht man vielleicht mehr oder weniger Brausetabletten, damit am Ende alle Flüssigkeit aus dem Glas verdrängt ist. Einfach ausprobieren.*

## Was sprudelt in der Brause?

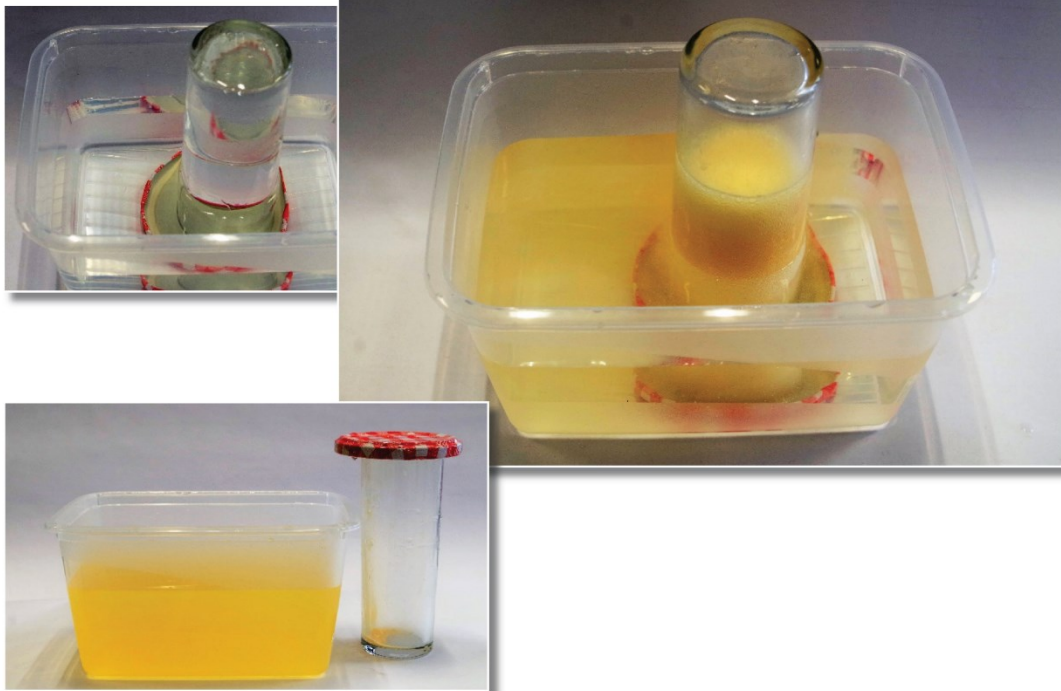
### Die Sprudelgaspumpe – Erklärung

#### Beobachtung:

In dem Glas lösen sich die Brausetabletten heftig sprudelnd auf. Nach kurzer Zeit kann man sehen, wie die Flüssigkeit im Glas weniger wird. Die Flüssigkeit wird nach außen gedrängt und das Wasser in der Schüssel färbt sich gelb-orange. Teilweise steigen Bläschen außen am Glas hoch. Zum Schluss ist in dem Glas (fast) kein Wasser mehr, es *scheint* leer zu sein.

#### Erklärung:

In dem Glas löst sich die Brausetablette in dem Wasser, es entsteht **Kohlenstoffdioxid**. Das Gas braucht mehr Platz, deshalb verdrängt es das Wasser aus dem Glas. Wenn die Brausetabletten komplett aufgelöst sind, hört die Reaktion auf. Das Glas ist jetzt komplett mit Kohlenstoffdioxid gefüllt. Indem man es mit dem Deckel abdeckt und aus der Schüssel hebt, kann man es für weitere Versuche nutzen.



## Was sprudelt in der Brause?

### Das unsichtbare Sprudelgas

**Man braucht:**

- 1 hohes Trinkglas (0,2 l)
- 1 Stumpenkerze
- das Glas mit dem Brausetablettengas aus Versuch „die Sprudelgaspumpe“
- Stabfeuerzeug



**Anleitung:**

- Stell die Stumpenkerze in das leere Trinkglas und zünde sie mit dem Stabfeuerzeug an.
- Jetzt kannst du den Deckel von dem „gefüllten“ Glas abnehmen und das Kohlenstoffdioxidgas in das Trinkglas „gießen“.

*Du weißt sicher schon, was passieren wird?*

## Was sprudelt in der Brause?

### Das unsichtbare Sprudelgas – Erklärung

#### Beobachtung:

Eigentlich sieht man nicht viel. Man gießt aus einem scheinbar leeren Glas etwas Unsichtbares in ein Glas mit einer brennenden Kerze. Die Kerze geht sofort aus.

#### Erklärung:

Wir wissen, in dem Glas mit Deckel aus dem Versuch „die Sprudelgaspumpe“ ist Kohlenstoffdioxid enthalten.

Wir wissen auch, dass die Kerze den Sauerstoff aus der Luft braucht, um brennen zu können. Bei diesem Versuch zeigt sich wieder, dass Kohlenstoffdioxid die Luft in dem Glas verdrängt. Was hier besonders deutlich wird ist, dass das Kohlenstoffdioxid schwerer sein muss als Luft, weil es nach unten fließt und die dort vorhandene Luft (die leichter ist) verdrängt.





## Was sprudelt in der Brause?

### Die Brauserakete

#### Man braucht

- Eine leere Dose Brausetabletten oder eine Fotodose
- Eine Brausetablette
- Wasser



#### Anleitung

- Die leere Brausetablettendose (bzw. die Fotodose) füllst du mit etwas Wasser (ca. 1-2 cm hoch).
- Danach gibst du eine Brausetablette dazu und verschließt die Dose sofort mit dem Deckel.
- Stell die Dose senkrecht auf den Kopf (also Deckel nach unten) und geh schnell einige Schritte zurück.
- Warte ab, was passiert.
- Versuche es auch einmal mit mehr Wasser und/oder weniger Brausetablette! Was stellst du fest?

#### *Tipp:*

*Nicht alle Dosen von Brausetabletten eignen sich gleich gut. Entscheidend ist, wie fest der Deckel schließt. Sitzt er zu fest, passiert vielleicht gar nichts, sitzt er zu locker, dann funktioniert es zwar, aber nicht so eindrucksvoll. Am besten ausprobieren!*

## Was sprudelt in der Brause?

### Die Brauserakete – Erklärung

#### Beobachtung

Die Brausetablettendose fliegt nach wenigen Sekunden in die Luft.

#### Erklärung

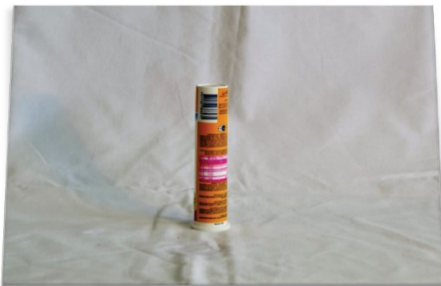
In der Dose reagiert die Brausetablette mit dem Wasser. Du kennst das, die Brausetablette fängt an sich aufzulösen. Dabei bildet sich ein Gas – das nennt man Kohlenstoffdioxid.

In der Dose entsteht innerhalb kurzer Zeit sehr viel von dem Gas. Weil die Dose fest verschlossen ist, kann das Gas Kohlenstoffdioxid nicht entweichen. So entsteht in der Dose ein Druck, der immer größer wird, bis nach kurzer Zeit der Deckel dem Druck nicht mehr standhalten kann. Der Deckel wird zusammen mit dem Wasser weggeschleudert. Dadurch kann die Dose, weil sie leicht ist, weit nach oben fliegen.

Man nennt das Rückstoßprinzip: Die Dose stößt sich vom austretenden Wasser und Gas ab. Der Rückstoß erfolgt dann in die entgegengesetzte Richtung, also senkrecht nach oben.

#### Ach so!

*Nach dem Rückstoßprinzip funktioniert zum Beispiel auch ein echter Raketenantrieb. Vielleicht hast du auch schon von dem Rückstoß beim Schießen mit einem Gewehr gehört? Aber auch in der Natur findet sich das, zum Beispiel bei einem Tintenfisch, der sich nach diesem Prinzip fortbewegt.*



## Was sprudelt in der Brause?

### Das Brauseboot

#### Man braucht

- eine Spritze (z. B. 20 ml)
- einen passenden Korken als Verschluss für die Spritze
- 1-2 Brausetabletten
- Wasser
- eine flache Wanne mit Wasser gefüllt zum Ausprobieren



#### Anleitung

- Zieh den Stempel der Spritze ab (den brauchst du nicht) und probiere aus, ob der Korken als Verschluss passt.
- Hast du deine „Wasserbahn“ (Wanne) bereitstehen?
- Halbiere eine Brausetablette und gib eine Hälfte in die Spritze.
- Jetzt muss es schnell gehen! Fülle die Spritze mit Wasser fast voll auf und halte die Öffnung an der Spitze zu, damit kein Wasser herausfließt.
- Jetzt ganz schnell das Ganze mit dem Korken fest verschließen.
- Setz dein Boot ins Wasser und beobachte, was passiert.

#### *Tipp:*

*Probiere es mehrmals aus.*

*Du kannst auch mehr Braustabletten benutzen, je nachdem, wie groß die Spritze ist.*



## Was sprudelt in der Brause?

### Das Brauseboot – Erklärung

#### Beobachtung

Das Brausetablettenboot fährt.

#### Erklärung

In der Spritze reagiert die Brausetablette mit dem Wasser. Du kennst das, die Brausetablette fängt an sich aufzulösen. Dabei bildet sich ein Gas – das nennt man **Kohlendioxid**.

In der Spritze entsteht innerhalb kurzer Zeit sehr viel von dem Gas. Weil die Spritze mit dem Korken fest verschlossen ist, kann das Gas nur durch die kleine Öffnung der Spritze entweichen.

Man nennt das Rückstoßprinzip: Die Spritze stößt sich vom austretenden Wasser und Gas ab. Der Rückstoß erfolgt dann in die entgegengesetzte Richtung.

#### Ach so!

*Nach dem Rückstoßprinzip funktioniert zum Beispiel auch ein echter Raketenantrieb. Vielleicht hast du auch schon von dem Rückstoß beim Schießen mit einem Gewehr gehört? Aber auch in der Natur findet sich das, zum Beispiel bei einem Tintenfisch, der sich nach diesem Prinzip fortbewegt.*







## Was sprudelt in der Brause?

### Was sprudelt in der Brause? – Erklärung

Anleitung für Lehrkräfte

#### Beobachtung:

In manchen Bechern fängt es nach Zugabe von Wasser heftig an zu schäumen und zu sprudeln. In manchen Bechern passiert gar nichts.

#### Erklärung:

Die Auswertung der Versuchsreihe ergibt, dass zwei Kombinationen nach Zugabe von Wasser heftig sprudeln und schäumen:

1. Zitronensäure + Kaiser Natron (Natriumhydrogencarbonat) + Wasser
2. Zitronensäure + Soda (Natriumcarbonat) + Wasser

Daraus können Sie nun schließen, dass diese Inhaltsstoffe für das Sprudeln in der Brause verantwortlich sind. Ein Inhaltsstoff allein kann nicht sprudeln, es müssen immer beide vorhanden sein und in Wasser gelöst werden. Erst wenn diese beiden Inhaltsstoffe in Wasser gelöst werden, kann das Gas Kohlenstoffdioxid entstehen.

Vergleichen Sie mit anderen Sachen, z. B. Brausebonbons, Brausepulver, Badekugeln usw.



**B. Fragebogen**

Fragebogen „Experimentieren im Sachunterricht“



Markieren Sie bitte die Antwort mit einem Kreuz, die für Sie am ehesten zutrifft.

		trifft voll und ganz zu	trifft zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß nicht ...
1	Es ist leicht, Grundschul Kinder für naturwissenschaftliche Experimente zu begeistern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Es fällt mir leicht, naturwissenschaftliche Experimente im Sachunterricht zu behandeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Es ist wichtig, dass Grundschul Kinder naturwissenschaftliche Experimente im Sachunterricht kennenlernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Es fällt mir leicht, naturwissenschaftliche Experimente selbstständig zu erarbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Ich habe Interesse an naturwissenschaftliche Experimenten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Grundschul Kinder sind in der Lage, naturwissenschaftliche Experimente zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Naturwissenschaftliche Experimente im Sachunterricht motivieren Grundschul Kinder.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Ich fühle mich kompetent, naturwissenschaftliche Experimente im Sachunterricht zu behandeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Es gibt naturwissenschaftliche Experimente, die für Grundschul Kinder angemessen sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Ich finde es spannend, mich mit naturwissenschaftlichen Experimenten zu beschäftigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Es ist für Grundschul Kinder sinnvoll, naturwissenschaftliche Experimente im Sachunterricht zu behandeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Ich unterrichte gerne naturwissenschaftliche Experimente im Sachunterricht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Ich beschäftige mich gerne mit naturwissenschaftlichen Experimenten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Die Naturwissenschaften finde ich schwierig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Ich habe genug Wissen, um naturwissenschaftliche Experimente im Sachunterricht behandeln zu können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Ich kann Grundschul Kindern naturwissenschaftliche Experimente verständlich vermitteln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Achten Sie bitte auf das geänderte „Ankreuzmuster“.

<i>Beim Experimentieren möchte ich ...</i>		stimmt völlig	stimmt ziemlich	stimmt teils teils	stimmt wenig	stimmt überhaupt nicht
17	... herausfinden, wie geschickt ich bin.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	... etwas Neues lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	... sehen, wie gut ich es hinbekomme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	... neue Erkenntnisse zu einem naturwissenschaftlichen Phänomen erwerben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	... feststellen, ob ich eine schwierige Aufgabe erfolgreich bewältigen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	... verstehen, wie etwas funktioniert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	... knifflige Aufgaben bekommen, um zu sehen, ob ich solche Herausforderungen meistern kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	... die Antwort auf eine interessante physikalische/biologische/chemische Frage finden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	... Aufgaben erledigen, bei denen ich ein bestimmtes Ergebnis erfolgreich erreichen muss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	... ein naturwissenschaftliches Gesetz verstehen lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	... herausfinden, wie gut ich die Anweisungen zum Experiment erledigen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	... ein naturwissenschaftliches Gesetz überprüfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	... Aufgaben bekommen, deren Durchführung eine Herausforderung ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	... meine eigene Vermutung überprüfen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	... Aufgaben bekommen, deren Durchführung einfach ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	... mich mit Problemen befassen, die für meinen Lehrerberuf wichtig sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	... meine Fähigkeiten testen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	... nachvollziehen, wie Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen denken während sie forschen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	... mein naturwissenschaftliches Wissen anwenden und erweitern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	... nicht unbedingt wissen, wie etwas funktioniert, Hauptsache ich bekomme das richtige Ergebnis raus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Stellen Sie sich vor, Sie sollten jetzt Experimente durchführen.

		stimmt völlig	stimmt ziemlich	stimmt teils teils	stimmt wenig	stimmt überhaupt nicht
37	Obwohl man für die Experimente viele Geräte benötigt, glaube ich, dass mir die Experimente gelingen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	Selbst wenn in der Experimentieranleitung für diese Experimente keine Zeichnungen enthalten sind, glaube ich, dass ich das schaffe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	Selbst wenn die Fachleiterinnen die Experimente nicht vorführen oder erläutern, schaffe ich das.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	Auch wenn ich besonders genau arbeiten muss, gelingen mir die Experimente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	Ich schaffe die Experimente sogar dann, wenn ich während des Experimentierens nicht von den Fachleiterinnen unterstützt werde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	Obwohl ich wenig Zeit zum Experimentieren bekomme, schaffe ich es.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43	Ich schaffe die Experimente, auch wenn ich dabei nervös werde.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44	Ich bin davon überzeugt, dass ich im Allgemeinen sehr gut experimentieren kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45	Selbst wenn die Experimente ein bisschen gefährlich sind, glaube ich, dass ich es schaffe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46	Ich bin davon überzeugt, dass ich die Experimente auch dann schaffe, wenn ich dabei einen Gas-Brenner benutzen muss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fragebogen „Experimentieren im Sachunterricht“

Achten Sie bitte auf das erneut geänderte „Ankreuzmuster“.

		trifft voll und ganz zu	trifft zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
47	Im Allgemeinen macht es mir Spaß, mich mit naturwissenschaftlichen Themen zu befassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
48	Ich lese gerne etwas über Naturwissenschaften.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
49	Ich beschäftige mich gerne mit naturwissenschaftlichen Problemen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50	Ich eigne mir gerne neues Wissen in den Naturwissenschaften an.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
51	Ich bin interessiert, Neues in den Naturwissenschaften zu lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
52	Ich habe Interesse daran, im Sachunterricht zu experimentieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
53	Es macht mir Spaß mich mit dem Thema „Experimentieren“ in meiner Freizeit zu befassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
54	Im Sachunterricht mit Kindern zu experimentieren, macht mir keinen Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
55	Ich lese gerne etwas über das Thema „Experimente“.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
56	Es macht mir Spaß das Thema „Experimente“ für den Sachunterricht vorzubereiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
57	Ich beschäftige mich gerne mit Problemen aus dem Themenbereich „naturwissenschaftliche Experimente“ in meiner Freizeit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
58	Ich eigne mir gerne neues Wissen über das Thema „naturwissenschaftliche Experimente“ an.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
59	Soweit es geht, vermeide ich es, mit Kindern im Sachunterricht zu experimentieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60	Ich bin interessiert, Neues über das Thema „Experimentieren“ zu lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
61	Ich fühle mich kompetent genug, im Sachunterricht mit Kindern Experimente durchzuführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
62	Ich bin in der Lage im Sachunterricht Experimente mit Kindern durchzuführen, bei denen die Kinder naturwissenschaftliche Inhalte verstehen können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
63	Selbst wenn es mir mal nicht so gut geht, kann ich doch beim Experimentieren immer noch gut auf die Schüler eingehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
64	Ich traue mir zu, Schülerexperimente in den Sachunterricht zu integrieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
65	Ich kann Schüler für neue Projekte zum Thema „Experimentieren“ begeistern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
66	Ich fühle mich überfordert, mit Kindern im Sachunterricht zu experimentieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Fragebogen „Experimentieren im Sachunterricht“

		trifft voll und ganz zu	trifft zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
67	Ich fühle mich kompetent genug, eine Unterrichtsreihe mit vielen Experimenten z. B. zum Thema „Luft“ zu planen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
68	Ich kenne verschiedene Methoden des Experimentierens.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
69	Ich denke, Experimente im Sachunterricht sind überflüssig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70	Ich traue mir zu, in heterogenen Klassen Experimente durchzuführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
71	Mir ist es wichtig, dass Kinder vom selbstständigen Experimentieren im Sachunterricht profitieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
72	Ich denke, es reicht ab und zu mal ein Experiment zu machen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
73	Mir ist es wichtig, dass Kinder nicht nur Versuche nach Anleitung durchführen, sondern auch eigene Forscherfragen entwickeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
74	Ich denke, es reicht, wenn ich als Lehrkraft ein Experiment vorführe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
75	Mir ist es wichtig, dass Kinder eigene Experimente planen und durchführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
76	Ich halte es für erforderlich, dass die Kinder im Sachunterricht die Fachmethoden des Experimentierens lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
77	Ich fühle mich kompetent genug, um einen Sachunterricht zu planen, in dem die Kinder selbstständig Versuche durchführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
78	Ich traue mir zu einen Sachunterricht zu planen, in dem Experimente in Partner- /Gruppenarbeit durchgeführt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
79	Ich kann mit Kindern im Sachunterricht nur experimentieren, wenn das vollständige Material für die Versuche in der Schule vorhanden ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
80	Die Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunterricht ist mir zu zeit- und arbeitsintensiv.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
81	Ich würde erst ab der 3. Klasse mit Kindern im Sachunterricht experimentieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
82	Ich denke, dass ich auch mit wenig Aufwand (Zeit/Material) viele interessante Experimente mit den Kindern machen kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
83	Es überfordert mich, mit einer ganzen Klasse Experimente durchzuführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
84	Ich finde, dass sich Experimente auch gut in Reihen zu naturwissenschaftlichen Themen integrieren lassen, z. B. vom Korn zum Brot.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
85	Ich denke, dass das Experimentieren in der Grundschule noch nicht nötig ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
86	Das Experimentieren mit Kindern in der Schuleingangsstufe ist noch zu anspruchsvoll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Abschließend möchten wir Sie bitten, noch einige berufsbiographische Fragen zu beantworten.**

**87 Welchen Studiengang haben Sie absolviert? Bitte kreuzen Sie an.**

- Lehramt an Grundschulen (Gs)
- Lehramt an Grundschulen mit integrierter Förderpädagogik (Gs-IFP)
- Lehramt an Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschule (HRSGe)
- Lehramt an Haupt-, Real-, Sekundar- und Gesamtschule mit integrierter Förderpädagogik (HRSGe-IFP)
- Sonstiges, und zwar: \_\_\_\_\_

**88 Welche Regelstudienzeit hatte ihr Studium?**

\_\_\_\_\_ Semester

**89a Welche(n) Bereich(e) des Sachunterrichts haben Sie mit Ihrem Studium belegt?**

- Naturwissenschaften
- Gesellschaftswissenschaften
- Integrierten Sachunterricht (Natur- und Gesellschaftswissenschaften)
- Nur ein Fach (siehe Frage 89b)
- Sonstiges, und zwar: \_\_\_\_\_

**89b Falls Sie nur ein Fach studiert haben: Welches Fach war das?**

- Biologie
- Physik
- Chemie
- Technik
- Sonstiges, und zwar: \_\_\_\_\_
- Sozialwissenschaften (Politik, Soziologie, Ökonomie)
- Geographie
- Geschichte
- Haushaltswissenschaften

**90 Mussten Sie ein Leit- bzw. Schwerpunktfach wählen? Welche Disziplin haben Sie als Leit- bzw. Schwerpunktfach studiert? (Falls Sie mehrere wählen mussten, geben Sie bitte alle an)**

- Trifft für mein Studium nicht zu.
- Biologie
- Physik
- Chemie
- Technik
- Sonstiges, und zwar: \_\_\_\_\_
- Sozialwissenschaften (Politik, Soziologie, Ökonomie)
- Geographie
- Geschichte
- Haushaltswissenschaften

**91 Haben Sie ein Praxissemester absolviert?**

- Ja  Nein

**92a Haben Sie bereits, bevor Sie den Vorbereitungsdienst angetreten haben, an einer Grundschule unterrichtet (Praxisphasen wie das Praxissemester sollen hier nicht zählen)?**

- Ja  Nein (bitte weiter zu Frage 93)

**92b Wie viele Monate mit welchem Anteil an Sachunterricht haben Sie VOR dem Vorbereitungsdienst bereits unterrichtet?**

\_\_\_\_\_ Monat(e) mit ca. \_\_\_\_\_ % Sachunterricht

**93 Wie viele Monate unterrichten Sie nun insgesamt schon an der Grundschule? \_\_\_\_\_**

**94 Schätzen Sie den Anteil ihrer Unterrichtsinhalte im Sachunterricht: Wie viel Prozent des Unterrichts fallen auf naturwissenschaftliche Themen, wie viel auf gesellschaftswissenschaftliche Themen?**

\_\_\_\_\_ % Naturwissenschaftliche Themen

\_\_\_\_\_ % Gesellschaftswissenschaftliche Themen

**95a Wie oft haben Sie bis heute mit Kindern im Sachunterricht experimentiert?**

- Einmal  Viermal  
 Zweimal  Fünfmal oder mehr  
 Dreimal  Noch nie (bitte weiter zu Frage 96)

**95b Wie viele (Schul-)Stunden haben Sie durchschnittlich im Sachunterricht mit Kindern experimentiert?**

\_\_\_\_\_ (Schul-)Stunden

**95c Wie lang ist es her, dass Sie mit Kindern experimentiert haben?**

- Weniger als zwei Wochen  In den letzten zwei bis drei Monaten  
 Weniger als vier Wochen  In den letzten 6 bis 12 Monaten

**96 Wie sehr stimmen Sie mit folgenden Aussagen überein?**

		nie	selten	manchmal	oft
96a	Ich habe meinen Unterricht verändert, nachdem ich mit Kindern erstmals experimentiert habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
96b	Ich habe vorher mit Kollegen über meine Unterrichtsplanung zum Vorhaben „Experimentieren“ gesprochen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
96c	Ich habe mit anderen Lehramtsanwärter/-innen über meine Unterrichtsplanungen zum „Experimentieren“ gesprochen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
96d	Ich habe mit anderen Lehramtsanwärter/-innen über meine Unterrichtserfahrungen zum Experimentieren gesprochen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**97 Welche naturwissenschaftlichen Fächer haben Sie in Ihrer Schulzeit während der Oberstufe belegt?**

Physik	Chemie	Biologie
nicht belegt <input type="checkbox"/>	nicht belegt <input type="checkbox"/>	nicht belegt <input type="checkbox"/>
Grundkurs <input type="checkbox"/>	Grundkurs <input type="checkbox"/>	Grundkurs <input type="checkbox"/>
Leistungskurs <input type="checkbox"/>	Leistungskurs <input type="checkbox"/>	Leistungskurs <input type="checkbox"/>

**98a Haben Sie das Thema „Experimentieren“ innerhalb ihres (Sachunterrichts-)Studiums behandelt?**

Ja  Nein (bitte weiter zu Frage 99)

**98b Bewerten Sie die Qualität des Themas „Experimentieren“ innerhalb ihres Studiums:**

		trifft voll und ganz zu	trifft zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu
98b1	In den Einheiten habe ich selbst experimentiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
98b2	Die Darbietung des Stoffes war sehr ausführlich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
98b3	Das Niveau der vermittelten Inhalte war sehr hoch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
98b4	In den Einheiten wurden fachliche Inhalte thematisiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
98b5	In den Einheiten wurden fachdidaktische Inhalte gelehrt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**99 Haben Sie bereits Fortbildungen zum Thema „Experimentieren“ besucht?**

Ja  Nein

*Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme an der Befragung!*

**Wie erstelle ich meinen persönlichen Code?**

Der persönliche Code setzt sich aus sechs Buchstaben bzw. Zahlen zusammen: Aus dem ersten und dem letzten Buchstaben des *Vornamens Ihrer Mutter*, aus den Ziffern des *Geburtstages Ihrer Mutter* (bitte zweistellig angeben) sowie aus den ersten beiden Buchstaben Ihres *eigenen Geburtsmonats*.

**Beispiel**

	Erster und letzter Buchstabe des Vornames der Mutter	Zweistellige Ziffer des Geburtstages der Mutter	Die ersten beiden Buchstaben des eigenen Geburtsmonats
Beispielantworten	<u>R</u> enate	4. Mai 1966	16. <u>S</u> eptember 1994
Code	RE	04	SE

Mein persönlicher Code lautet: \_\_\_\_\_

### Leitfaden für die Interviews – kommunikative Validierung

Interviewnummer	Name	Ort	Datum	Dauer
		online		

#### Vorbereitung & Einführung

- ❖ **Begrüßung** Befragte Person begrüßen und für die Teilnahme bedanken.
- ❖ **Um was geht es?** Kommunikative Validierung der Fragebögen:  
a) **Ergebnisse** vorstellen; b) **Interpretation** darlegen; c) **Einschätzung** der Kandidatin erfragen
- ❖ **Zeitraumen** 20-30 min
- ❖ **Freiwilligkeit betonen**
- ❖ **Vertraulichkeit** Das Interview wird **aufgezeichnet**, damit das Gespräch anschließend transkribiert und ausgewertet werden kann. Alle Angaben sind **vertraulich**. Ihre Aussagen werden **anonymisiert**.
- ❖ **Einverständniserklärung** Mündlich erläutern und bestätigen lassen.
- ❖ **Haben Sie (Rück-)Fragen?**

**Ausbildungshintergrund, Praxiserfahrungen in der Ausbildung bzw. im Schulalltag**

Schule	Studium	Vertretungsunterricht	Experimentieren im VD/UB	Reflexion	Fortbildung
--------	---------	-----------------------	--------------------------	-----------	-------------

**Nr. Hauptfrage**

**Detailfragen**

- 1**
- **Wie oft** experimentieren Sie seit Sie fertige Lehrerin sind?      Jede Unterrichtsstunde? Einmal in der Woche? Einmal pro Monat?
  - Haben Sie als Lehrerin eine **Fortbildung** zum Experimentieren im SU besucht?



## Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept

Interesse allg. an Experimenten		Interesse beim Experimentieren		Interesse an Naturwissenschaften	
Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
	Follow-Up		Follow-Up		Follow-Up
Δ		Δ		Δ	
Interesse insgesamt ....bewertet, aber   Welche Themen sind das?   Können Sie das erläutern?					

Persönliche Herausforderung beim Experimentieren (FSK)		
Pre	Post	Follow-Up
		Δ

Sie liegen ....dem theor. Mittelwert, aber .... als vorher.

- Woran könnte das liegen?
- Zeit- u. Arbeitsaufwand?
- (Un-)Sicherheit?

### Nr. Hauptfrage

### Detailfragen

- 2 Kinder experimentieren ja eigentlich immer sehr gerne.  
Wie gerne experimentieren Sie?
  - Wieviel eigenes Interesse/Motivation/Leidenschaft bringen Sie mit ein?
  - Wie wichtig ist, dass Sie selbst besonders gut Experimente durchführen können?
- 3 Sie haben im FS intensiv mit «Sprudelgas» experimentiert und darüber reflektiert.  
Profitieren Sie heute noch davon?
  - Spiele die besondere **Situation im VD** eine Rolle?
    - Spaß, Gruppe, hoher Anspruch im VD, UB?
    - Mehr intensive Vorbereitung, mehr Unterstützung, im Vergleich zu Schulalltag heute?
  - Mehr Zeit investiert in Vorbereitung von Unterricht?
- 4 Wirkt sich der Schulalltag auf Ihre Motivation aus, im Unterricht zu experimentieren?

## Selbstwirksamkeit

Selbstwirksamkeit beim Unterrichten (4er Likert)			Selbstwirksamkeit beim Experimentieren (5er Likert)		
Pre	Post	Follow-Up	Pre	Post	Follow-Up
<p>Sie haben damals (pre) angegeben, dass Sie ... Experimentalunterricht durchführen und sich dabei ... fühlen und sich das ... zutrauen.                      Nach der Intervention (post) war es ... und nach zwei Jahren hat sich das... verschoben.                      Würden Sie das bestätigen?</p>			<p>Sie hatten ... von der Intervention... profitiert, haben das aber 2 Jahre später... eingeschätzt.                      Wie erklären Sie sich die Veränderungen?</p>		
Δ			Δ		

**Nr. Hauptfrage**

**Detailfragen**

- 5 Nach welchen Kriterien wählen Sie Experimente aus?
  - Bezug zu den Kindern: Was trauen Sie denen zu?
  - Bezug zu sich selbst: Was trauen Sie sich zu (Demoversuch vs. Schülerversuch)? Was gibt Sicherheit, was macht Stress?
- 6 Wie bereiten Sie diesen Unterricht vor?
  - Gibt es ein Konzept in der Schule? Materialordner, Curriculum, Materialboxen, Team?
- 7 Wie zufrieden sind Sie damit?
 

Was läuft gut, was ist schwierig?
- 8 Welche **Erfahrungen** zum Experimentieren im SU haben Sie als fertige Lehrkraft gemacht?

## Professionswissen

Fachliches Wissen (CK)			Fachdidaktisches Wissen (PCK)			Pädagogisches Wissen (PK)		
Pre	Post	Follow-Up	Pre	Post	Follow-Up	Pre	Post	Follow-Up
		Δ			Δ			Δ

### Nr. Hauptfrage

### Detailfragen

- 9** Welchen Stellenwert haben Experimente in Ihrem Sachunterricht?
- 
- 10** Zu welchem Zweck setzen Sie Experimente ein?
- 
- 11** Was hat sich in der Zeit von der Ausbildung bis jetzt bei Ihnen verändert?
- Wie haben Sie sich als Lehrerin entwickelt?
- Wie ist das, wenn man früher Mentorinnen und Mentoren bzw. FL hatte und heute alles selbst entscheiden muss?

## Abschluss des Gesprächs

- Mit dem Blick zurück: Tipps an FS SU?
- Möchten Sie etwas ergänzen, was Ihnen noch wichtig ist?

### Nachbereitung

- Besonderheiten der Befragungssituation und persönlichen Eindruck von der befragten Person nach dem Interview notieren.

## D. Transkribierte Interviews

### *Interview Person (1)*

Name der Audio-/Videodatei: audio\_only\_1  
Dauer der Aufnahme: 00:36:23  
Datum der Transkription: 13.11.2021  
Ersttranskription: audiotranskription.de Transkriptionsservice,  
Transkriptionsregeln Dresing&Pehl 2018  
Besonderheiten: \*durch InterviewerIn auszufüllen\*  
---

I: Wir legen los. Ich glaube, es wird bei Ihnen jetzt auch angezeigt? #00:00:03-3#

B: Ja. #00:00:05-0#

I: Sie können jetzt auch rausgehen, dann (lacht) habe ich Pech gehabt. Gut. Ja, Sie hatten ja auch die Fragen zum Ausbildungshintergrund und so Ihr Persönliches in der Zeit vor diesen Fachseminaren, die wir gemacht haben. Und da hatten Sie angegeben, dass Sie in der Schule, Grundkurs Bio hatten. Also, keinen Leistungskurs. Physik oder Chemie gar nichts, ne? Und dass Sie sich aber im Studium relativ intensiv mit dem Experimentieren im Praktikum, ich weiß ja, was da gelaufen ist, beschäftigt haben. Das haben Sie auch sehr positiv rückgemeldet. Sie hatten vor dem Vorbereitungsdienst 18 Monate Vertretungsunterricht und davon 30 Prozent ungefähr, mit Sachunterricht verbracht und hatten im VD, Vorbereitungsdienst ist klar ne, die Abkürzung, schon mehr als fünfmal vorher experimentiert. Und das letzte Mal war weniger als zwei Wochen her. Also, Sie waren da schon sehr stark auch unterwegs und haben auch, so haben Sie es angegeben, Ihren Unterricht auch immer noch mal hinterher, ja wenn Sie reflektiert haben, noch mal verändert und haben das besprochen. Weiß ich jetzt nicht, ob mit Kolleginnen oder mit der Mentorin, also ja. Ich muss jetzt aufpassen, dass ich nicht alles kommentiere, im Sinne von Bewerten. Wir sind ja nicht mehr als Fachleiterinnen unterwegs. Und (an? Fortbildung haben Sie bis dahin noch nicht teilgenommen. Eine Frage hätte ich noch. Wenn Sie so an Ihre persönlichen Lernvoraussetzungen denken, von Ihrer Biografie als Kind. Gab es da irgendwelche besonderen Aspekte, wo Sie sagen, das hat mich schon geprägt, im Sinne von, ich habe immer schon gerne experimentiert? Kann ja sein, dass der Vater auch Chemie Lehrer ist, oder so was? #00:01:50-0#

B: Ja. Also, meine Mutter ist Grundschullehrerin und hat damals auch/ da musste man sich ja noch festlegen, also hatte auch den Schwerpunkt Biologie. Und demnach/ Ich war schon immer viel mit in Schule und sie war da auch, sage ich mal versiert drinnen, sodass ich das immer mal mitgekriegt habe. Und meine Mutter es auch oft an mir dann getestet hat gerade die Phase. Funktioniert das, kann das schon ein sechsjähriges Kind? Und ich hatte auch eine sehr engagierte Grundschullehrerin selber, wo wir viel experimentiert haben. Also, wo ich mich auch wirklich/ auch jetzt noch daran erinnern kann. Also, dass wir zum Wetter viele Experimente gemacht haben, oder weiß ich nicht, Spitzwegerich ist so eine ganz einprägsame Erinnerung. Dass wir daraus dann Honig gewonnen haben und/ Ja wie gesagt, also da war jemand sehr engagiert in Sachen Sachunterricht unterwegs. Und dadurch ist das glaube ich so gekommen. Und dann, wie gesagt, in der Schule war es immer sehr abschreckend so, weil irgendwann habe ich den Anschluss verloren, in Chemie, Physik, mit den ganzen Formeln, et cetera. Und war dann einfach, obwohl ich mathematisch jetzt schon interessiert bin, waren das irgendwie nie so meine Fächer und deswegen wurde es dann weniger. Und im Studium ja, wurde der Sachunterricht ja ziemlich breit aufgefächert und dann musste man sich irgendwie wieder damit auseinandersetzen. Und wie vorhin schon gesagt, war halt dieses Praktikum glaube ich, auch sehr ausschlaggebend bei dem Herrn

XXX dann damals, wo man wirklich viel praktisch gemacht hat. Wo man dann wirklich Dinge gemacht hat, die auch grundschulspezifisch waren. In Physik haben wir das teilweise auch gemacht, aber das war dann eher ja, ich würde ja sagen, ab fünfter Klasse so, wo ich sagen würde, da kann man eher damit umgehen. Aber da erinnere ich mich so am meisten dran. Und dann habe ich mich viel damit beschäftigt und dann kam halt auch das Interesse dann im Praxissemester dazu, zu forschen. #00:03:48-2#

I: Ja, das passt so ins Bild, ne? Dass Sie da auch mit sehr viel Interesse eigentlich auch dann offenbar drangeblieben sind, ne? Jetzt, nach zwei Jahren, wie oft experimentieren Sie denn, seitdem Sie fertige Lehrerin sind? Jetzt haben Sie gerade schon von heute gesprochen und von nächster Woche. #00:04:05-3#

B: Ja, also dadurch, dass jetzt Corona war, war es natürlich etwas weniger. Aber wir haben es schon so gemacht. Also, ich würde sagen Dezember bis April, waren wir bis auf zwei Wochen glaube ich, ich weiß es gar nicht mehr. Also auf jeden Fall in der Zeit, wo sie zu Hause waren, haben wir ja auch einige Experimente dann zu Hause gemacht. Also, das was möglich war. Also, die Wasserrose zum Beispiel, das konnten die gut machen. Oder zur Kapillarkraft von Wasser allgemein. Noch mal mit der Wasserbrücke. Und da haben wir uns halt so ein bisschen mit dem Phänomen Wasser beschäftigt, weil wir kurz bevor wir in den Lockdown gegangen sind, so im September, Oktober, November damit angefangen haben, dass ich denen den Forschungskreislauf halt nahegelegt habe und wir so das erste Mal so überlegt haben ja, wie geht denn ein Forscher vor? Wir brauchen erst eine Vermutung, dann machen wir den Versuch, dann beobachten wir. Dann nutze ich auch immer noch viel meiner Materialien aus dem Praxissemester. Also, da zehre ich noch von dieser Forschungsarbeit. Weil da war auch das Ergebnis dieser Arbeit okay. Kinder können das schon im ersten Schuljahr und mir war es jetzt wichtig, dadurch dass ich jetzt die zum ersten Mal quasi alleine von Anfang an, vom ersten Schultag an für mich quasi aufziehen kann für die Grundschulzeit, dass sie das von Anfang an so drinnen haben. Und ja, wie gesagt, wir haben letzte Woche das erste Mal wieder experimentiert und man merkt einfach, das ist denen schon von Anfang an bewusst gewesen. Also, ich würde sagen, jetzt versuche ich es, dass wir es jede Woche einmal schaffen. Sonst alle zwei Wochen, im ersten Schuljahr. Und jetzt aber auch im Fachunterricht. Also, heute haben wir Strom gemacht, im dritten Schuljahr. Und da haben wir auch heute auch Stromkreise gelegt also/ #00:05:53-4#

I: Das ist ja schon viel dann auch, ne? Das merkt man. Haben Sie denn noch mal eine Fortbildung dazu gemacht? #00:05:59-6#

B: Ja, beim Haus der kleinen Forscher war ich noch zweimal. Dann auch fiel das ja so ein bisschen weg. Wir sind auch ausgezeichnet vom Haus der kleinen Forscher. Und ich habe letztes Jahr, kurz bevor es in den Lockdown ging, mit den Viertklässlern einen Tag zum Wasser vorbereitet. Das fiel ja dann leider ins Wasser. (lacht) Aber da hatte ich zum Glück, da wir gut besetzt waren zu der Zeit, viele Stunden, wo ich dann wirklich, mir aus der dritten und vierten Klasse Kinder rausziehen konnte und wir diesen Forschertag vorbereitet haben. Und dann haben wir halt in der Vorbereitung viel auch experimentiert. #00:06:36-7#

I: Und das was Sie jetzt eben erzählt haben, das bezog sich alles auf das erste Schuljahr. Und das mit dem Haus der kleinen Forscher, Forschertag zum Wasser, das war dann eher dritte, vierte Klasse, ne? #00:06:46-1#

B: Wir haben vorbereitet mit den Dritt-, Viertklässlern. Also, wir wollten das so gerne umsetzen, das hat die Schule, also bevor ich da angefangen habe auch schon mal gemacht, dass dann die Dritt- und Viertklässler den Tag der kleinen Forscher vorbereiten und dann die Erst- und Zweitklässler dann daran teilnehmen konnten und auch die Kindergartenkinder teilweise dann

eingeladen wurden. Und ich habe noch im letzten Jahr, fällt mir gerade ein, die Fortbildung zum Miniphänomena besucht, weil wir die Miniphänomena gerade an der Schule aufbauen. Also, wir haben mit Eltern jetzt schon Stationen gebaut und haben jetzt den Antrag für ein Leader Projekt für ein Forschungslabor auf dem Schulhof. Also, wir haben schon abgesteckt, die waren schon vom Tiefbau da und wir hoffen jetzt, dass wir das Geld bewilligt kriegen und so/ #00:07:31-2#

I: Das heißt, Sie sind da auch so schulentwicklungsmäßig ziemlich aktiv unterwegs, ne? Also, nicht für sich und Ihre Klassen, sondern auch so für die ganze Schule. Das muss ja auch passen, ne? #00:07:40-6#

B: Genau. Und das passt mit der Schule halt gut, weil die da alle sehr fit sind und/ Beziehungsweise nicht alle, aber so von Schulleitung aus, die haben da großes Interesse dran. Und da war es auch so, als die Stelle damals ausgeschrieben war, waren die viel im Bereich Bildung für nachhaltige Entwicklung vor allen Dingen, war das ausgeschrieben. Und dann passte das halt ganz gut mit uns so. Und ja, da hat man jetzt einfach noch so die Chance in unseren jungen Dienstjahren, da noch irgendwie was mitzugestalten. #00:08:11-6#

I: Ja, ein Profil zu erstellen, oder so was, ne? Ja, prima. Praxissemester haben Sie eben gesagt, hatten Sie da auch schon ein Forschungsprojekt oder Studien/ Wie heißt das? Studienarbeit zum Experimentieren? #00:08:24-9#

B: Genau. Das haben wir damals bei der Frau Pröll glaube ich, gemacht. Das war eine Doktorarbeit. Und dann haben wir mit Grounded Theory geforscht. Und ich habe halt meine Forschung auf der Grundlage gemacht, eignet sich Experimentieren schon für Erstklässler direkt am Anfang, oder ist es halt eher irgendwas, was man erst im Laufe so des dritten, vierten Schuljahres macht, oder/ Also, Experimentieren von Anfang an, so ungefähr war der (Konsens?) dieser Arbeit. #00:08:53-6#

I: Ja, ja. Ja, das haben Sie ja auch so bestätigt bei den Fragebögen, ne. Da waren Sie ja dann auch (unv.) Expertin (lacht). Genau, gut. Ja, das wusste ich gar nicht. Ist doch toll. Ja, also daher rührt dann offenbar auch Ihr Interesse, was sich auch an den Fragebögen natürlich widergespiegelt hat, dass Sie allgemein Interesse am Experimentieren haben, so wie Sie es jetzt/ also beruflich und privat, ne. Und das Interesse beim Experimentieren SELBST, so diese Fragen beim Experimentieren, möchte ich neue Erkenntnisse zu einem naturwissenschaftlichen Phänomen erwerben, ein naturwissenschaftliches Gesetz verstehen. Also, diese Fragen waren das, mein naturwissenschaftliches Wissen anwenden, etwas Neues lernen, verstehen, wie etwas funktioniert, meine eigene Vermutung überprüfen. Die haben Sie auch beantwortet. NACH dieser Intervention, oder nach diesen Fachseminaren haben Sie das etwas höher bewertet als vorher. Aber jetzt in der dritten Befragung ist ein leichtes Minus? #00:09:57-3#

B: Okay? #00:09:58-8#

I: Genau, darum geht es, ne? Ist das für Sie jetzt selber verwunderlich? Oder würden Sie das bestätigen? Also, so Ihres, warum mache ich überhaupt Experimente? Oder ist es vielleicht gar nicht relevant? #00:10:12-9#

B: Muss ich jetzt drüber/ Also, das waren die Fragen, wo man sagt, ich will selber in Versuchen was rausfinden? #00:10:20-7#

I: Ja. Beim Experimentieren möchte ich neue Erkenntnisse zu einem naturwissenschaftlichen Phänomen erwerben, die Antwort auf eine interessante, physikalische, biologische, oder chemische

Frage finden, ein naturwissenschaftliches Gesetz verstehen lernen, ein naturwissenschaftliches Wissen anwenden und erweitern, etwas Neues lernen. Mich mit Problemen befassen, die für meinen Lehrerberuf wichtig sind. Nachvollziehen wie Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen denken, während sie forschen. Also, das ist so ein Bereich, ne, wo man jetzt sagt, beim Experimentieren, Ihr Interesse, ja, hat jetzt von/ Ich kann Ihnen die Zahlen ja sagen. Sie sind ja insgesamt immer über dem Mittelwert. Das wird mir jetzt auch gerade klar, warum das so ist, ja. Sie sind immer mit sehr hohen Werten eingestiegen und trotzdem kann man halt dann im Null Komma so und so Bereich halt was feststellen. Sie sind eingestiegen mit 4,8 von 5. Hatten dann nach dem Fachseminar 5,0 und jetzt in der dritten Befragung 4,6. Wenn Sie jetzt sagen, das ist ja nicht viel, können Sie so nicht bestätigen, dann ist das auch in Ordnung. #00:11:24-4#

B: Ich kann es mir schon vorstellen, dass es vielleicht so war, dass vor allem, wenn man jetzt im Referendariat und so war, hat man sich ja mit den Versuchen noch mal anders auseinandergesetzt, als jetzt im Unterricht. Also, das ist ja einfach von Zeiten her, rührt das ja. Aber wenn ich zum Beispiel (unv.) eine Personalprüfungsreihe vorbereitet habe, da habe ich mich ja viel intensiver mit den Versuchen auseinandergesetzt und wirklich den Hintergrund erforscht. Wo ich jetzt halt viel auf mein schon vorhandenes Wissen zurückgreife und mit den Kindern dann halt, natürlich den Versuch nicht mehr methodisch, didaktisch auseinandernehme und das daher vielleicht kommen könnte. Also, das könnte ich mir vorstellen. Ansonsten kann ich es mir nicht erklären, aber/ #00:12:03-9#

I: (lacht) Ja, ist ja schon eine Erklärung. Und Ihr Interesse an Naturwissenschaften insgesamt ist jetzt bei mir auch von 3,2 auf 3,8. Das heißt bei mir, das ist schon eine Differenz von zweimal Plus. Ja eben, das war jetzt einmal Minus. Und hier wäre jetzt zweimal PLUS Können Sie das irgendwie erläutern? #00:12:25-8#

B: Also ich glaube jetzt so, während der ganzen Entwicklung, so der letzten Zeit, das ist ja immer viel so/ Es geht ja jetzt inzwischen auch im politischen Bereich viel um Natur und Entwicklung und Nachhaltigkeit. Und dass man sich dann schon auch damit auseinandersetzt. Auch im privaten Bereich, was dann auch einfach, ja mehr Interesse dann für die Themen an sich macht. Also, ich habe mich in letzter Zeit viel mit Plastik auseinandergesetzt. Dann habe ich mit den Kindern auch zum Müll was gemacht, weil/ das sich dann irgendwie überschneidet. Wo man dann aber auch privat mal eine Dokumentation guckt, oder also das ist schon/ hat man mehr/ #00:13:04-0#

I: Eher mehr geworden? Ja, okay, gut. Prima. Und jetzt gucken wir noch mal bei der persönlichen Herausforderung zum Experimentieren. Also, das eine war so dieses Interesse, warum ich experimentiere, was mich daran reizt. Und dann diese anderen Fragen, wo es darum ging, beim Experimentieren möchte ich herausfinden wie geschickt ich bin, sehen, wie gut ich es hinbekomme. So Ihr Ehrgeiz vielleicht, das besonders gut hinzukriegen. Oder Ihre Experimentalkompetenz da unter Beweis zu stellen. Ja, feststellen, ob ich eine schwierige Aufgabe bewältigen kann. Herausfinden, wie gut ich Anweisungen zum Experiment erledigen kann, ohne HILFE zu arbeiten und diese Fragen waren das. Da waren Sie jetzt auch in der dritten Befragung etwas weniger in der Einschätzung, niedriger in der Einschätzung als vorher. Also, von 3,1, 3,7 auf 3,0. Trifft das auch so das, was Sie eben schon gesagt haben? #00:14:05-0#

B: Ja, ich könnte mir vorstellen, dass es daran liegt. Also, man hat ja jetzt auch nicht mehr so den großen Berührungspunkt damit. Also dadurch, dass jetzt auch Corona/ fiel, ja dann auch viel weg. Ich weiß das, während der Miniphänomente-Fortbildung, das war über drei Tage. Da waren wir/ ja, da mussten wir noch mal selber Versuchsstationen aufbauen und selber gucken, wie das funktioniert und das selber hinkriegen. Aber ansonsten ist man ja dann jetzt viel/ Die Kinder machen das eher und man ist so dabei und begleitet den Prozess, ja. #00:14:34-9#

## Anhang D: Transkribierte Interviews

I: Hm. Ist nicht mehr so die Notwendigkeit vielleicht, oder? Dass man/ Oder ja, aber das kommt vielleicht auch gleich noch, wenn man fragt, welche Experimente wählen Sie denn aus, ne. Okay, gut. Kinder experimentieren ja eigentlich sehr gerne. Wie gerne experimentieren Sie? Ist jetzt eine von meinen Hauptfragen hier. EIGENTLICH haben Sie es schon beantwortet, oder wollen Sie es noch mal sagen? Wie gerne experimentieren SIE? #00:15:02-2#

B: Gerne. Also, immer wenn es die Zeit zulässt so in der Schule, nutzen wir die Zeit dafür. (lacht) #00:15:07-4#

I: Motivation, Leidenschaft. Sie brennen für/ Ah, jetzt interpretiere ich schon wieder. Okay, es ist Ihr Part, (lacht) gut. Ja und wie wichtig ist es dann, das trifft es vielleicht noch mal, dass Sie selbst besonders gute Experimente durchführen können, in der Vorbereitung für den Unterricht? #00:15:25-3#

B: Ja, also es ist schon die Voraussetzung. Weil wenn die mir nicht gelingen, dann wird es auch im Unterricht nicht gelingen. Also, es muss schon immer funktionieren. Weil, klar kann man mit Kindern auch hinterfragen, warum das dann in dem Moment nicht funktioniert. Das passiert ja auch einfach schon mal. Aber ich finde vor allem im ersten Schuljahr ist es schon wichtig, um die am Ball zu halten, dass es dann erstmal funktioniert und sie diesen Wow-Effekt quasi von Anfang an so mit erleben. Damit sie dann auch so das Interesse geweckt wird. #00:15:58-2#

I: Hm. Ja, genau. Gut. Sie haben im Fachseminar ganz intensiv mit Sprudelgas experimentiert und darüber reflektiert, ja. Da haben wir gerade an Bildern gesehen. Profitieren Sie heute noch davon? #00:16:11-6#

B: Ja, also der Ordner/ Wir ziehen gerade um und, oder den Ordner hatte ich jetzt noch in den Händen. Also, ich habe meine Experimente eigentlich immer am Ort. Und jetzt/ ich meine sogar, dass wir damals beim Tag (davor schon?) mit Wasser auch, was davon sogar umgesetzt haben. Also ich glaube, mit dem Booten das. Und ja, momentan habe ich ja wie gesagt, ein erstes Schuljahr. Aber ich denke, sobald wir so ein bisschen mit Sprudelgas dann, dass das Verständnis von denen etwas höher ist dafür, werde ich das auf jeden Fall auch wieder anwenden. #00:16:48-5#

I: Und jenseits vom Sprudelgas, also jetzt mehr so dieses Nachdenken über Unterricht. Das Sprudelgas war ja exemplarisch. Sie könnten es ja jetzt auch auf Ihr Thema Wasser oder so was beziehen. Gibt es da noch Sachen, wo Sie sagen, das hat mir damals geholfen? #00:17:04-3#

B: Also ich glaube, diese Materialkisten/ Ich habe viel inzwischen, Material selbst. Und habe auch den Kindern jetzt, als wir jetzt mit Öl experimentiert haben, wirklich die Sachen so zusammengepackt, sodass sie wussten, da müssen sie sich das holen. Also, wir haben auch so eine Materialtheke gehabt. Die auf jeden Fall. Und auch dieses freie Forschen. Also, dass es klare Versuche nach Anleitung gibt, aber auch dieses freie Forschen, dass man einfach mal guckt. Ja, heute zum Beispiel war der Fall, dann hatten wir die Lava Lampe fertig und dann fragte ein Kind: "Und was passiert, wenn wir das denn jetzt noch mal schütteln?" Ja, dann Deckel drauf und dann noch mal schütteln. Auch wenn es jetzt nicht das Experiment an sich war. Aber dass sie dann einfach auch dieses freie Forschen, dass man dafür Raum hat. #00:17:55-1#

I: Dem Drang so nachzugeben, ne. Sie haben damals angegeben, dass Sie nach der Veranstaltung, also wirklich, ja einen höheren Wert hatten, dass Ihnen Ihre Experimentalkompetenz da anscheinend bestärkt worden ist, so hätte ich das jetzt interpretiert. Lag das auch noch an der Situation in ZFSL vielleicht? #00:18:17-3#

B: Also ich glaube immer, dass man immer, wenn man etwas selber tut, also ein bisschen Maria



Montessori, dass man das dann eher verinnerlicht. Also, jede Fortbildung, wo ich hingeh, wo man das selber ausprobieren kann, finde ich, hat einen viel größeren Mehrwert, als wenn ich es nur erzählt bekomme. Wir waren auf einer Fortbildung an einer Uni in Köln letztes Jahr auch. Ich weiß gar nicht mehr, da ging es auch um Naturwissenschaften. Und da war es sehr theoretisch. Also ich meine, es wurden Sachen gezeigt so, die könnte man machen. Aber dadurch, dass man es nicht selber gemacht hat, bleibt es dann nicht so im Gedächtnis. Und das ist einfach durch diesen Tag dann da, sind die Sachen natürlich eher verankert gewesen. #00:19:02-5#

I: Hm. Und Sie haben es eben selber schon angesprochen, früher hatte ich mehr Zeit mich mit diesen einzelnen/ und wenn es jetzt für einen UB war, mich mit diesen Sachen zu beschäftigen, habe da viel mehr Zeit investiert. Spielt das vielleicht auch eine Rolle, dass das im Nachgang dann vielleicht da eine höhere Bewertung gab und jetzt nach zwei Jahren eine niedrigere Bewertung? Also, einfach die Situation im Seminar jetzt, an drei Terminen einfach nur zu experimentieren, das bringt ja auch Spaß. Das darf ja auch so sein, ne? Oder auch die Planung von Unterricht begleitet durch Fachleitungen, durch Mentorinnen. Dass Sie da sich vielleicht sicherer gefühlt haben? #00:19:42-3#

B: Also, es ist auf jeden Fall, dass es halt präziser war. Durch das (ZFSL?) ja auch wirklich noch/ und wir noch das Glück hatten, dass es die Ausbildung in einem Hauptfach und dann dem anderen Fach war. Wir uns dadurch auf jeden Fall sich viel mehr darauf konzentrieren konnten. Und dann auch nebenbei, auch wenn das Referendariat anstrengend ist, so im Gegensatz zu dem normalen Berufsalltag mit 28 Stunden, ist es dann auch noch mal was anderes und anders anstrengend. Aber man hatte schon Zeit, so dann die Sachen zu machen. War sehr konzentriert, so auf das Fach. #00:20:19-1#

I: Ja, ja, genau. Das kann ich mir vorstellen. Ja, bei dem nächsten Bereich geht es so darum, inwieweit Sie sich den Unterricht zutrauen. Sie haben jetzt auch schon viel dazu erzählt, aber trotzdem würde ich es jetzt noch mal so ein bisschen Revue passieren lassen. Wie sehr Sie sich selbst das Experimentieren zutrauen, haben wir jetzt schon besprochen diese persönliche Experimentalkompetenz. Aber wie sehr Sie sich kompetent fühlen im Unterricht, ja, Sie machen sehr viel und nach welchen/ Sie haben damals angegeben, dass Sie sehr gerne Experimentalunterricht durchführen und sich dabei sicher fühlen und sich das zutrauen. Nach der Intervention war es fast gleich. Und nach zwei Jahren jetzt, hat sich das auch leicht nach oben verschoben. Also, noch stärker rückgemeldet, ja. Das würden Sie auch so/ #00:21:12-2#

B: Ja, auf jeden Fall. Also, jede Erfahrung, jedes Jahr macht einen da sicherer. Und wenn man dreimal Thema Strom gemacht hat, dann weiß man auch schon auf Fragen zu antworten, die man vor zwei Jahren erstmal dachte okay, da muss ich erstmal selber darüber noch mal nachdenken. (lacht) #00:21:26-7#

I: (lacht.) Genau. Man wird einfach versierter und erfahrener, ne? Hm, genau. Ja, sehr schön. Nach welchen Kriterien wählen Sie Experimente aus? Also, mehr so den Bezug zu den Kindern, was trauen Sie denen zu? Oder mehr so, was trauen Sie sich selber zu? #00:21:41-1#

B: Also ich finde, zu Bezug zu den Kindern, was traut man denen zu, finde ich manchmal ziemlich schwierig. Weil oft hat man auch Experimente, wo man denkt, so, oh, das klappt jetzt bestimmt nicht. Aber die können dann schon viel mehr als man sagt. Oft ist es natürlich einzuschätzen, wie viel Materialaufwand steckt dahinter? Was muss ich alles ankarren. Gibt es große Sauerei? (lachend) Ist es gefährlich? Das sind so die Punkte, die man finde ich, abarbeitet und man dann immer froh ist, wenn man dann mal eine größere Lücke hat, wo man dann auch mal ein bisschen, etwas bisschen Aufwendigeres machen kann. Also, klar spielt immer die Rolle, was traue ich mir selber zu. Und wo ich auch sage, wo bin ich so sicher, dass ich den Kindern da wirklich jetzt auch

eine Erklärung liefern kann. Aber das wird halt ja auch immer mehr dadurch, dass man einfach mehr Erfahrungsschatz aufbaut. #00:22:35-5#

I: Hm. Und wie bereiten Sie diesen Unterricht vor? #00:22:38-8#

B: Also, die Kinder/ Ich habe versucht da so Routine reinzubringen, sodass die Kinder immer ein Forscherprotokoll kriegen. Das wissen die wie das aussieht und einen klaren Ablauf. Und dann erstelle ich entweder, oder greife dann auch schon auf vorhandene Sachen, die ich schon erstellt habe zurück mit Versuchsanleitungen. Sehe dann, dass ich das Material vorrätig habe in der Schule, baue dann eine Materialtheke auf und schaue mir dann auch noch mal den wissenschaftlichen Hintergrund an, dass ich dann auch wieder, dass das wieder präsent ist einfach. Dass ich dann auch auf Fragen der Kinder reagieren kann. Und sonst schauen wir aber auch öfter mal gemeinsam einfach nach. #00:23:21-8#

I: Hm. Gibt es ein Konzept an der Schule? Also, Sie haben jetzt gerade gesagt, MINT Schule. Also demnach müsste es ja ein MINT Konzept geben, ne? #00:23:29-0#

B: Ja, es gibt ein Konzept. Und wir mussten uns jetzt auch re-zertifizieren für das Haus der kleinen Forscher. Also, da wird immer wieder daran gearbeitet. Und dadurch, dass wir jetzt auch das Forscherlabor beantragt haben, musste dafür natürlich dann auch wieder ein Konzept geschrieben werden. Eine Themenverteilung gibt es nicht so wirklich. Also, die ist in Überarbeitung/  
#00:23:54-2#

I: Das wäre jetzt meine nächste Frage gewesen. Curriculum, schreibt das etwas vor? #00:23:59-3#

B: Ja ein kleiner Lehrplan ist einfach und ist momentan immer noch in Überarbeitung. Und durch das Corona Schuljahr ist das natürlich jetzt alles ein bisschen nach hinten verschoben. Aber wir schauen in meinem Team, dass die Kinder wenigstens da die gleichen Inhalte machen. Und so in Eins, Zwei, was in eins, zwei gelaufen werden, was da laufen soll. Und in Drei, Vier ist ungefähr klar. Aber zum Beispiel weiß ich es, wir haben letztes Jahr, in meiner Vier habe ich Strom gemacht. Und jetzt haben die Dreier, das in der Drei gemacht. Und weil ich da Fachlehrerin bin, habe ich das jetzt da auch gemacht. Aber so die großen Themen sind klar. Aber wann und wie genau, das ist noch, muss noch wieder festgelegt werden, also. #00:24:42-4#

I: Ja, aber dann hat man ja auch ein bisschen Spielraum. Vielleicht mal mehr, oder eben auch, je nachdem wie man es sieht, weniger zu machen, ne. Und Sie haben dann wahrscheinlich auch schon entsprechend Materialboxen, ne? Haus der kleinen Forscher. #00:24:52-8#

B: Ja, wir haben auch, ich weiß gerade gar nicht mehr, von welchem Verlag die sind, diese großen Plastik Kisten. #00:24:59-0#

I: Spectra. #00:24:59-5#

B: Spectra, genau. Da haben wir zu einigen, zu Schall, zu Wasser, zu Strom. Da haben wir einige Kisten, zu Feuer haben wir was. Und dann halt auch viel ja, eigenes. Also, unsere Konrektorin, ist auch gelernte Hauptschullehrerin. Hat da viel auch Naturwissenschaften unterrichtet. Die hat auch einen sehr großen Fundus. Und wir nutzen immer so die Chance, also zum Beispiel Klasse Zwei züchtet im Moment Pilze. So Sachen, die man so bestellen kann, so umsonst. Und da ist die Schule sehr pfiffig, sage ich mal darinnen, da an Material zu kommen. #00:25:38-2#

I: Hm. Ja, super. Gibt es einen Forscherraum, wenn Sie schon so viel machen? #00:25:43-3#

B: Ja, momentan noch nicht. Deswegen das Forscherlabor gerne auf dem Schulhof. Wir haben oft die Betreuung, oder die OGS genutzt. Aber da wir nächstes Jahr noch mal um einen Zug erweitert werden, weil es einfach zu viele Kinder sind. (lacht) Also, ich habe momentan 29 in meinem ersten Schuljahr. #00:25:59-0#

I: Wahnsinn, ja. #00:26:00-4#

B: Fällt der Raum jetzt weg. Wir weichen auf die OGS auf. Wir haben ein großes Forum oder die Aula. Das können wir schon machen. Aber viel läuft auch im Klassenraum dann einfach auch. #00:26:10-3#

I: Das macht sich ja für Planung von Unterricht, zumal mit Experimenten ja auch bemerkbar, denke ich, ne? #00:26:16-1#

B: Ja, auf jeden Fall. #00:26:16-6#

I: Dass man eben auch da noch mal gut gucken kann, mit 29 Erstklässlern, was kann ich überhaupt machen, ne. #00:26:21-2#

B: Genau. #00:26:21-4#

I: Ja. (lacht) Läuft es denn gut? Wie zufrieden sind Sie denn mit diesem Unterricht? #00:26:27-3#

B: Ich (muss sagen?), ich war letzte Woche sehr überrascht, so. Ich hatte schon gedacht so, Hilfe. Das gibt so ein Chaos, jetzt mit 29 Kindern. Aber ich bin der festen Überzeugung, das hat was damit zu tun, dass die das von Anfang an wussten, wie geht das, was machen wir. Und ja, die haben sich super an die Regeln gehalten, wir sind alle zu Ergebnissen gekommen. Die haben alle TOLL ihre Forscherprotokolle ausgefüllt, wo ich so denke, manche Viertklässler kriegen noch nicht so Skizzen gezeichnet. Aber weil die da einfach dann Lust darauf haben. Und klar habe ich auch/ naja ich habe da Lust drauf. Ich glaube, das spielt eine große Rolle. Wenn man jemanden hat, der da nicht so begeistert davon ist, der so denkt, ich muss das jetzt hier machen, damit wir das irgendwie abgearbeitet haben. Und dadurch hat das sehr gut geklappt. Also, es ist nichts umgefallen. Obwohl wenn, das ist ja auch nicht schlimm. Aber alle halten sich da schon wirklich gut an die Regeln. Also dass ich dann weiß, und wir werfen zusammen dann die Brause nachher da rein, damit niemanden jetzt so der Effekt genommen wird und, ja. Das hat gut geklappt. #00:27:30-5#

I: Sind trotzdem noch Sachen, wo Sie sagen, das bleibt/ das ist schwierig? Das ist/ #00:27:34-4#

B: Also, Gruppenarbeit merkt man einfach/ Also, momentan haben sie dann zu zweit oder zu dritt gearbeitet. Bei Zweiergruppen funktioniert das ganz gut. Bei manchen Dreiergruppen noch nicht so gut. Aber das ist einfach auch dem geschuldet, die haben das ja noch nie gemacht. Also, ich habe vor zwei Wochen gesagt, wir stellen Gruppentische und ein Kind meldete sich und sagte: "Was sind Gruppentische?" Ja, die saßen immer einzeln an ihrem Platz und so diese Kooperation dann in so Forscherteams mit Rollenverteilung und so, da müssen wir dann im nächsten Schuljahr da noch mal ran. #00:28:05-0#

I: Genau. Prima. GUT. Ja, jetzt sind wir schon bei dem letzten Bereich. Ich hatte jetzt eine Frage weggelassen, welche Erfahrungen zum Experimentieren im Sachunterricht haben Sie als fertige Lehrerin gemacht? #00:28:20-7#

B: Ja. (lacht) #00:28:21-9#

I: Viele offenbar, ne? Ja. Viele die auf Ihrem eigenen Engagement fußen, ne? Genau. Ja, haben Sie quasi auch schon beantwortet, aber ich mache es jetzt noch mal. So Ihre Lehrerverberufung hatte ich eben gesagt, war auch so ein Bereich. Da haben Sie einige Fragen mit weniger Zustimmung beantwortet, jetzt beim dritten Mal. Wo ich natürlich jetzt nachfragen würde, woran liegt das? Ich habe eben auch noch mal ausgezählt. In manchen Bereichen sind es ja dann auch nur sechs Fragen. Und wenn dann da drei Fragen mit, schon nur einem Schritt weniger Zustimmung ausgefüllt werden, dann ergibt sich da ja schon ein Unterschied. Zum Beispiel haben Sie die Frage „ich kenne verschiedene Methoden des Experimentierens“ in den ersten beiden Fragebögen mit voller Zustimmung, trifft voll und ganz zu. Und jetzt beim dritten Mal nur, trifft zu. Also, was heißt NUR? Ja, ne? Und das andere war, „ich denke es reicht, wenn ich als Lehrkraft ein Experiment vorführe“. Da haben Sie jetzt gesagt, trifft EHER nicht zu. Da haben Sie damals noch geantwortet, trifft überhaupt nicht zu. Wie erklären Sie sich das, diesen Unterschied? Es ist doch nicht viel, aber immerhin. #00:29:43-4#

B: Hm. Also ich glaube, bei dem Vorführen und Selbermachen ist auch einfach der zeitliche Aspekt. Also dass ich denke, ich kann die nicht IMMER alles selber machen, weil dann schaffen ja gar nicht so viele. Und ich glaube immer noch, dass es mehr bringt, wenn die Kinder es selber machen und für die ein größerer Effekt da ist. Aber manche Phänomene mit 29 Kindern, KANN ich einfach nicht einzeln mit Material ausstatten, so dass dann wiederum das Vorführexperiment ja dann die Lösung ist. Sie können das Phänomen beobachten und können Fragen dazu stellen und können Schritte/ einzelne Schritte selber machen. Aber ich habe halt nicht die Möglichkeit, dass alle es selber machen. Das finde ich dann auch so ein bisschen so, wenn man dann, ja doch/, man war ja schon viel in der Praxis, aber dann trotzdem noch mal so, nach so ein paar Jahren dann so, ja ein bisschen die Blauäugigkeit vielleicht dann. #00:30:36-3#

I: Ja. Oder eben diese hohe Motivation im VD, Sie haben es ja auch schon gesagt, sehr intensiv damit beschäftigt hat und dann natürlich sagt, ja klar geht das, mache ich. Mache ich alles, ne? Ja. Aber das ist eben der Unterschied dann mit der Erfahrung, ne, die es dann bringt. Ja, haben Sie jetzt auch schon quasi beantwortet, aber trotzdem noch mal der Vollständigkeit halber. Welchen Stellenwert haben Experimente in Ihrem Sachunterricht? #00:31:05-5#

B: Einen hohen Stellenwert. #00:31:06-2#

I: Aus fachlicher Sicht. Also, wir haben jetzt ja über Interesse und Motivation und die Kinder machen das gerne. #00:31:11-3#

B: Auf jeden Fall auch einen hohen Stellenwert, weil ich finde mit Experimentieren deckt man ganz viele Kompetenzen, die der Lehrplan einfach fordert, in einem ab. Und deswegen finde ich es immer wichtig, dass es oft, zu jedem Thema, wo es sich dann anbietet auch, einfach als praktische Ergänzung noch dafür genutzt wird. #00:31:31-6#

I: Hm. Ja, das ist dann auch quasi praktische Ergänzung, zu welchem Zweck setzen Sie die Experimente ein? Um eben, ne, als Ergänzung für, zum Beispiel, wir hatten das Beispiel mit der Reihe zum Brot, vom Korn zum Brot. Da kann man natürlich auch viel machen, mit Backpulver und diesen Hefeteig Geschichten, genau. (...) Ja, da noch dann quasi die letzte Frage. Was hat sich in der Zeit von der Ausbildung bis jetzt bei Ihnen verändert? Klingt natürlich schon an in den anderen Dingen. Sie habe ich als Lehrerin entwickelt? #00:32:09-0#

B: Ja. Also ich glaube, dass ich im Experimentieren an sich/ also es geht ja immer noch um den Schwerpunkt (lacht) Experiment, #00:32:15-8#

I: Ja, klar. #00:32:16-7#

B: sicherer geworden bin. Einfach aufgrund des Erfahrungsschatzes. Dass ich es trotzdem geschafft habe das Interesse so weiter mitzunehmen und jetzt auch an Kinder weiter zu geben. Dann halt wirklich das/ ja so ein bisschen das Realitätsnähere. Also nicht mehr, ich beschäftige mich im Vorbereitungsdienst sechs Wochen nur damit, dieses eine Experiment vorzubereiten. Sondern ich schaue, wie kriege ich es in den Alltag der Kinder integriert. Dass es sinnstiftend ist, aber trotzdem auch seinen Platz da findet. Ja und ich glaube, dass es einfach immer weiterentwickelt werden kann und auch, man lernt irgendwie nicht aus. Also, jede Fortbildung, die man macht, wenn sie denn dann gut ist und wo man dann selber noch mal was Praktisches machen kann, ja, bleibt einem irgendwie in Erinnerung. Und dann weiß man, dass es halt wichtig ist, das mit den Kindern zu machen. Weil wenn man als Erwachsener schon auf einer Fortbildung einen Versuch macht, der für Kinder eigentlich ist und der bleibt einem sehr im Kopf, wie ist es dann erst für Kinder, für die dieser Wow-Effekt einfach noch größer ist. #00:33:29-6#

I: Ja, toll. Gut. Ja und dieses Switchen früher mit der Mentorin, oder mit uns als Fachleitung alles zu besprechen, Sie haben es eben schon gesagt. Da konnte man sich sechs Wochen lange mit einem Experiment für ein (UB?) oder was befassen. Und heute alles selber entscheiden zu müssen, das ist Ihnen aber gelungen? Klappt gut? Oder macht es Ihnen manchmal noch Stress? Oder umgekehrt? #00:33:54-6#

B: Ich finde es eigentlich entspannter, dass ich da selber so gucken kann, was passt jetzt zu meiner Lerngruppe. Wir sind da auch im Klassenteam so, in den Jahrgangsteams so aufgestellt, dass, ja also, mein Interessensgebiet ist so der Sachunterricht. Und meine andere Kollegin, die kümmert sich dann um Reli und Englisch und ist dann auch immer froh, wenn ich ihr was abnehme und lässt sich aber auch gerne was zeigen. So dass ich dann immer noch trotzdem in den Austausch komme, oder mit meiner Konrektorin, die da super interessiert ist, von der lerne ich auch immer noch sehr viel. Oder auch an der Schule einfach schulentwicklungstechnisch. Also, man hat ja nicht an jeder Schule die Chance, dass man da ein Konzept für ein Forschungslabor schreibt und hoffentlich im nächsten Jahr da einen Container stehen hat mit Wasser- und Stromanschluss, wo die Kinder dann frei forschen können. #00:34:42-6#

I: Oder eben auch noch Fördergelder einbringt, oder so was, ne, das gibt es ja auch? Ja, toll klasse. Noch mal mit dem Blick zurück, gibt es noch irgendwas, wo Sie sagen, hm, das hätten wir uns damals gewünscht von der Frau X und von der Frau Y? Jetzt bezogen auf Experimente jetzt, im Fachseminar. #00:34:58-3#

B: (...) Hm. Ich überlege. #00:35:04-7#

I: (lacht.) Wenn Sie Fachleiterin würden, wie würden Sie es machen? #00:35:08-5#

B: Also, ich fand immer die Sitzungen immer gut, wo wir viel selber gemacht haben. Also auch Lego Education oder so wo es ja auch dann, nicht im weitesten Sinne. Aber es ist ja schon auch ein bisschen Experimentieren. Oder auch der Tag dazu, das bleibt einfach im Gedächtnis. Und ich glaube, die sind einfach viel wert gewesen. Und auch, wo wir mit Ihnen an der Schule waren. Also wirklich in die Praxis zu gehen und da zu gucken und das mit Kindern zu machen. Und nicht nur untereinander. Ich glaube, das bringt so am meisten. Und, ja das prägt auch, wenn man sich dann im Gegensatz, weiß nicht, das Bachelor-Studium anguckt, wo man irgendwie stupide Formeln irgendwo abgeschrieben, auswendig gelernt hat, wo ich jetzt nichts mehr von weiß. Und wo man dann schon froh ist, dass im Referendariat dann noch mal so was kommt, wo man sagt, so, damit kann ich dann auch in der Schule arbeiten. #00:35:59-3#

I: Ja, prima. Dankeschön. Ja, möchten Sie noch was ergänzen, was Ihnen wichtig ist? Aber/ #00:36:05-3#

## Anhang D: Transkribierte Interviews

B: Nein, ich glaube/ #00:36:07-7#

I: Sie haben sich so schön jetzt rundum zu allem geäußert. (lacht) Ja, ganz herzlichen Dank dafür. Ich mache jetzt mal gerade die Aufnahme aus. Ich glaube, wenn Sie jetzt sonst auch nichts mehr haben. Ich habe jetzt auch nichts mehr. Dann stoppe ich das jetzt mal gerade hier.

**Interview Person (2)**

Name der Audio-/Videodatei: audio\_only\_2  
Dauer der Aufnahme: 00:32:41  
Datum der Transkription: 14.11.2021  
Ersttranskription: audiotranskription.de Transkriptionsser-  
vice, Transkriptionsregeln Dresing&Pehl 2018  
Besonderheiten: \*durch InterviewerIn auszufüllen\*  
---

I: Fahren. Genau, Sie sehen das. Also sind/ #00:00:02-9#

B: Ah ja, dann mache ich verstanden. Ja. #00:00:06-0#

I: Ja? Dann sind Sie damit einverstanden, dass das Interview aufgezeichnet wird, Ihre Ergebnisse, Angaben vertraulich anonymisiert verwendet werden? #00:00:14-1#

B: Ja (lacht). #00:00:15-1#

I: Gut. Also dann würde ich erst ein paar Fragen zum Ausbildungshintergrund. Das war bei dem ersten Fragebogen dabei. Praxiserfahrung in der Ausbildung, beziehungsweise jetzt auch im Schulalltag abfragen wollen. Sie hatten damals in der Schule Grundkurs Bio. Biologie? #00:00:36-8#

B: Ach so, bei meiner Schulzeit oder/ (lacht) #00:00:39-3#

I: Ja, in Ihrer Schulzeit Grundkurs Biologie. #00:00:41-8#

B: Ja. #00:00:42-6#

I: Und im Studium relativ intensiv im Laborpraktikum chemische Experimente, Versuche durchgeführt. So haben Sie es angegeben, ne? #00:00:55-2#

B: Ja. #00:00:55-5#

I: Und vor Ihrem VD, Vorbereitungsdienst haben Sie sechs Monate Vertretungsunterricht gemacht. Mit etwa 30 Prozent Sachunterricht, wobei das ja auch nicht alles Experimente waren. Im VD selbst bis zu dem Zeitpunkt der Befragung hatten Sie mehr als fünfmal mit Kindern bereits experimentiert. Und das jeweils für dreißig Minuten. Und zuletzt so im Rahmen der letzten vier Wochen. Darüber haben Sie manchmal bis oft, so war es angegeben, in/ danach mit Ihrer Mentorin oder mit anderen Lehramtsanwärterinnen gesprochen und vielleicht auch Ihren Unterricht verändert danach nochmal. Und bis dahin hatten Sie keine Fortbildung gemacht. Also das ist das, was ich aus Ihrem Fragebogen erstmal so entnommen/ entnehmen konnte. Was mich jetzt noch interessiert, ist, hatten Sie vor der Schule/ also wir fangen ja hier mit dem Grundkurs Bio an. Hatten Sie vor der Schule schon Erfahrungen, vielleicht zu Hause mit Experimenten. Besondere Erfahrungen. Als Hobby oder weil Ihre Eltern vielleicht da/ ich hatte eine Kollegin von Ihnen, wo die Eltern auch Lehrerin war die Mutter und dann zu Hause eben auch viel experimentiert hat. #00:02:16-4#

B: Also ich würde mal sagen, ohne pädagogischen Hintergrund (lacht). Wir waren immer viel draußen am Dorf. Und dann würde ich eher sagen, dieses Ausprobieren, was man als Kind macht.

## Anhang D: Transkribierte Interviews

Aber jetzt kein angeleitetes Experimentieren oder so. Also dass man einfach viel draußen ist, viel selber entdeckt mit älteren Kindern, die vielleicht schon was in der Schule gemacht haben und dann so mitbringen. Ja, so. #00:02:43-0#

I: Okay. Und diese Experimente in VD, da habe ich mich gefragt, fünfmal je dreißig Minuten, war das eventuell das Experiment des Monats? Oder was haben Sie da gemacht, wissen Sie das noch? #00:02:55-9#

B: Ich habe für die Unterrichtsbesuche mit/ zum Thema Klärwerk war ein Unterrichtsbesuch dazu. Und allgemein, ich glaube, das war/ kann gut sein, dass das gerade zu meiner Unterrichtsreihe zum Thema Wasser war. Weil das war einer Reihe, die so aufgebaut war, dass wir fast jede Stunde was anderes mit Wasser untersucht haben. Also das Klärwerk. Dann aber auch das, was sich in Wasser auflöst, was nicht und warum vielleicht? Das war zu der Zeit. Und in einer anderen Klasse Thema Feuer, was auch sehr, ja, auf Experimentieren ausgerichtet war. #00:03:42-8#

I: Okay, das waren jetzt die Sachen im VD? #00:03:46-8#

B: Hm. #00:03:47-4#

I: Und jetzt sind Sie seit zwei Jahren Lehrerin. Ich glaube, Sie haben auch eine feste, volle Stelle dann (unv.) und machen viel Sachunterricht? #00:03:59-2#

B: Nicht mehr so, nein. Also ich habe eine Klassenleitung. Und im Moment ist das Sachunterricht in einer Klasse (lacht). Also in Klassen zwei, zwei A, zwei B, so parallel, ja. #00:04:13-7#

I: Und wie oft experimentieren Sie, seitdem Sie fertige Lehrerin sind? #00:04:20-9#

B: Nicht mehr oft (lacht) muss ich sagen. Zeitlich vielleicht einmal im Monat, ja. #00:04:35-1#

I: Einmal im Monat? #00:04:36-0#

B: Ja. #00:04:36-5#

I: Zu den Inhalten dann, oder? #00:04:38-2#

B: Ja, ja. Also dass ich probiere es in die Unterrichtsreihen dann mit reinzukriegen, die ich plane. Jetzt ist es ein bisschen schwer wegen Corona, das (lacht) zu beurteilen natürlich die letzten Wochen. Aber da habe ich dann zumindest schon mal versucht/ wir arbeiten mit LOGINEO, also Moodle auch dann eben an unserer Schule, dass ich den Kindern irgendwie so freiwillige Angebote für Experimente dann bei YouTube oder so als Beispiel, wer hat Lust darauf, zur Verfügung gestellt habe, so. #00:05:09-6#

I: Okay. Ja. Und eine Fortbildung, haben Sie die nochmal gemacht, seitdem? #00:05:14-7#

B: Nein. #00:05:15-0#

I: Ja. Gar nicht, okay, gut. Ja. Dann kämen wir jetzt so zu dem Bereich Interesse. Und das, was Sie sich so selber zutrauen, beim Experimentieren. Haben wir Sie ja damals gefragt. Und die Ergebnisse waren jetzt so, dass Sie insgesamt Ihr Interesse am Experimentieren und auch an den Naturwissenschaften relativ hoch bewertet haben. Das war immer so mit stimmt überwiegend oder stimmt/ jetzt muss ich gerade gucken, trifft zu oder trifft voll und ganz zu. Sie haben, ja, beim Interesse beim Experimentieren waren Sie auch relativ hoch. Da sind so diese Fragen, jetzt muss ich



gerade gucken hier, „beim Experimentieren möchte ich neue Erkenntnisse zu einem naturwissenschaftlichen Phänomen erwerben, die Antwort auf eine interessante, physikalische, chemische Frage finden, ein naturwissenschaftliches Gesetz verstehen, mein naturwissenschaftliches Wissen anwenden, etwas Neues lernen, verstehen, wie etwas funktioniert“ und so weiter. Bei den Fragen waren Sie auch anfangs sehr hoch. Nach diesen Fachseminaren, die wir dazu hatten, war das noch höher/ also was heißt noch, also etwas höher (lacht). Und jetzt aber nach zwei Jahren ist es/ also für mich, deutlicher abgefallen. Also da haben Sie nicht mehr mit, trifft voll und ganz zu, sondern nur noch, so teils, teils, ja? #00:06:48-0#

B: Das Interesse jetzt? Also meinen Sie das Interesse allgemein, ja? #00:06:50-5#

I: Ja, Interesse beim Experimentieren. #00:06:51-7#

B: Ja. Ja. #00:06:53-4#

I: Und Interesse an den Naturwissenschaften, das ist durchgängig 3,2, 3,2, 3,2 da hat sich gar nichts entwickelt. Aber dieses selber experimentieren, das hat sich doch eher nach/ also nach meiner Interpretation nach unten, nicht verschlechtert, aber verändert. Können Sie dem zustimmen oder ist das eher Zufall oder tagesformabhängig. Oder wie würden Sie das vielleicht erläutern? #00:07:18-7#

B: Nein, ich könnte mir/ also kann ich mir vorstellen, wenn ich so darüber nachdenke, ich wusste erst gar nicht mehr so genau, was ich wie angekreuzt habe (lacht). Aber ich kann es mir vor, ja, auf jeden Fall vorstellen, dass/ weil ich weiß noch, dass nach dem Seminar ich das auf jeden Fall interessant fand und spannend und gerade auch nachdem, wovon Sie gerade die Fotos gezeigt haben so, dass da so viele Sachen machbar sind. Und auch für mich selber interessant, dass, was Sie auch sagten mit dem selber nochmal neue (lachend) Erkenntnisse durch das Experimentieren in der Schule. Ja, und dass es jetzt auf jeden Fall irgendwie mit dem Schulalltag weniger geworden ist. #00:07:58-8#

I: Ist es das persönliche Interesse, was weniger geworden ist oder ist das dem Schulalltag geschuldet? #00:08:07-1#

B: Ich würde sagen, dem Schulalltag. Weil ich an sich schon noch Lust darauf habe, aber ganz oft vergehen die Wochen so schnell. Oder man hat irgendwie einfach nicht mehr so eine Kraft vielleicht (lacht). Also für mich bedeutet experimentieren auch irgendwie natürlich ein bisschen mehr Aufwand, weil ich noch nicht so automatisiert ganz viele Experimente kenne, wo ich weiß, da brauche ich ganz schnell das, das, das und habe direkt eins. Sondern ich muss mich da schon noch sehr reindenken. Und ich glaube, das war einfach dann in den letzten Monaten für mich nicht so drin. Und das, denke ich mal, liegt am Schulalltag und nicht daran, dass mein Interesse jetzt weniger geworden ist daran. #00:08:47-4#

I: Ja. Ja. Gut. Und so dieses/ diese persönliche Herausforderung „boa ich experimentiere total gerne und ich bin ganz fit darin.“ Diese Fragen waren ja auch und „ich brauche keine Unterstützung.“ Da hatten Sie auch nach der Intervention DEUTLICH mehr, also auch einen deutlichen Sprung. Da habe ich mir so zweimal Plus, Plus hingemacht. Und jetzt nach zwei Jahren ist das also abgefallen, auch deutlich abgefallen, ne? Würden Sie das genauso erläutern, oder? #00:09:17-9#

B: Ja, ich glaube, weil dadurch, dass wir im Seminar uns so oft damit befasst haben und da auch einfach ein Austausch da war und man vielleicht öfter mitbekommen hat, boa das ist irgendwie gar nicht so schwer, das ist machbar, mit wenigen Sachen. Und also man hat einfach mehr/ ich, also ich habe es mehr mitbekommen als jetzt dann vielleicht an der Schule, wo ich jetzt bin. Oder

## Anhang D: Transkribierte Interviews

in den Klassen, wo ich jetzt bin. Ich muss vielleicht mehr alleine machen, alleine organisieren. Und habe dann vielleicht doch noch nicht so die Erfahrung beim Experimentieren, wie ich es gedacht hätte (lacht). Also, dass ich es nicht so aus dem Arm schüttele, sage ich mal (lacht). #00:09:56-8#

I: Okay. Und wenn ich das richtig heraushöre, dann liegt das auch daran, dass man da in der Gruppe als Lehramtsanwärter vielleicht in der Sache auch stärker einfach eingebunden war. #00:10:10-2#

B: Der Austausch war einfach größer und vielleicht hat man sich mal eben Bilder geschickt und dann hatte man schon irgendwie den Versuchsaufbau oder wusste direkt, was man braucht. Und jetzt ist halt einfach mehr alleine sich hinsetzen und raussuchen, so. #00:10:24-3#

I: Ah ja. Auf jeden Fall eine Erklärung. Vielleicht doppelt sich das jetzt an der ein oder anderen Stelle, wenn ich jetzt nochmal nachfrage. Aber ich habe die Fragen so, dass ich sie auch wirklich dann der Reihe nach durchgehe, ne? Ja. Kinder experimentieren ja eigentlich sehr gerne. Und wie gerne experimentieren Sie? Wie viel eigene Leidenschaft und Interesse und Motivation bringen Sie da noch ein? Oder bringen Sie da ein? Nicht noch. Bringen Sie da ein. #00:10:51-5#

B: Ich würde sagen, dass das eigentlich hoch ist, vor allem auch, wenn ich so dabei noch was entdecke, dann find ich das auch gut. So im Unterricht würde ich sagen, dass ich da gerne die Kinder eigentlich machen lasse und dann begleite. Also beobachte und dabei bin dann. Und da eher weniger selbst mache. #00:11:16-5#

I: Sie haben im Fachseminar damals sehr intensiv, jetzt hier beispielhaft mit Sprudelgas experimentiert und darüber reflektiert. Profitieren Sie noch heute davon? #00:11:30-3#

B: Also von/ nein, im Moment nicht, weil es von den Themen gerade nie so gepasst hat (lacht). Also ich glaube/ #00:11:41-9#

I: Also es geht jetzt nicht speziell um Sprudelgas, sondern um die/ vielleicht, wie plant man so eine Reihe. Was wir eben zum Schluss bei den Bildern auch an der Wand hatten, ne? #00:11:53-7#

B: Ich glaube, ich müsste mich da nochmal in die Seminarsachen da ein bisschen reinlesen, damit ich das nochmal nutze. So jetzt (lacht) automatisiert nicht (lacht). #00:12:02-8#

I: Okay gut. Ja wie wirkt sich der Schulalltag auf Ihre Motivation aus, im Unterricht zu experimentieren? #00:12:12-6#

B: Im Moment hoch. Da wir durch das interne Curriculum auch ein bisschen eingeschränkt sind und ich gemerkt habe, dass viel zu den Themen, die ich irgendwie gemacht habe, wie jetzt in dem Jahrgang, den ich momentan hatte, dann doch nicht vorkommen. Und weil hier der Sachunterricht auch ein bisschen zeitlich anders geregelt ist. Also weniger Stunden in der Woche, als jetzt vorher bei meiner/ an meiner Ausbildungsschule war. Und dann ist es einfach nicht so schnell machbar. Ja. Deswegen würde ich sagen, dass schon das da mit reinspielt, dass es seltener geworden ist. #00:12:54-4#

I: An welcher Schule waren Sie vorher? #00:12:57-0#

B: In Kredenbach. Gemeinschaftsgrundschule in Kredenbach. #00:13:00-8#

I: Okay. Und da wurde generell mehr gemacht? So im Experimentieren? #00:13:06-0#

B: Ja. Meine Mentorin. Also (lacht) ich glaube, daran lag es viel. Dass ich eine Kollegin hatte, mit der ich parallel gearbeitet habe. Und die hat mich da auch ziemlich bestärkt. Auch zum Thema Feuer. Und hatte das ziemlich strikt vorbereitet. So dass man da auch sicher war. Und ich das gut für mich übernehmen konnte und umsetzen konnte. Also es lag vor allem an ihr, würde ich fast sagen (lacht). #00:13:29-1#

I: Und da ist jetzt so der Unterschied zu der jetzigen Schule erkennbar, für sie. #00:13:33-3#

B: Hm (bejahend). #00:13:33-8#

I: Okay gut, interessant. Kommen wir zu einem nächsten Faktor, wo ich Fragen wieder zusammengepackt habe. Und zwar geht es darum, wie sehr Sie sich diesen Unterricht selbst zutrauen, ja? Und wie sehr Sie sich auch dieses, ja, Experimentieren, Sie haben es zum Teil schon beantwortet, selber zutrauen. Und da haben Sie damals angegeben, also beim Unterrichten ich traue mir das Unterrichten zu, haben Sie damals angegeben, dass Sie das sehr gerne machen und durchführen und sich dabei auch eigentlich recht sicher fühlen und sich das zutrauen. Nach diesen Fachseminaren war es ähnlich, die Einschätzung. Und nach zwei Jahren hat sich das deutlich nach unten verschoben, also für meine Begriffe steht da wirklich dieses Minus. Also von 3,7 auf 3,0. Würden Sie das bestätigen und wie würden Sie das erklären? #00:14:24-2#

B: Ja, vielleicht weil ich einfach thematisch jetzt nicht mehr so drin bin. Dadurch, dass ich es seltener mache. Und ich glaube, da würde ich auch wieder sagen, dass der Austausch und dieses gegenseitig planen/ also ich habe jetzt in letzter Zeit immer wieder gemerkt, dass ich ungern alleine einfach was plane, sondern vom Team profitiere, auch Jahrgangsteams oder so was. Und wenn ich jetzt zum Beispiel Sachunterricht in zwei Klassen parallel hatte, dann war ich ja so ein bisschen/ alleine ist das falsche Wort, weil man natürlich immer wieder hier auch viele fragen kann. Aber bei der Planung einfach an sich mehr alleine. Und ich glaube, deswegen mache ich es jetzt vielleicht nicht so sicher wie nach dem Referendariat, wo man mehr da drin war, wo man mehr im Austausch war und wusste, ach der hat doch jetzt vor einiger Zeit was dazu gemacht, den frage ich eben. Und ja, also dass man thematisch nicht mehr so drin ist. #00:15:23-8#

I: Okay, gut. Wenn Sie jetzt Experimente machen, Sie haben ja durchaus trotzdem welche gemacht, haben Sie ja erzählt. Nach welchen Kriterien wählen Sie die aus? Also mehr so der Bezug zu den Kindern? Was traue ich/ trauen Sie denen zu, was die können. Oder mehr so der Bezug zu sich selbst, was trauen Sie sich zu an Experimenten? #00:15:47-5#

B: Ich gucke als erstes nach den Kindern, würde ich sagen. Aber dann fallen vielleicht auch manchmal Experimente raus, wo ich so denke, ah da bin ich mir vielleicht bei der Erklärung doch nicht ganz sicher. Oder im Aufbau. Oder möchte es nicht alleine machen. Und in der Stunde kann aber keiner bei mir sein. Also manchmal werden dann, glaube ich, doch manchmal leider Experimente rausgekickt, wenn vielleicht so Rahmenbedingungen nicht stimmen. Und manchmal auch ein bisschen nach Aufwand (lacht). So. Also, was brauche ich alles, wie ist das machbar von, wenn ich nur eine Einzelstunde habe und die sich einmal Hände waschen müssen mit Corona. Wie viel Zeit habe ich dann überhaupt noch? Ja. Also als erstes nach den Kindern und dann entscheiden eben manchmal letztendlich die Rahmenbedingungen. #00:16:37-4#

I: Und da hatten Wir ja so dieses, dass man sagt, wir machen entweder nur einen Demoversuch, dass die Lehrerin was vormacht und die Kinder dann gucken und man anschließend darüber redet. Oder die Kinder machen es alle selbst, in Partnerarbeit. Und dann muss man halt das Material 15-mal aufbauen oder so was. Das spielt dann sicherlich auch eine Rolle, ne? #00:16:57-8#

## Anhang D: Transkribierte Interviews

B: Ja. Also wenn ich merke, gerade der zeitliche Aspekt. Oder wenn man manche Sachen, wie Sie es sagen, einfach nicht 15-mal bekommt (lacht) vielleicht auf die Schnelle, dann versuche ich es zumindest, dass ich es einmal im Sitzkreis oder wie auch immer vormache. Wenn man/ dass man es daran besprechen kann. #00:17:17-3#

I: Also es spielt immer auch so eine Rolle vielleicht/ das ist jetzt eine Suggestivfrage, ist Quatsch, darf ich nicht stellen (lacht). Was gibt Sicherheit, was macht Stress, ne? Bei der/ #00:17:29-1#

B: Ja. Ja. #00:17:30-4#

I: Okay. Ja, dann die nächste Frage, wie bereiten Sie diesen Unterricht vor? Also wenn Sie Experimente durchführen. Egal, wie Sie es jetzt machen, hatten Sie eben schon mal angedeutet, gibt es ein Konzept an der Schule? Gibt es Materialordner, was sagt das Curriculum. Gibt es Materialboxen oder eben auch die Frage, wie ist da Teamarbeit oder Parallelarbeit bei Ihnen? #00:17:55-5#

B: Also wie das vorbereitet wird? Dass man da/ der Anfang, ne? (Lacht) #00:18:00-0#

I: Ja, ja. Wie bereiten Sie diesen Unterricht vor? #00:18:02-4#

B: Ja. Also wir haben eine Vorgabe, quasi ein Experimentierablauf. Dass sich alle grob ungefähr daran halten. Weil das dann durch die Jahrgangsstufen sich ziehen soll. Also mit den gleichen Piktogrammen und so was. Deswegen ist das relativ festgelegt. Daran orientiert man sich dann. Und auch/ wir haben relativ viel Experimentierboxen. Vielleicht, was ist da noch vorhanden, was nicht. Und was kann ich davon gut nutzen. Dass man da mit guckt, wie kann ich das Experiment aufbauen? Also haben wir eine Box, in der das 15-mal drin ist. Kann ich es dann mit den Kindern machen? Dann versucht man das. Und wenn nicht, dann probiere ich es vorne zu machen. Ja. #00:18:46-7#

I: Und sind das diese Spectra Kisten oder CVK Kästen oder was habt ihr da? #00:18:52-0#

B: Ja. Ja. Die zum größten Teil, ja. #00:18:56-5#

I: Okay. Und jetzt aus dem Internet irgendwie oder Verlag an der Ruhr oder solche Geschichten, dass Sie sich dann da selber was zusammensuchen? #00:19:06-8#

B: Ja doch öfter durch so Werkstatthefte. Da sind ja dann auch oft verschiedene Angebote drin. Dass man da/ das raussucht, vielleicht irgendwie Arbeitsblätter anpasst, wenn irgendwie zu viel oder zu wenig draufsteht oder man auf was anderes hinausmöchte. Also ich würde sagen, so ein Mischmasch aus dem, was in der Schule ist. Also mit Spectra Kästen oder eben Werkstatthefte, ja. #00:19:32-6#

I: Okay. Ja, wie zufrieden sind Sie mit diesem Unterricht. Also vom Lernerfolg. Was läuft gut, was ist schwierig? Jetzt mal von den Rahmenbedingungen abgesehen. #00:19:47-0#

B: Meinen Sie meinen Unterricht im Moment oder/ #00:19:50-3#

I: Nein, das Experimentieren. Also wenn Sie jetzt mit den Kindern experimentiert haben im zweiten (unv.) ja, wie zufrieden waren Sie dann am Ende. Haben Sie dann gesagt, hat sich gelohnt oder hat sich nicht gelohnt. War es nicht wert? Oder die Kinder haben nicht das gelernt, was ich wollte. #00:20:07-5#

B: Ja, kam ein bisschen drauf an. Also manchmal war es durch die Zeit, dann hat man sich

geärgert, man unterschätzt ja manchmal doch, wie lange das Wegräumen und so dauert und dann hat man die Reflexion manchmal irgendwie nur noch „ja, wir besprechen es noch schnell“ und hätte es vielleicht anders/ (lacht) oder länger einfach noch/ oder anders thematisiert. Ja, es gab aber auch schon welche, die genau gepasst haben und dann war man sehr zufrieden. Also kommt aber vielleicht ein bisschen darauf an, WIE das Experiment abläuft. Also ob die Zeit/ der zeitliche Aspekt gepasst hat und ob die Experimente auch funktioniert haben. Also ich weiß noch, dass ich ein Experiment (Zoobionik?) hatte mit/ sollte die Wärme von der Haut von Eisbären. Und wir hatten alles besorgt und das hat gar nicht geklappt. Und dann war es eben auch schwierig, den Kindern das überhaupt zu erklären. Und ja, das war dann für die Tonne (lacht), ehrlich gesagt. Also es hat/ für die Kinder hatte das halt/ hat dann gar nichts bewirkt. Man hat es dann trotzdem erklärt. Sie haben es auch verstanden, aber es war jetzt gar nicht dieser Lerneffekt, wie man den eigentlich durch dieses Experiment sich erwünscht hat dann, ja. #00:21:18-3#

I: Also das sind dann eher so/ das wäre jetzt die nächste Frage, welche Erfahrungen zum Experimentieren haben Sie als Lehrerin gemacht? Es gibt positive und eben auch solche, wo Sie sagen, das hat nicht geklappt, das ist unbefriedigend. Und bringt dann den Kindern ja vielleicht auch nicht so viel. #00:21:34-9#

B: Ja. Also das finde ich, ist immer schwierig. Wenn es nicht funktioniert, ja. So. Aber auch andersherum, dass wenn was funktioniert, die Kinder wirklich begeistert sind, ganz anders bei dem Thema dabei sind, als wenn Sie es vielleicht nur gelesen hätten. Oder ja, dass da schon nochmal eine andere Begeisterung dabei ist. #00:21:58-1#

I: Das ist ja so der Ansatz, den wir haben, Kinder experimentieren eigentlich total gerne, ne? Sind da ja auch dankbar (lacht). Genau. Gut, dann kommen wir schon zu dem letzten Bereich, da ging es so ein bisschen um Professionswissen. Also das, was Sie als Lehrkraft, jetzt seit dem Studium dazu gelernt haben. Und natürlich jetzt auch durch Erfahrung haben Sie ja auch schon gesagt, ganz viel dazu beigetragen haben. Da sind Sie eigentlich, ja, in den Bereichen total gleichbleibend geblieben, ja? Auf einem/ also vier war das größte, die höchste Einstufung, ne? Und Sie sind da also bei 3,3, 3,7, 3,5, 3,5, 3,2. Also alles so im Umkreis von drei. Aber ne? Ja, eigentlich ist das/ sind das keine markanten Veränderungen. Oder würden Sie dem jetzt widersprechen und sagen „ja, aber jetzt nach zwei Jahren als Lehrerin sehe ich mich in dem Bereich, habe ich da eine besondere Expertise mir erarbeitet. Oder „nein, ich mache es nicht, weil Ihnen zu kompliziert. Wie würden Sie es sagen, so von ihrer Professionalität her? #00:23:22-1#

B: Ich würde fast sagen, dass das gleich geblieben ist, so wie es sich eigentlich da widergespiegelt hat. Ja. Also man ist vielleicht mehr im Schulalltag. Also dass ich vielleicht schon im Hinterkopf habe, ah die brauchen meistens länger, als ich es denke (lacht). So, also dieses Schulalltägliche. Und dass nicht jedes Experiment mal eben mit einer Klasse mit fast dreißig Kindern klappt. Also so, dass das vielleicht mehr geworden ist. Aber an sich, das Experimentieren für sich, würde ich sagen, ist ungefähr gleich geblieben dann. #00:23:53-4#

I: Fehlt Ihnen denn da was? Würden Sie jetzt irgendwie sagen, ich bräuchte da nochmal Lehrerfortbildung oder so was? #00:24:01-6#

B: Ja, ich glaube, damit ich mir das wieder vielleicht mehr zutraue und wieder schneller umsetzen kann vielleicht nochmal. Eine Fortbildung zu, wie man einfach Experimente vielleicht auch in Einzelstunde oder so was umsetzen kann. Also eine einfache Stunde mit wenig Inhalt so. Also das/ der Alltag. Also experimentieren im Alltag. Vielleicht das nochmal speziell. Also nicht, dass man die tollsten, besten Experimente kennenlernt, sondern die Alltagstauglichsten (lacht). #00:24:38-8#

## Anhang D: Transkribierte Interviews

I: Und jetzt da auch nochmal so ein bisschen, welchen Stellenwert haben die Experimente in Ihrem Sachunterricht? Sie haben ja schon gesagt, dass das gar nicht so viel ist im Moment. Aber wenn Sie welche machen, geht das Ihnen dann eher so um den inhaltlichen Aspekt, ja? So wie wir jetzt mit Sprudelgas experimentiert haben. Oder geht es Ihnen darum, dass die Kinder diese Fachmethode lernen. Weil Sie gesagt haben, Curriculum, bei uns sind die Piktogramme durchgehend alle Klassen (unv.). Worum geht es dann? #00:25:08-1#

B: Also ich versuche schon, diesen Versuchsaufbau, diesen Ablauf anzubahnen. Aber das Planen mache ich, weil ich will, dass die eigentlich inhaltlich irgendwas gut verstehen, sehen, erkennen, so. Entdecken, erforschen. Also inhaltlich würde ich sagen, eher. Aber das andere immer im Hinterkopf, dass das schon mit dabei ist. #00:25:30-7#

I: Okay. Und ja, zu welchem Zweck setzen Sie Experimente ein? Also das doppelt sich so ein bisschen. Ja, zu welchem Zweck. Zum Beispiel als Experiment des Monats. Aber das haben Sie ja jetzt schon gesagt, das machen Sie gar nicht, ne? Sie gliedern das, Sie haben das so/ wenn ich Sie richtig verstanden habe, gliedern Sie das in Reihen ein, wenn das inhaltlich passt. Hat dann das Experiment so eine Modellfunktion? #00:26:06-3#

B: Ich glaube, damit Inhalt nicht durch nur Texte lesen oder auch ein Bild entdeckt werden können, sondern eben wirklich selber in der Situation. Und die dann vielleicht auf größere übertragen werden können. Ja. #00:26:22-5#

I: Okay. Gut. Ja, was hat sich in der Zeit von der Ausbildung bis jetzt bei Ihnen verändert, bezogen auf dieses Experimentieren? Vielleicht ist das auch nochmal so eine Zusammenfassung. #00:26:39-2#

B: Ich glaube, dass es die Erarbeitung/ dass ich mir da einfach gerade nicht so viel Zeit nehmen kann. Also was rauszusuchen, vorzubereiten. Weil es halt einfach viel ist und man noch nicht so automatisiert in allen Fächern ist. Und dass Schulalltag da eben viel bestimmt. Also vielleicht auch das eigene Zutrauen, dass, wenn man nicht mehr so da drin ist, das auch einfach nicht so oft macht. #00:27:09-9#

I: Und diesen Unterschied vielleicht zum VD, wo Sie Mentorinnen hatten. Sie haben das eben auch schon mal erwähnt. Oder uns als Fachleiterinnen. Und heute alles selber muss, diesen Unterschied. Da hat sich auch was entwickelt, oder? #00:27:26-5#

B: Ja, dass man/ also nicht mehr so an die Hand genommen wird und gesagt wird „guck doch, das ist gar nicht so schwer“ (lacht) „man kann das schnell umsetzen und ja so, mit einfachen Mitteln kann man die machen und ja, genau. Also das vielleicht alleine zu planen einfach, ja. Fällt mir schwerer. Und ist dadurch natürlich auch zeitaufwändiger. Also wenn ich vielleicht schon öfter welche gemacht habe oder mir jemand sagt „hier guck mal, morgen können wir das Experiment machen“ dann wäre ich, glaube ich, auch anders nochmal bereit dazu, als wenn ich weiß, ich komme spät nach Hause und ach, ich wollte ja noch nach dem Experiment gucken und man ist vielleicht doch platt (lacht) so. #00:28:09-2#

I: Also ich höre bei Ihnen schon raus, dass es auch eine große Rolle spielt, in welchem Umfeld man da so in der Schule auch unterwegs ist. Im Team. Oder Schulentwicklung. Wenn das an der Schule nicht, vielleicht forciert wird, dann nimmt man sich selber auch weniger da/ engagiert man sich da vielleicht auch weniger, weil dann ja auch nur ein Bereich von vielen anderen ist. Also Sie haben ja nicht nur den Sachunterricht und schon gar nicht nur die Experimente, sondern Deutsch, Mathe, was weiß ich, was Sie noch alles machen. Und dann bleibt für experimentieren natürlich nur noch ein kleiner Bereich übrig. #00:28:46-8#

B: Ja. Ja. Also ich glaube, weil es einfach so viel ist. Und nicht, weil man hier jetzt keinen fragen könnte oder weil keiner hier Erfahrung hat oder kein Wert darauf gelegt wird. Also das eher ein Gegenteil. Nur, weil einfach alle immer so viel haben (lacht). Und das natürlich irgendwie für mich noch mehr Aufwand bedeutet, als so eine Werkstatt irgendwie zu kopieren, doof gesagt jetzt (lacht). #00:29:13-3#

I: Ja, ja. Aber ich verstehe, was Sie meinen. #00:29:14-6#

B: Ja. Ja. So. #00:29:16-2#

I: Was würden Sie sich denn wünschen, wenn Sie sich jetzt was wünschen würden? Für Ihre Schule oder für sich persönlich? #00:29:25-7#

B: Ja. Vielleicht Sets, wo schon alles drin ist (lacht), die man sich nehmen kann. Wo alles genau drin steht, obwohl es das ja auch schon viel gibt. Also ja. So dass das schon 15-mal da ist, am besten (lacht). Ja, dass man irgendwie einfach sich schnell was packen kann und umsetzen und dann manchmal vielleicht auch noch mehr Zeit für Sachunterricht. So. #00:29:51-2#

I: Auch von der Stundentafel her? #00:29:52-7#

B: Ja, manchmal schon, ja. Oder dann mehr Doppelstunden oder so was. Weil dann bei manchen halt so 45 Minuten. Und mit dem, was dann noch alles so ist halt manchmal auch irgendwie kurz ist, ja. #00:30:06-3#

I: Haben Sie einen Forscherraum bei sich an der Schule? #00:30:08-9#

B: Nein. #00:30:09-9#

I: Auch nicht, okay. Ja, das ist irgendwie alles so, ne? (lacht) #00:30:14-8#

B: Ja, also der Klassenraum ist ja dann auch oft nochmal was anderes. Auch wenn es dann nicht vielleicht stehen bleiben kann. Oder nur Fensterbank reicht vielleicht aus, weil man den nächsten Tag wiederkommt, ist, ja, auch was anderes ja. #00:30:28-2#

I: Ja, spielt alles eine Rolle, ne? #00:30:29-7#

B: Ja. Ja. #00:30:30-8#

I: Sehe ich auch so. Genau, also da bin ich mit meinen Fragen jetzt eigentlich so gesehen durch. Nur nochmal so mit Blick auf den Vorbereitungsdienst damals. Vielleicht haben Sie noch was, so Sie sagen, mit Blick zurück würde gerne noch die Rückmeldung geben. Vielleicht hat was gefehlt. Oder vielleicht haben Sie einen Tipp oder, ja. Wir sagen ja immer Tip oder Top. Können Sie da einen/ ist jetzt schon lange her, ich weiß. Aber haben Sie da noch was, wo Sie sagen „ach Frau X und Frau Y, wenn Sie das jetzt immer so machen, dann machen Sie doch bitte das (unv.)“. #00:31:05-3#

B: Ja. Ja. Ich glaube, gerade eigentlich so nicht. Weil es wurde ja immer die Möglichkeit/ also ich find den Austausch, den fand ich wirklich wichtig. Aber der wurde aber ja auch/ also die Möglichkeit wurde ja immer geboten und es gab ja auch die Dropbox und so was. Das fände ich wichtig, dass man halt einfach da vom Austausch lebt, weil das machen ja ganz viele so viele tolle Experimente im Referendariat. Oder dass man am Ende vielleicht eine Mappe mit dem kriegt, dass so was einfach, ja, nicht so untergeht, weil ja viele das wirklich schön vorbereitet haben, dass man

## Anhang D: Transkribierte Interviews

das vielleicht ausgehändigt kriegt. Ob das noch eine Idee wäre. Aber der/ #00:31:46-1#

I: Also das, was in der Dropbox ist. Also alles das, was so auch/ oder beim Ideenpool, einfach so. Ja? #00:31:52-4#

B: So was vielleicht gesammelt ist dann manchmal noch anders. Aber manche sind vielleicht auch froh, wenn Sie nichts Papier mehr/ also kein Papier mehr in der Hand haben, sondern alles digital ist. Ich habe es meistens eher noch am Papier. Das ist vielleicht auch Geschmacksache, ja (lacht). #00:32:06-4#

I: Bin ich ja froh, dass Sie den Materialordner noch/ #00:32:09-1#

B: Ja genau, deswegen, so was zum Beispiel. #00:32:11-0#

I: Zumindest in der Hand haben. Vielleicht haben Sie ja nochmal Bedarf und gucken da nochmal rein. Sie hätten ja grundsätzlich auch die Möglichkeit, sich diese Boxen auszuleihen, weil Sie eben sagten, dass man diese/ ne? Da muss man auch nochmal vorbereiten und planen. Und in dem Fall müssten Sie auch noch fahren und sich die Dinger holen. Aber theoretisch wäre das der (unv.). #00:32:28-5#

B: Ja, nein das stimmt. Ja. Ja. #00:32:30-4#

I: Wenn Sie mal vielleicht Muse haben oder so. #00:32:32-7#

B: Ja genau. #00:32:36-6#

I: Ja. Dann würde ich sagen, ich gehe jetzt mal eben erst hier aus dieser Aufzeichnung raus.



**Interview Person (3)**

Name der Audio-/Videodatei: audio\_only\_3  
Dauer der Aufnahme: 00:31:50  
Datum der Transkription: 14.11.2021  
Ersttranskription: audiotranskription.de Transkriptionsservice, Transkriptionsregeln Dresing&Pehl 2018  
Besonderheiten: \*durch InterviewerIn auszufüllen\*  
---

I: Sie sehen das jetzt, glaube ich, auch bei sich eingeblendet, ne, dass eine Aufzeichnung läuft, und ich frage Sie jetzt noch mal, ob Sie damit einverstanden sind, dass ich das Gespräch anschließend verschriften darf, und dass es ausgewertet werden kann. Und diese Angaben sind vertraulich und Ihre Aussagen werden anonymisiert, und wenn Sie damit einverstanden sind, dass ich das so machen darf, dann sagen Sie einfach ja. #00:00:23-8#

B: Ja. Können Sie machen. (lacht) #00:00:25-9#

I: Gut. Dankeschön. Dann würde ich jetzt erst mal anfangen, Sie noch mal ein bisschen rein zu holen. Wir haben/ bei dem ERSTEN Fragebogen hatte ich auch Fragen zum Ausbildungshintergrund. Also, vom Studium und Schule. Und da hatten Sie damals angegeben, dass Sie in der Schule einen Grundkurs Bio hatten. Ja, vorm Abitur. Also keinen Leistungskurs, sondern Grundkurs Bio. Im STUDIUM haben Sie experimentiert, aber das haben Sie so als relativ intensiv angegeben, ja? Dass es da weniger um didaktische Inhalte ging, sondern nur um das DURCHFÜHREN der Versuche. Sie können auch gerne widersprechen, ne, wenn Sie das jetzt noch anders korrigieren möchten. Sie hatten KEINEN Vertretungsunterricht von VD. #00:01:19-6#

B: Hm. #00:01:20-3#

I: Und in der Zeit vor unseren ersten Seminaren in ZFSL haben Sie viermal experimentiert, und das war damals weniger als zwei Wochen her. Also, Sie hatten schon durchaus Experimentiererfahrung, bevor wir diese Sprudelgasgeschichten gemacht haben. Und das VIER Mal. Ja. Und Sie haben MANCHMAL, nachdem Sie diese Experimente durchgeführt haben, mit anderen da drüber gesprochen, mit Ihren Mentorinnen oder mit anderen Kolleginnen aus dem Seminar, und haben das auch manchmal verändert, diesen Experimentalunterricht. Ja? Und bis dahin damals hatten Sie noch keine Fortbildung zum Experimentieren besucht. #00:02:09-7#

B: Ja. Richtig. #00:02:11-3#

I: Meine erste Frage wäre jetzt so, dieses, dass Sie keinen Vertretungsunterricht gemacht haben, das haben ja/ VIELE machen das ja inzwischen, damals auch schon. Haben Sie das in VD als Nachteil empfunden? #00:02:25-5#

B: Also, ich glaube/ ich würde jetzt nicht unbedingt sagen, als Nachteil. Aber es hätte mir mit Sicherheit in manchen Situationen geholfen. Also, ich will nicht unbedingt sagen, dass es dadurch jetzt überhaupt nicht geklappt hat, aber ich glaube, es hätte mir manchmal besser getan. Wenn ich schon etwas mehr Erfahrung gehabt HÄTTE. #00:02:44-3#

I: Okay. Ja, das ist ja auch eine wichtige Erfahrung, die man dann macht, ne. #00:02:48-3#

B: (lacht) Ja. #00:02:49-0#

## Anhang D: Transkribierte Interviews

I: Okay, dann würde ich jetzt mit den Fragen einfach mal so loslegen. Wie oft experimentieren Sie, seitdem Sie fertige Lehrerin sind? #00:02:57-9#

B: Ja, lustigerweise habe ich, bevor wir unseren Termin vereinbart hatten, eine Experimentierreihe mit meinen kleinen Mäuschen geplant, und die haben wir jetzt auch noch gemacht. Durch Corona habe ich jetzt mit meiner dritten Klasse zwei Mal nur experimentieren können, und mit den Erstis nur ein Mal. #00:03:12-8#

I: Okay. Und das war jetzt eine Unterrichtsreihe ZUM Experimentieren, worum ging es da? #00:03:21-4#

B: Also, ich bin an einer Schule gelandet, die vom Klientel her relativ schwierig ist. Und die Kinder hatten vorher noch GAR keine Erfahrung mit Experimentieren. Also, auch die Drittklässler nicht. Und deswegen habe ich mich jetzt mit meiner Kollegin darauf geeinigt, dass wir jetzt erst mal eine Reihe machen, wo es NUR um das reine Experimentieren geht, also wie organisiere ich mich überhaupt, was ist ein Forscherprotokoll, und sie hatten das jetzt noch nicht unter ein Thema wie Schwimmen und Sinken oder so was gestellt. Sondern da ging es wirklich um diese ganzen Basissachen. #00:03:52-2#

I: Hm, also mehr um die METHODE, ne, und nicht so #00:03:54-8#

B: Ja, genau. #00:03:55-1#

I: sehr um den Inhalt. #00:03:55-7#

B: Hm, richtig. #00:03:56-5#

I: Und das liegt dann eine Woche lang, oder einen Monat, oder wie haben Sie das gemacht? #00:04:00-2#

B: Nein, wir hatten/ ich muss mal gerade überlegen. Fünf Stunden haben wir uns Zeit genommen, oder sechs. Da haben wir dann die Experimentierregeln erarbeitet. Wir haben die an theoretischen Beispielen durchgesprochen, worauf man achten muss. Und dann haben wir angefangen zu experimentieren und das Forscherprotokoll kennen gelernt. Ja. #00:04:18-5#

I: Gut. Und nächste Frage, haben Sie als Lehrerin jetzt schon mal eine Fortbildung zum Experimentieren besucht? #00:04:25-5#

B: Nein. #00:04:25-8#

I: Gut. Kommen wir weiter. Also, aus Ihren Fragebögen, die Sie mir beantwortet haben, habe ich bezüglich Ihres Interesses am Experimentieren und an dem, wie Sie sich das so selber zutrauen, ja. Das sind ja so zwei Komponenten. Das eine ist, interessiert mich, und ich traue mir das auch ZU. Waren Sie beim Interesse immer relativ HOCH, ja, wenn eine Skala von 1 bis 4 ist, dann waren Sie immer bei 3,3 oder 2,9. haben aber in ALLEN Bereichen - also, ich habe das aufgeteilt nach Interesse ALLGEMEIN an Experimenten, also privat und beruflich, oder eben das Interesse, wenn ich tatsächlich experimentiere, zum Beispiel mit dem Sprudelgas, das hat mich unheimlich interessiert, und so weiter, und so fort. UND Interesse generell an Naturwissenschaften. Das ist ja noch mal weiter gefasst, ja. Und da waren Sie immer so relativ über dem/ relativ HOCH über dem Mittelwert, haben aber in ALLEN Bereichen ein bisschen verloren. Nicht viel, also es ist dann von 3,0 auf 2,6 oder von 3,9 auf 3,4, es ist immer noch über dem Durchschnitt, aber es ist etwas weniger geworden. Können Sie das erläutern, oder ist das Zufall? #00:05:49-6#

B: (...) Dass das Interesse zurück gegangen ist? #00:05:53-6#

I: Hm. #00:05:53-8#

B: Also, ich GLAUBE, dass ich jetzt einfach so langsam in der Realität angekommen bin. Also, dass halt Sachunterricht nicht nur aus Experimentieren bestehen kann, sondern auch noch total viele andere Sachen drum rum sind, und dass man ja nicht nur sich mit Naturwissenschaften auseinandersetzen kann, sondern auch noch Geschichte und Politik und so weiter, und ich glaube einfach, zu DEM Zeitpunkt, als ich das/ diesen Fragebogen ausgefüllt hatte, da waren wir ja sehr praktisch. Also, auch in der UNI hatten wir ja dieses Chemie-Seminar gehabt und so. Und da hatte ich einfach so mega GUTE Erinnerungen dran. Und ich glaube, da war einfach der Praxisteil zu dem Zeitpunkt höher. #00:06:31-6#

I: Ja. Okay. Danke. Und bei diesem "ich traue mir das zu, selber zu experimentieren, ich schaffe, das ich brauche keine Unterstützung", das sind so diese Fragen gewesen, da haben Sie AUCH verloren, da waren Sie NACH der/ nach diesem/ ich sage immer Intervention. Also, nach diesem drei Seminaren im ZFSL zum Sprudelgas waren Sie da einen TICKEN besser, haben Sie sich besser eingeschätzt, und jetzt aber, zwei Jahre später, sind Sie quasi vor das Niveau noch vor der ersten Befragung zurückgefallen. Also, von 2,8 auf 3,0 und von 3,0 auf 2,3. #00:07:09-6#

B: Ja. (lacht) #00:07:11-6#

I: Ja. Also, woran könnte es liegen? #00:07:15-5#

B: Muss ich mal überleben. Also, was ich/ ich habe vorher schon immer überlegt, also Naturwissenschaften sind halt auch so Sachen, die mir nicht so zufliegen. Das heißt also, ich muss mich halt bei JEDEM, was ich mit den Kindern irgendwie machen will, erst mal sehr, sehr stark einlesen. Ja, und wie gesagt, also ich habe halt jetzt diese Kinder, die halt auch vom Sprachlichen ziemlich schwierig sind, und mir fällt es dann manchmal SCHWER, das wurde mir auch im Referendariat schon (lachend) rückgespiegelt, diese DINGE, also die Ergebnisse beispielsweise, die müssen ja fachlich richtig sein, aber trotzdem so runter gebrochen, dass die kleinen Mäuschen die verstehen. Und ich glaube, DAS ist der Knackpunkt. Also, nicht unbedingt das Verstehen dieser Vorgänge, sondern einfach, dass ich manchmal Schwierigkeiten habe, das SO zu verpacken, dass es richtig ist, aber dennoch auf der/ auf einer Ebene, die, ja, klein genug ist, dass die Kinder sie greifen können. Und das merke ich jetzt halt an meiner neuen Schule, wo halt diese sprachlichen Barrieren einfach ganz groß sind. #00:08:17-1#

I: Und dann wird man unsicher vielleicht? Ne, dass man #00:08:20-9#

B: Ja. #00:08:21-5#

I: sagt dann, dann lasse ich es lieber, oder ich traue mir das vielleicht selber gar nicht mehr so ZU. Bevor ich was FALSCH mache. Also, jetzt interpretiere ich, aber Sie können ja sagen, nein, so nicht, aber so höre ich es bei Ihnen raus. #00:08:35-3#

B: Hm. Also, ich mache das sehr gerne mit den Kindern, das Experimentieren war klasse, aber ich glaube einfach, dass ich DA noch Themen finden muss, bei denen ich mich selber noch SICHERER fühle. Also, ich glaube, wenn man dann wirklich irgendwie was sicheres hat, dann ist das nicht so das Problem, aber diese (lachend) ganzen physikalischen Dinge, die sind halt jetzt auch nicht so die einfachsten, und dann, ja ich bin da halt auch/ #00:08:57-8#

I: Ja. Deswegen ja auch am Anfang meine Frage, ne. Sie haben damals während der SCHULZEIT,

## Anhang D: Transkribierte Interviews

ich sage mal Grundkurs Biologie gehabt. #00:09:04-3#

B: Ja. #00:09:04-7#

I: Ich glaube, im ganzenDurchgang damals war nur eine Kollegin von Ihnen dabei, die hatte mal einmal Physik dabei, aber auch dann nicht als Leistungskurs, sondern #00:09:12-3#

B: Ja, richtig. #00:09:12-7#

I: als Grundkurs. Und das hat ja AUCH Gründe. #00:09:15-6#

B: Ja. (lacht) #00:09:16-7#

I: Die liegen ja wahrscheinlich noch vorm Abitur, vielleicht auch in der Mittelstufe, und so weiter und so fort. Weiß nicht, an der Stelle vielleicht noch die Frage, sind Sie von Ihrem ELTERNHAUS irgendwie besonders gefördert worden bezüglich Naturwissenschaften? Waren vielleicht Ihre ELTERN auch Lehrer oder Brüder, Schwestern, also familiär, haben Sie da irgendwie einen besonderen VORTEIL vielleicht, oder eher auch nicht? #00:09:40-7#

B: Also, meine Mutter ist Bio-Lehrerin. (lacht) Und mein Papa hat auch Naturwissenschaften studiert. Ja, also, da habe ich wohl nicht allzu viel mitbekommen, weil, wie gesagt, also Bio habe ich damals nur genommen, weil ich es MUSSTE, ehrlich gesagt, ich/ also, ich fand das IMMER schon schwierig mit diesen ganzen/ #00:09:56-9#

I: Also, eine Naturwissenschaft mit ins Abitur, klar, und oft ist es dann Bio. #00:10:01-9#

B: (lacht) Ja, genau. #00:10:04-1#

I: Aber da hört man ja schon so ein bisschen was RAUS, ne, woran es auch liegen könnte. #00:10:09-5#

B: Ja. (lacht) #00:10:10-4#

I: Okay. Ja. Alles gut, danke. Kommt direkt die nächste Frage. Kinder experimentieren ja eigentlich immer sehr gerne. #00:10:18-6#

B: Hm. #00:10:19-3#

I: Wie gerne experimentieren SIE? #00:10:21-6#

B: Ich selber experimentiere auch gerne. Wobei ich sagen muss, dass ich angeleitete Experimente lieber mache als diese ganz freien. Also, wir hatten ja auch bei dem Sprudelgas diese Möglichkeit, ganz frei zu experimentieren, und das fand ich sehr schwer. (lacht) Und ich glaube, wenn man aber was angeleitetes hat, wo man dann im Endeffekt nur noch beobachten muss, dann mache ich das durchaus gerne. #00:10:49-9#

I: Damit erübrigt sich oder verdoppelt sich jetzt vielleicht die nächste Frage: Wie wichtig ist, dass Sie SELBST besonders gut Experimente durchführen können? #00:10:58-8#

B: (...) Ich finde es schon wichtig, dass man, ja, den Kindern vorlebt, wie das halt geht, sich an eine Anleitung zu halten, wie es geht, ein Forscherprotokoll zu schreiben, wie man sachgerecht mit den Dingen umgeht, das finde ich SCHON wichtig. Wenn Sie aber meinen, gut, mit "gut

experimentieren", dass das nichts SCHIEF gehen darf, DANN, finde ich/ also, es kommt natürlich auf den Fehler an. Wenn es jetzt nichts fachliches ist, sondern (seufzt) ja, irgendwie was, was man jetzt meinetwegen zu SPÄT erst in irgendeine Flüssigkeit geschüttet hat oder so, dann finde ich das vielleicht nicht GANZ so dramatisch. (lacht) #00:11:40-4#

I: Okay, gut, danke. Wir haben darüber gesprochen. Sie haben im Fachseminar damals sehr INTENSIV mit Sprudelgas experimentiert und darüber nachgedacht. Sprudelgas war nur exemplarisch, das hätte auch alles andere sein können. Profitieren Sie heute noch davon? #00:11:55-8#

B: (...) Also, ich denke, dass ich mit Sicherheit manche Dinge heute noch mitgenommen habe, also beispielsweise, dass das Material gescheit für alle zugänglich sein sollte, in genügender Stückzahl, so was. Oder den Aufbau der Forscherprotokolle, da habe ich mich so ein bisschen dran angelehnt, habe sie halt dann nur vereinfacht. Ja, da profitiere ich auf jeden FALL noch von. Weil ich halt auch bisher, außer zu diesem Zeitpunkt, noch nie so wirklich RICHTIG intensiv an so was gearbeitet habe, für Schüler aufbereitet, im Endeffekt. #00:12:32-6#

I: Damals. Oder heute? Nein, heute jetzt, bei Ihrer letzten Reihe. #00:12:37-1#

B: Genau. Also, wir hatten ja vorher keine weitere Fortbildung oder so. Also, das war ja wirklich der einzige Zeitpunkt in unserer Ausbild/ oder in meiner Ausbildung, wo wir da mal wirklich intensiv an solchen Dingen gearbeitet haben. #00:12:47-7#

I: Okay. Und jetzt diesen Ordner, den Sie damals bekommen haben, mit den Materialien zum Sprudelgas, existiert der noch? #00:12:58-7#

B: Ja. #00:12:59-9#

I: Ja. Also, wird schon noch auch eventuell genutzt? #00:13:03-9#

B: Ja. Aber ich denke, das ist eher was für die Viertklässler. Also, bei den Dreiern, das, hm, ich glaube das wäre nicht das Richtige gewesen. Da wäre, (lacht) weiß ich nicht was dann passiert wäre, aber vielleicht in der Vier, vielleicht. #00:13:15-4#

I: Okay. Wirkt sich der SCHULalltag auf Ihre Motivation aus, im Unterricht zu experimentieren? #00:13:24-4#

B: (...) Ja, ich glaube schon. Einfach, weil man jetzt in den Stunden/ also ich genieße das, nicht mehr unter Beobachtung zu stehen. Sondern da kann man dann wirklich mal auch Dinge ausprobieren. Ja, und seitdem das so ist und die Kinder halt auch LUST dazu haben und merken, Sachunterricht ist nicht nur Texte lesen und Lückentexte ausfüllen, habe ich schon den/ also, MICH motiviert das DEFINITV. Und die Kinder motiviert es ja auch. #00:13:53-2#

I: Genau. Gut. Ja. Machen wir weiter. Da geht es so ein bisschen darum, nicht wie Sie selber sich zutrauen, zu experimentieren, das war jetzt gerade das, sondern mehr darum, wie Sie das im Unterricht UMSETZEN. Ja. Trauen Sie sich zu - Sie haben ja jetzt gesagt, Sie haben auch eine schwierige Klasse, mit Sprache. Wie trauen Sie sich das zu, für Kinder vorzubereiten? Haben Sie gerade auch schon bisschen was zu erzählt. Deswegen doppelte sich manche Fragen. Damals, im Referendariat, haben Sie angegeben, dass Sie eher so, na ja, mittelmäßiges Zutrauen haben, mit Kindern zu experimentieren. Ja, da waren die Werte so um die Mitte rum, 2,0. Und auch NACH der/ nach den Fachseminaren war das auch IMMER noch bei 2,0. Also, da schien es so, als hätten Sie, das ist jetzt meine Interpretation, von dieser Interventi/ von diesen Fachseminaren eher WENIG profitiert, oder GAR NICHT, wenn ich auf die/ wirklich auf den Wert gucke. Es ist gleichbleibend eher

mittelmäßig gewesen. (...) Ja, wo man/ woraus ich natürlich interpretiere, dass Sie sich vielleicht nicht so sicher gefühlt haben, oder dass Ihnen die Sprudelgasgeschichte zu anspruchsvoll war. Sie haben eben auch gesagt, dieses offene Arbeiten - nach Versuchsanleitung ist okay, aber das offene Anleiten ist SCHWER, die offene Aufgabe ist SCHWER. Und DAS müsste ja für eine Lehrerin dann im Unterricht umgesetzt werden, und dass Sie sich DA eben nicht so wirksam erlebt haben. Nach jetzt zwei Jahren haben Sie das eine ganze Kategorie höher eingeschätzt, ja, also für mich ist das Plus, Plus. (lacht) #00:15:45-2#

B: Okay. #00:15:45-1#

I: Wo Sie sagen, JA, also JETZT traue ich mir das zu. Zwar immer noch nicht TOP, nicht vier, sondern so auf Stufe drei. Würden Sie das bestätigen? Oder wie würden Sie es erklären? #00:16:00-7#

B: Ja, also ich hatte/ meine Ausbilderin war manchmal ein bisschen schwierig. Wir hatten so unsere Differenzen. Und ich sage mal so, ich hatte immer Angst, in dieser Schule was auszuprobieren. Und, ja, dementsprechend unsicher habe ich mich dann halt auch in dieser Klasse gefühlt, weil es halt einfach eine schwierige, blöde Ausbildungssituation war. Und, wie gesagt, jetzt bin ich ja da alleine in der Klasse, und, ja, also seitdem ist es ganz anders. (lacht) #00:16:33-6#

I: Okay. Das zeigt sich DANN offenbar wieder, widersprechen Sie mir gerne, dass Sie (...) sich SELBST auch beim Experimentieren, dass Sie es einfach MACHEN, dass sie es sich zutrauen, also nicht nur, "ich kann das nicht" und "ich traue mich nicht", "ich - Physik und Chemie ist schwierig", sondern "ich mache das jetzt im Unterricht", und, ja, DA haben Sie sich durchaus positiver jetzt eingeschätzt. Das deckt sich, oder? #00:17:03-7#

B: Ja. #00:17:05-0#

I: Würde ich jetzt so interpretieren, dass Sie das, mit den gleichen Begründungen, damals war die Situation nicht günstig. Und jetzt kann ich freier aufspielen und dann mache ich das dann auch. #00:17:17-3#

B: Ja, und wie ges/ also, ich mache die Experimente ja alle zu Hause einmal, und kucke mir die Erklärung dazu an. Also, dass ich quasi jeden Schritt auch den Kids erklären KÖNNTE, und dann fühlt man sich natürlich auch vor den Kindern viel sicherer. Als wenn man da jetzt, ja, Angst hat, den Mund aufzumachen. Denke, deswegen, also das ist jetzt ganz anders. (lacht) #00:17:34-3#

I: (lacht) Gut. Freut mich für Sie. Nach welchen Kriterien wählen Sie Experimente AUS? Haben Sie eben schon mal so ein bisschen angedeutet. #00:17:47-3#

B: Ja, also wie gesagt, die Kinder hatten noch nicht VIEL. Ich weiß nicht genau, ob gar nicht, aber zumindest nicht viel. Wie sagt man denn noch? Die haben bisher noch nicht viel experimentiert, mir fällt gerade das Wort nicht ein. Und deswegen habe ich Experimente ausgesucht, die halt EINFACH sind. Wo nicht viel schief gehen kann. Und die die Kinder zum Staunen bringen. Also, das war beispielsweise dieses Experiment mit den schwarzen Filzstiften und den Filterpapierchen. Mit der Farbchromatographie. Da waren die total hin und weg, waren super begeistert, und man WUSSTE, das ist wirklich total sicher, es kann nicht schief gehen, jeder kriegt was tolles raus. Ja. Also da habe ich, ehrlich gesagt, jetzt nach gekuckt. Ich denke, bei der nächsten Reihe, für das nächste Schuljahr, würde ich dann schon thematisch schauen. Dass man das irgendwie unter einem Oberpunkt bündeln kann. Aber da es jetzt nur um das Experimentieren an sich ging, habe ich DANACH gekuckt. #00:18:41-5#

I: Also, da geht es dann mehr darum, was BIETET das Experiment. Man könnte ja auch sagen, Bezug zu den Kindern, was trauen Sie denen ZU? Oder eben auch, was trauen Sie sich selbst zu? Lieber ein Demo-Versuch, den ich mache, als Lehrerin, oder dass die Kinder alles selber machen? Wie würden Sie das einschätzen?

#00:19:03-8#

B: Nein. Die Kinder können das ruhig selber machen. Also, ich finde, das bleibt eher hängen, und vor allem sind die Kinder ja mit Feuereifer dabei. Also, ein Demoversuch, nein. Wenn es nicht sein muss, lasse ich die Kinder ruhig gerne selber experimentieren. #00:19:16-3#

I: Also, das macht nicht irgendwie mehr Stress für Sie, dass Sie das dann für jede Partnergruppe oder so was vorbereiten müssen? #00:19:22-7#

B: Nein. #00:19:23-1#

I: Ist ja mehr Zeit und Arbeitsaufwand. #00:19:24-8#

B: Das stimmt, aber es ist natürlich auch klasse, wenn die Kinder dann nach der Stunde kommen und sagen, "kann ich was von deinem Zauberpapier haben? Ich will das auch zu Hause machen." Dann hat man doch (lachend) alles richtig gemacht. #00:19:34-5#

I: Gut. Genau. Und WIE bereiten Sie diesen Unterricht VOR? Diesen Experimentalunterricht? Also, Sie haben jetzt Experimente ausgewählt, und wie bereiten Sie es dann VOR noch zu Hause, in der Planung? #00:19:45-0#

B: Ja, also, wie gesagt, zuerst mal lese ich mir alles, was ich zu diesem Experiment finden kann, durch. (lacht) Sei es von der Durchführung bis zur Auswertung, und bis zur Erklärung. Und dann probiere ich das ganze natürlich selber aus. Ja, und manchmal muss mein Freund dann herhalten, als Kind-Ersatz und muss sich das anhören, ob sich das (lachend) schlüssig ist. Oder ich schreibe mir dann Stichworte auf, oder markiere mir das in einem Text. Ja. Also das wären so diese mündlichen Sachen. Und da muss man natürlich noch kucken, dass man halt das ganze Material besorgt kriegt. #00:20:20-6#

I: Gibt es da irgendwelche Vorgaben von Ihrer Schule, ein Konzept, ein Curriculum oder so was? Oder auch vielleicht Materialkästen, Boxen oder Materialordner, wo Sie sagen, also da ist alles drin? #00:20:34-2#

B: Ja, genau. Wir haben diese Experimentierboxen. Ah, wie heißen denn die noch? #00:20:38-9#

I: Von Spectra? #00:20:39-8#

B: Ja, genau. Von Spectra. Die haben wir da. Und, ja, ansonsten - ach, wir haben noch vom Fincken-Verlag so einen Ordner mit so einer Ameise vorne drauf. Auf dem Experimentieren in Klasse 1, 2. Ich weiß nur den Namen gerade nicht. #00:20:54-9#

I: Okay. Hört sich jetzt nicht so an, als hätten Sie damit (lachend) schon gearbeitet. #00:20:57-9#

B: Nein, ich habe ihn nur da gesehen, weil es halt/ für mich waren da Sachen drin, die jetzt für mich nicht in Frage kamen, aber das wäre vielleicht auch noch mal so eine lohnenswerte Sache, da mal rein zu kucken für das nächste Schuljahr. #00:21:07-2#

I: Okay. Und Sie hatten eben schon gesagt, Sie arbeiten dann im TEAM, oder haben im Team

## Anhang D: Transkribierte Interviews

gearbeitet. Ist das so üblich dann bei Ihnen an der Schule, oder? #00:21:16-7#

B: Genau. Also, wir arbeiten dann immer, oder ich arbeite dann mit der Parallelkollegin, die in der Parallelklasse den Sachunterricht macht. Und dann können wir uns da besprechen und austauschen, was dann für die Kids auch passend ist. Das ist eigentlich ganz gut. #00:21:27-2#

I: Und das, ja, wie zufrieden sind Sie damit? Mit dieser Vorgehensweise, also Ihrer Planung, mit dem Durchführen der Experimente mit den Kindern, mit den Ergebnissen bei den Kindern? #00:21:39-7#

B: Also, was ich halt gemerkt habe, ich habe am Anfang viel zu viel von den Kindern verlangt. Also, die sollten dann, ja, das/ manche Sachen halt irgendwie alleine schaffen, aber bei den Kindern, oder ich habe festgestellt, dass es besser klappt, wenn man wirklich jeden SCHRITT einzeln sagt. Also, du lässt die Experimenttüte jetzt bitte auf deinem Tisch liegen. Jetzt nimmst du NUR Kästchen XY raus, weil sonst fangen die an, in diesen Tüten da rumzuwuseln, und dann können sie sich nicht mehr richtig konzentrieren. Also, das muss/ habe ich gelernt, muss ich sehr kleinschrittig anleiten. #00:22:14-8#

I: Okay. Gut. Also, das ist schwierig. Aber was läuft gut? #00:22:19-6#

B: Also, ich finde, die sind mit Feuereifer dabei. Was/ die sind auch immer total begeisterungsfähig, das finde ich total klasse. Fragen dann schon, wann sie das nächste Experiment machen dürfen. Also, da machen sie wirklich gut mit. Das/ gegenüber diesen theoretischen Themen sind die da mit Feuereifer dabei. #00:22:39-2#

I: Gut. (lacht) Ja, okay. Noch mal zusammengefasst, welche Erfahrungen zum Experimentieren im Sachunterricht haben Sie als fertige Lehrerin gemacht? Also, ist da jetzt noch VIEL dazu gekommen, seit dem Vorbereitungsdienst? #00:22:58-4#

B: (...) Also, ich glaube, was dazu gekommen ist, ist halt, dass ich mich nochmal genauer auf die Lerngruppe einstellen muss. Dass da halt jede ihre Besonderheiten hat, und jede auch eine besondere Betreuung braucht. Aber ich glaube, so großartig Neues mit dazu gewonnen habe ich nicht. Also, dann greife ich eher auf die Sachen zurück, die ich schon gelernt habe, und die halt auch funktionieren. #00:23:22-4#

I: Okay. Gut. Dann sind wir schon quasi bei meinem letzten Blatt. Da ging es so um die Professionalität als Lehrkraft, ja. Einmal im Vergleich vor zwei Jahren, und eben heute. Auch, das setzt sich so zusammen aus fachlichem Wissen, fachdidaktischem Wissen und pädagogischem Wissen, und auch damals waren Sie im Vorher-Nachher-Vergleich relativ HOCH, ne. Sie haben also oft, "ja, stimme zu, stimme zu", beziehungsweise das war so gleichbleibend. Diesbezüglich, das ist jetzt auch das, wenn Sie sagen, ich habe jetzt keine besonderen zusätzlichen Erfahrungen gemacht beim Experimentieren, weil Sie jetzt beim dritten Fragebogen da auch/ keine WESENTLICHEN. Es ist leicht nach oben gegangen, ja. Aber keine markanten Veränderungen (gegeben?) haben in zwei Jahren. Deckt sich das mit der Einschätzung, die Sie haben zum Experimentieren, wie Sie mit Kindern arbeiten? #00:24:24-6#

B: Können Sie noch mal bitte den ersten Teil der Frage fragen? #00:24:29-3#

I: (lacht) In Bezug auf Professionswissen, ihre Lehrerprofessionalität. #00:24:36-0#

B: Ja. #00:24:35-9#



I: Jetzt waren Sie damals wie heute relativ HOCH, jetzt heute noch ein bisschen höher als damals. Worauf führen Sie das zurück? (...) Das könnte ja sein, dass Sie einfach sagen, ich habe jetzt insgesamt als Lehrkraft mehr Erfahrungen gemacht im Schulalltag. Das KANN daran liegen, dass Sie einfach, weil Sie ja sagen, jetzt TRAUE ich mich auch mehr zu, jetzt kuckt mir keiner mehr über die Schulter. Ich traue mir jetzt zu, einfach die Dinge zu MACHEN. Ich kann freier aufspielen. Das trägt ja vielleicht auch zur Professionalität/ oder zumindest zu Ihrer Lehrerpersönlichkeit bei, ne. Dass Sie freier aufspielen können. Wenn Sie sagen, ich habe jetzt keine Fortbildung gemacht, ich bin jetzt nicht durch eine Schule, die jetzt ein besonderes MINT, also so ein naturwissenschaftliches Profil hat, besonders gefordert. Ich habe da eine ganz tolle Kollegin, die macht ganz VIEL, und die zieht mich MIT. Das kann ja ganz viel bewirken, dass Sie so gepusht werden. Aber das hört sich jetzt bei Ihnen so nicht an, dass Sie da BESONDERE Herausforderungen haben an der Schule, außer der, dass Sie sagen, ich will es einfach mal machen. #00:25:59-1#

B: Ja. #00:26:00-2#

I: Ihre Motivation, dass Sie sagen, wir machen jetzt mal Experimente, die Kinder machen das total gerne, und dann MACHEN Sie das. #00:26:06-1#

B: Ja. Ja, also das liegt eher daran, weil, so an der Schule haben wir kein spezielles Projekt, was das irgendwie untersucht, oder wo das/ nein. #00:26:18-2#

I: Wo Sie einfach/ wo vielleicht auch im Curriculum steht, also im ersten Halbjahr wird hier, was weiß ich, (Schwimmen und Sinken?) gemacht, im zweiten Halbjahr wird Schall gemacht und im dritten Halbjahr Stromkreis. #00:26:28-0#

B: Ja. Nein, haben wir nicht. Hm. #00:26:30-6#

I: Müsste es zwar in irgendeiner Form geben, ne, aber ist offenbar nicht dann so bei Ihnen grundgelegt. Und das KÖNNTE ich mir jetzt vorstellen, kann eben dazu führen, dass Sie sagen, ja, in DER Beziehung, bezogen auf das Experimentieren, habe ich mich da fachlich auch nicht mehr noch weiterentwickelt, außer, dass ich die Experimente, ich mit den Kindern jetzt kürzlich gemacht habe, natürlich für mich erarbeitet habe. Ne. Okay. Gut. (...) #00:27:03-3#

B: Oh, ich kann Sie gar nicht mehr hören. #00:27:05-0#

I: Okay. Jetzt wieder? #00:27:06-9#

B: Jetzt ist gut. (lacht) #00:27:08-9#

I: Ah, okay. Hatte ich mich doch zu bequem zurückgelehnt. Noch mal, welchen Stellenwert haben Experimente in Ihrem Sachunterricht? Fachmethodisch? Die Kinder lernen anhand des Forscherkreises wie die einzelnen Schritte, oder eher am INHALT ausgerichtet, bezogen auf eine besondere REIHE? Eigentlich weiß ich die Antwort schon. Aber vielleicht (lachend) sagen Sie es noch mal. #00:27:39-4#

B: Ja, also, da ich ja jetzt im Moment noch keine besondere Reihe gemacht habe, sondern wirklich hauptsächlich mit den Kindern ja diese ganzen (...) ja, diese ganzen Dinge rund um die Experimente betrachtet habe, würde ich im Moment eher sagen, dass die Forscherschritte das waren, was ich mit den Kindern erarbeitet habe. #00:27:58-1#

I: Ja, so habe ich Sie auch verstanden, genau. Da ging es mehr um die fachmethodischen Schritte als jetzt um, was hatten Sie gerade, Chromatographie, #00:28:07-5#

## Anhang D: Transkribierte Interviews

B: Genau. #00:28:08-5#

I: Farben und solche Geschichten, ne. #00:28:09-7#

B: Ja, richtig. #00:28:11-1#

I: Okay. (...) Ja. Was hat sich in der Zeit von der Ausbildung bis heute für Sie verändert? Wie haben Sie sich als Lehrerin entwickelt? #00:28:26-6#

B: (...) Ja. Also, ich hoffe, positiv. (lacht) Nein, aber, also wie gesagt, ich bin jetzt viel freier in dem, was ich machen darf. Ich fühle mich endlich wohl an der Schule. Ich traue mich, Sachen auszuprobieren. Also, ich glaube schon, dass da eine Entwicklung passiert ist. Weil, also ich erinnere mich halt einfach noch an die Zeit im Referendariat, die wir/ da war ich/ also, war ich ganz, ganz unglücklich an der Schule, und das ist jetzt GAR nicht mehr so. #00:28:59-5#

I: Ist ein ganz wesentlicher MOMENT dann auch, ne, bei Ihnen gewesen. Das kann ja ein Vorteil sein, wenn man früher intensiv durch Mentorinnen oder von uns als Fachleiterinnen unterstützt wird, in der Planung und Durchführung von Unterricht, aber bei Ihnen höre ich jetzt so raus, dass es das vielleicht schwieriger gemacht hat. Zumindest was die Situation an der Schule angeht. #00:29:22-7#

B: Genau, und deswegen genieße ich das im Moment auch so, dass ich halt jemanden habe, mit dem ich mich über so was austauschen kann, weil das war/ hat mir halt, also ich sage mal, nicht komplett, aber in großen Teilen gefehlt, dass man dann einfach mal sagen kann, kuck mal, ich möchte das machen, was würdest du sagen, wie können wir das noch verändern, dass die Kinder besser damit klar kommen? Ich finde halt immer, vier Augen sehen mehr als zwei, und deswegen finde ich das total klasse, dass man jetzt jemanden hat, mit dem man sich austauschen kann. #00:29:45-9#

I: Sie meinen, die Kollegin aus der Parallelklasse. #00:29:49-3#

B: Ja, genau. #00:29:49-8#

I: Ja. Ist auch ganz wichtig, genau. Gibt es denn dann rückblickend etwas, wo Sie sagen würden, das hat mir damals gefehlt, das wäre noch WICHTIG? Für uns jetzt als Rückmeldung als Fachleiterinnen. Wir können sagen, allgemein, aber/ #00:30:09-2#

B: Also ich habe mich vor dem Seminar gut betreut gefühlt, aber das war halt von der Intensität her wahrschein/ also, ich hätte wahrscheinlich, ja, mehr Coaching vielleicht gebraucht. Das hätte wahrscheinlich dann über die Mentorin passieren müssen, aber vom Seminar her habe ich mich immer gut betreut gefühlt. Und da gab es ja auch Rückmeldungen, mit denen man was anfangen konnte. Man konnte nachfragen. Also, DA kann ich gar nichts gegen sagen. #00:30:37-4#

I: Und bezogen auf das Experimentieren jetzt, das höre ich jetzt bei Ihnen so raus, ist so ein allgemein, ne, Situation am Seminar, Beratung im Sachunterricht, und was hatten Sie, Deutsch oder Mathe? #00:30:47-3#

B: Deutsch. #00:30:47-5#

I: Deutsch. Ne. Also, Fach/ Rückmeldung von Fachleiterin. Aber bezogen jetzt auf das Experimentieren, würden Sie da auch sagen, das war okay so, das reichte, es war zu VIEL, es war zu anspruchsvoll, es war zu WENIG? Ich hätte mir noch, was weiß ich, noch fünf Kisten mehr

gewünscht? #00:31:05-1#

B: (lacht) Nein, ich glaube, also es war ja schon sehr reichlich von den Versuchen, die wir machen durften, und von den Materialien. Ich fand es auch gut, dass wir diese freien Experimente machen durften, weil man da ja dann sieht, ja, wo es bei einem selber noch hakt. Also, dass/ ich würde es jetzt blöd finden, auch bei KINDERN, dass man denen dann sagt, nein, du darfst das nicht ausprobieren. Ich meine, warum nicht? Und wenn man dann raus findet, man kommt damit nicht weiter, dann hat man ja auch was dazu gewonnen. Also das, nein, fand ich eigentlich gut.  
#00:31:36-5#

I: Okay. Gut. Dann sind wir auch schon am Ende. Haben Sie noch irgendwas, was Sie loswerden wollen? #00:31:42-9#

B: Nein, eigentlich nicht. (lacht) #00:31:45-1#

I: Gut. Dann breche ich jetzt mal gerade hier die Aufzeichnung ab, dann sind wir damit durch.

## **E. Codierleitfaden**

Allgemeine Codiervorschriften:

- Codiert wird nach kontextbezogenen Sinneinheiten, sodass beispielsweise auch die Fragestellung miteinbezogen werden kann. Dadurch entstehen sogenannte codierte Segmente.
- Einer Sinneinheit können mehrere Codes zugeordnet werden.
- Innerhalb einer Sinneinheit wird ein und derselbe Code nur einmal vergeben, es sei denn, die Aussage bezieht sich auf einen weiteren (neuen) Aspekt dieses Codes.
- Per Doppelklick auf das codierte Segment kann bei Bedarf ein Kommentar vermerkt werden (z. B. bei besonders elaborierten Aussagen, Unstimmigkeiten oder Unsicherheiten).

## F. Überprüfung der Interocoder-Übereinstimmung auf Segment-Ebene

Code	Übereinstimmung	Nicht-Übereinstimmung	Gesamt	Prozentual
Häufigkeit Experimentieren (deskriptiv)	4	0	4	100,00
Interesse > Situationales Interesse > Elternhaus/Kindheit/Grundschulzeit	2	0	2	100,00
Interesse > Situationales Interesse > Intervention/Fachseminar im VD	4	0	4	100,00
Interesse > Persönliches/individuelles Interesse > Sachinteresse/persönliche Relevanz	6	0	6	100,00
Interesse > Nichtinteresse/abnehmendes Interesse > Zeitmangel	4	0	4	100,00
Interesse > Nichtinteresse/abnehmendes Interesse > Schullalltag als Belastung	8	2	10	80,00
Fähigkeitsselbstkonzept (FSK) > experimentelles FSK > exp. FSK eher niedrig	12	2	14	85,71
Selbstwirksamkeit (self-efficacy) > Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit > Erfolgsergebnisse	2	0	2	100,00
Selbstwirksamkeit (self-efficacy) > Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit > Arbeit im Team/Überzeugung durc...	8	1	9	88,89
Selbstwirksamkeit (self-efficacy) > Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit > Kollektive Selbstwirksamkeit/stellve...	4	0	4	100,00
Selbstwirksamkeit (self-efficacy) > Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit > Lernerfahrungen im Fachseminar S...	2	0	2	100,00
Selbstwirksamkeit (self-efficacy) > Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit > Experimentieren nach Anleitung	2	2	4	50,00
Selbstwirksamkeit (self-efficacy) > Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit > Fortbildung	2	0	2	100,00
Selbstwirksamkeit (self-efficacy) > Hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit > alleine planen/machen	10	2	12	83,33
Selbstwirksamkeit (self-efficacy) > Hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit > fehlende Erfolgsergebnisse und R...	8	3	11	72,73
Selbstwirksamkeit (self-efficacy) > Hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit > Gefühl von Überforderung	10	3	13	76,92
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Didaktische Rekonstruktion/ > Integration von Exp. in Reihe	2	0	2	100,00
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Didaktische Rekonstruktion/ > Lernvoraussetzungen Kinder	2	0	2	100,00
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Didaktische Rekonstruktion/ > Experimente Zuhause/als Ha...	2	0	2	100,00
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Didaktische Rekonstruktion/ > Forschungskreislauf aufzeigen	4	0	4	100,00
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunte...	2	0	2	100,00
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunte...	6	0	6	100,00
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunte...	6	1	7	85,71
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunte...	2	0	2	100,00
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunte...	4	0	4	100,00
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunte...	8	2	10	80,00
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunte...	10	1	11	90,91
Professionswissen > fachdidaktisches Wissen (PCK) > Planung und Durchführung von Experimenten im Sachunte...	2	0	2	100,00
Professionswissen > pädagogisches Wissen (PK) > Lernprozesse initiieren und diagnostizieren	10	0	10	100,00
Professionswissen > pädagogisches Wissen (PK) > Kinder motivieren	2	0	2	100,00
Professionswissen > pädagogisches Wissen (PK) > Klassenführung SU/CRM	0	1	1	0,00
Institutionelle Rahmenbedingungen > Digitalisierung	6	0	6	100,00
Institutionelle Rahmenbedingungen > schulinternes Curriculum	4	0	4	100,00
Institutionelle Rahmenbedingungen > Ausstattung	0	1	1	0,00
Institutionelle Rahmenbedingungen > Coronabedingt	4	1	5	80,00
<Total>	164	22	186	88,17



### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer, nicht angegebener Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Es wurden keine Dienste eines Promotionsvermittlungsinstituts oder einer ähnlichen Organisation in Anspruch genommen.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

---

Ort, Datum, Unterschrift