

Heilpflanzliche Inhaltsstoffe und naturheilkundliche Methoden im naturwissenschaftlichen Sachunterricht

*Entwicklung, Erprobung & Evaluierung von handlungsorientierten Experimenten
im Sachunterricht der Jahrgangsstufe 4*

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
des Doktors der Naturwissenschaften
an der Universität Bielefeld

vorgelegt von
Marina Brusdeilins

Bielefeld, im Oktober 2020

Erstgutachterin: Frau Prof.in Dr. Gisela Lück

Zweitgutachter: Herr Prof. Dr. Norbert Grotjohann

Danksagung

Die vorliegende Dissertation wurde in der Zeit zwischen Oktober 2017 und September 2020 in der Arbeitsgruppe *Didaktik der Chemie* an der Universität Bielefeld unter der Leitung von Frau Prof.in Dr. Gisela Lück angefertigt. Ohne Unterstützung in den unterschiedlichen Arbeitsphasen kann eine solche Arbeit nicht erfolgreich beendet werden. Ich möchte diese Zeilen nutzen, um mich bei den Personen zu bedanken, die beratend an meiner Seite standen und mich auf dem Weg der letzten drei Jahre unterstützt haben.

Frau Prof.in Dr. Gisela Lück danke ich herzlich für die interessante Themenstellung, aus der sich viele umfangreiche konstruktive Gespräche ergeben haben. Darüber hinaus bin ich für die aufmerksame Unterstützung, nicht nur im Rahmen der Promotionsarbeit, dankbar. Auch die unterschiedlichen wertvollen Erfahrungen (z.B. die gemeinsame Zusammenarbeit auf der Tagung in Wien 2019) weiß ich sehr zu schätzen und möchte ich nicht missen.

Herrn Prof. Dr. Norbert Grotjohann danke ich herzlich für die freundliche Übernahme des Koreferats. Zudem möchte ich einen großen Dank an alle aktuellen und ehemaligen Mitarbeiter*innen des Arbeitskreises aussprechen. Dazu gehören PD Dr.in Stefanie Schwedler, Dr.in Miriam Brüggemeyer, Dr. Philipp Diebels, Julia Zimmermann, Frederic Bonin, Yannik Peperkorn sowie Gudrun Bülter, Birgit Teichmann und Jörg Müller. Vielen Dank für das freundliche Arbeitsklima und die hilfsbereite Zusammenarbeit.

Ebenso möchte ich mich bei allen Bachelor- und Masterkandidat*innen bedanken, die mich während der empirischen Erhebungen begleitet haben und mit den Ergebnissen ihrer Abschlussarbeiten ebenfalls zum Gelingen der Dissertation beitragen konnten. Ferner gilt mein Dank den Schulleitungen und Lehrkräften, die die reale Umsetzung der Studie erst ermöglichten. Ein herzliches Dankeschön gilt ebenfalls allen Schüler*innen, die an den Unterrichtsstunden der Studie mitgewirkt haben.

Mein letzter Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, die stets aufmunternd und unterstützend – insbesondere in der letzten Phase meiner Arbeit – an meiner Seite standen. Ein herzliches Dankeschön geht an meine Eltern Marion und Wolfgang Brusdeilins sowie an meine Schwester Maike Brusdeilins für ihre warmherzige und mitfühlende Art. Ich möchte ebenfalls meinen Freundinnen Jessica Wolf und Marleen Brinkmann für die liebevollen und ermutigenden Worte sowie die gemeinsame Zeit danken, die oft Ablenkung schaffen konnte. Weiterhin bin ich für die Freundschaft mit Julia Zimmermann dankbar, die aus der Promotionszeit heraus entstanden ist und die Arbeit der letzten drei Jahre bereichert hat. Mein abschließendes Dankeschön gilt meinem Mann Jobst Brusdeilins, der mit seinem Optimismus und seiner einfühlenen, liebevollen Art stets an meiner Seite stand und mich immer wieder motivieren konnte.

Abstract

Interest in medicinal herbs, neglected for a long time, is now experiencing a general renaissance and therefore of relevance to elementary school students. Health education is an important component in science lessons and justifies educating them about the biochemical and physiological effects of medicinal herbs. This study develops novel, simple and action-oriented experiments demonstrating the (bio-) chemical effects of medicinal herbal ingredients and naturopathic methods, linking biological and physico-chemical content. The proposed experiments were tested and evaluated in the science lessons of three primary school classes in grade four. The study had three basic objectives:

- 1. Determine reactions of the students to the experiments,*
- 2. evaluate their retention of information and conclusions, and*
- 3. determine if there is a gender difference in students' reaction to the experiments.*

Data was collected by participant observation, video, interviews and knowledge tests and evaluated qualitatively.

The results showed a high degree of positive reactions to the experiments, regardless of the students' gender. In addition, they were able to successfully retain the medicinal herbal knowledge, also confirming the student-oriented preparation of the experiments.

The results of the qualitative study, although based on a small sample, invite the development of further herbal experiments involving a larger number of participants.

- meinem Mann gewidmet -

1 Einleitung	1
2 Theoretische Grundlagen	6
2.1 Heilpflanzen und naturheilkundliche Methoden	7
2.1.1 Die Geschichte der Heilpflanzen	7
2.1.2 Die heutige Bedeutung von Heilpflanzen.....	10
2.2 Heilpflanzen und naturheilkundliche Methoden in der Grundschule	12
2.2.1 Die Relevanz von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden im Sachunterricht.....	13
2.2.2 Einordnung heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden in den Lehrplan der Grundschule	15
2.3 Das Experiment im naturwissenschaftlichen Sachunterricht	17
2.3.1 Entwicklungspsychologie nach Erikson	17
2.3.2 Das handlungsorientierte Experiment im naturwissenschaftlichen Sachunterricht	22
2.3.3 Vermittlungsmöglichkeiten naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht ...	27
2.3.3.1 Modelle	28
2.3.3.2 Storytelling	34
2.3.3.3 Animismen.....	38
2.3.4 Die Entwicklung von neuen handlungsorientierten Experimentiereinheiten für die Grundschule	42
2.3.4.1 Das grundlegende Konzept der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten	42
2.3.4.2 Kriterien zur Gestaltung von Grundschulexperimenten.....	44
2.3.4.3 Didaktische Reduktion.....	47
2.4 Affektive Reaktionen im Unterricht	51
2.4.1 Affektivität: Begriffserklärung und Bedeutung für den Unterricht.....	52
2.4.2 Körpersprache	54
2.4.3 Die Polarisierung der Aufmerksamkeit	59
2.4.4 Das Flow-Erleben.....	64
2.5 Die Gender-Thematik im naturwissenschaftlichen (Sach-) Unterricht	67
2.5.1 Gender: Definition und Begriffserklärung.....	68
2.5.2 Geschlecht und Sozialisation.....	71
2.5.3 Genderspezifische Unterschiede im naturwissenschaftlichen (Sach-) Unterricht .	74
2.6 Die Kernaspekte der theoretischen Grundlagen in Bezug zur Untersuchung	79
3 Empirische Untersuchung	81
3.1 Eine Untersuchung der qualitativen Sozialforschung	81

3.2 Untersuchungsgegenstand: Die Forschungsfragen	85
3.3 Untersuchungsdesign	87
3.4 Methodisches Vorgehen	89
3.4.1 Teilnehmende Beobachtung	91
3.4.2 Videographie	93
3.4.3 Problemzentriertes Interview	95
3.4.4 Transkription	98
3.4.5 Qualitative Inhaltsanalyse	100
3.4.6 Wissenstest	102
3.4.7 Post- / Follow Up-Design	104
3.4.8 Triangulation der Methoden	106
3.5 Fachliche Inhalte der entwickelten Experimentiereinheiten	108
3.5.1 Auswahl geeigneter heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Inhalte.....	108
3.5.2 Übersicht der Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden der Experimentiereinheiten	110
3.5.2.1 Das grüne Pflaster für unterwegs	111
3.5.2.2 Den Duft aus Pflanzen gewinnen	115
3.5.2.3 Abwarten, Tee trinken und gesund werden?	119
3.5.2.4 Die Funktionsweise von Wadenwickeln.....	121
3.5.2.5 Die tropfende Gurke.....	126
3.5.2.6 Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen	129
3.5.3 Die Herausforderung bei der Experimentierentwicklung am Beispiel von Isländisch Moos.....	132
3.6 Beschreibung der Untersuchung	135
3.6.1 Voruntersuchung.....	135
3.6.2 Hauptuntersuchung mit drei empirischen Erhebungen	146
3.6.2.1 Struktureller und zeitlicher Rahmen der Hauptuntersuchung	147
3.6.2.2 Räumliche Lernumgebungen der drei empirischen Erhebungen	149
3.6.2.3 Darstellung eines exemplarischen Unterrichtsentwurfs	152
4 Darstellung und Diskussion der Ergebnisse	159
4.1 Charakterisierung der Untersuchungsklassen	161
4.1.1 Die Untersuchungsklasse der ersten empirischen Erhebung	161
4.1.2 Die Untersuchungsklasse der zweiten empirischen Erhebung.....	162
4.1.3 Die Untersuchungsklasse der dritten empirischen Erhebung	163
4.2 Darstellung der Forschungsergebnisse	163

4.2.1 Schüler*innen-Reaktionen auf heilpflanzliche und naturheilkundliche Experimente	163
4.2.2 Wissenserwerb von heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten	182
4.2.3 Genderspezifische Reaktionen beim heilpflanzlichen Experimentieren	190
4.3 Diskussion der Forschungsergebnisse	196
4.4 Überprüfung der Forschungsfragen.....	212
5 Zusammenfassung und Ausblick.....	217
6 Anhang	223
6.1 Beispiel eines Erlebnisprotokolls der teilnehmenden Beobachtung	223
6.2 Interviewleitfäden und Transkriptionsbeispiele	231
6.2.1 Interviewleitfaden: Post-Phase	231
6.2.2 Interviewleitfaden: Follow Up-Phase.....	232
6.2.3 Transkriptionsvorschrift	233
6.2.4 Transkriptionsbeispiel eines Interviews aus der Follow Up-Phase der dritten empirischen Erhebung	234
6.2.5 Transkriptionsbeispiel von videographischem Material aus der ersten empirischen Erhebung	243
6.3 Analyseeinheiten und Kategorien	246
6.3.1 Kategorieschema: Teilnehmende Beobachtung.....	246
6.3.2 Kategorieschema: Post-Interview	248
6.3.3 Kategorieschema: Follow Up-Interview	249
6.3.4 Kategorieschema: Videographie	250
6.4 Wissenstests	251
6.4.1 Post-Wissenstest der zweiten empirischen Erhebung.....	251
6.4.2 Follow Up-Wissenstest der zweiten empirischen Erhebung	254
6.4.3 Schüler*innenbezogene Ergebnisse der zweiten und dritten Erhebung.....	256
6.4.4 Aufgabenbezogene Ergebnisse der zweiten und dritten Erhebung	257
6.5 Darstellung der Unterrichtsmaterialien der dritten empirischen Erhebung	261
6.5.1 Experimentieranleitungen.....	261
6.5.2 Arbeitsblätter der Experimentiereinheiten.....	269
6.5.3 Anpassungen und Veränderungen der Unterrichtsmaterialien im Verlauf der Hauptuntersuchung	277
6.6 Versuchsvorschrift: Qualitativer Nachweis von Gerbstoffen	278
6.7 Weiteres Material	279
6.7.1 Teilnehmer*inneninformation und -einwilligung für die dritte Erhebung der Hauptuntersuchung	279
6.7.2 Stellungnahme der Ethik-Kommission	281

Inhaltsverzeichnis

7	Abbildungsverzeichnis.....	282
8	Tabellenverzeichnis.....	284
9	Literaturverzeichnis.....	285
	Eigenständigkeitserklärung	305

1 Einleitung

„Ein weiser Mann erkennt, dass Gesundheit sein wertvollster Besitz ist.“
(Hippokrates)

Nicht nur bei Krankheit, sondern auch jährlich zum Geburtstag wird in der heutigen Gesellschaft immer wieder der Wunsch nach Gesundheit ausgesprochen. Bei einer repräsentativen Umfrage der deutschen Bevölkerung wurde dem eigenen körperlichen und seelischen Wohlbefinden ein sehr hoher Stellenwert beigemessen und gilt damit als das höchste, beschützenswerteste Gut (Hinz et al. 2010, S. 897). Im Sinne der Salutogenese sind daher die Bedingungen relevant, die der Erhaltung eines gesunden Organismus dienlich sind (Puhle et al. 2015, S. 8). Die Anwendung von Naturheilverfahren spielt in diesem Zusammenhang eine herausragende Rolle, „da es immer darum geht, Gesundheitsvorsorge zu betreiben, bevor eine nachhaltige Beschwerde oder Krankheit auftritt“ (Puhle et al. 2015, S. 9).

Heilpflanzliche Therapieformen gerieten lange Zeit in Vergessenheit (Prentner 2017, S. 4). Mit dem Aufschwung der analytischen Chemie erlebten dagegen Medikamente, die auf synthetischen Wirkstoffen basierten, großen Zuspruch in der Bevölkerung. Von den einst weltweit etwa 60.000 genutzten Heilkräutern „verwendet die naturwissenschaftlich orientierte, moderne Phytotherapie nur noch etwa 100 – 150 Heilpflanzen“ (Beiser 2016, S. 26). Heute erleben entsprechende Therapieansätze jedoch eine Renaissance (Prentner 2017, S. 4). Moderne Untersuchungsmethoden ermöglichen eine Wirkanalyse der heilpflanzlichen Inhaltsstoffe und können historische Anwendungen bestätigen sowie die Entwicklung neuer Therapieformen erlauben. Der Grund für das Verschwinden heilpflanzlicher Anwendungsformen zur therapeutischen Behandlung von Krankheiten liegt somit nicht in einem zu geringen Wirkspektrum. Tatsächlich konnte die wissenschaftliche Forschung gegenteilig feststellen, dass Heilpflanzen ein unermessliches Potential wirkungsvoller Inhaltsstoffe bereithalten (Beiser 2016, S. 27).

Der wohl größte Vorteil heilpflanzlicher Therapieansätze liegt in der gesamtheitlichen Betrachtungsweise auf den Menschen. Die stetig voranschreitende, pharmazeutische Forschung der Schulmedizin wirft einen immer spezifischeren Blick auf den menschlichen Körper und versucht auf diesem Wege Krankheitsbilder punktuell zu bekämpfen. Bei schweren Krankheitsverläufen, für deren Behandlung Heilpflanzen eher nicht in Frage kommen, ist dieses Vorgehen sicherlich sinnvoll. Es sollte jedoch nicht unbeachtet bleiben, dass sich der menschliche

Organismus aus vielen verschiedenen, ineinandergreifenden biochemischen Abläufen zusammensetzt. Der fokussierte Blick auf einzelne Krankheitssymptome kann somit dem menschlichen Körper nicht immer gerecht werden. Daher kann, insbesondere auch im Zuge der Prävention, eine Kombination traditioneller Naturheilverfahren mit schulmedizinischen Ansätzen zu positiven Behandlungserfolgen führen (Prentner 2017, S. 4).

Trotz einer erstrebenswerten kombinatorischen Behandlung mit alternativ- und schulmedizinischen Ansätzen wird immer wieder die Frage kontrovers diskutiert, welche der beiden Therapieformen für die Behandlung von Krankheiten und anderen Leiden sinnvoller ist.

„Heilkräuter sind unmodern, wirkungslos [...], sagen die einen. Es lohnt sich nicht, sich damit zu beschäftigen. Wenn man überhaupt durch ein Mittel von seinen Leiden und Beschwerden geheilt werden kann, dann nur durch die Heilkräuter, sagen die anderen. All die ‚künstlichen‘ Arzneimittel, die Chemikalien, sind doch nur Gift für unseren Körper.“ (Pahlow und Eichinger 1976, S. 69)

Befürworter, die sich für ganzheitliche, heilpflanzliche Behandlungen aussprechen, stehen denjenigen Skeptikern gegenüber, die erklären, dass krankhafte Leiden nur gezielt durch die Gabe von spezifischen Wirkstoffen geheilt werden können. Die Entscheidung für eine der beiden Herangehensweisen ist aus Sicht von Pahlow und Eichinger nicht zielführend. Sie argumentieren ebenfalls für eine Kombination beider Behandlungsansätze. Viele vermeintlich in der Schulmedizin verankerten Präparate basieren z.B. bereits auf heilpflanzlichen Wirkstoffen (Pahlow und Eichinger 1976, S. 69).

Das erneut aufkeimende Interesse an naturheilkundlichen Methoden zeigt sich ferner in den Statistiken des Allensbacher Meinungsforschungsinstituts: Bei Erkältungsleiden oder anderen „leichteren“ Krankheiten versuchen immer mehr Menschen den Genesungsprozess mit Naturheilmitteln zu unterstützen (Stange 2010, S. 37). Im Rahmen einer Forsa-Umfrage der Zeitschrift „Eltern“ und der DAK-Krankenkasse gaben mehr als die Hälfte aller befragten Eltern an, dass sie „bei der Behandlung ihrer kranken Kinder [...] auf alternative Heilmethoden“ setzen (Süddeutsche Zeitung 2010). Dies war das Ergebnis von 1008 Befragten (Süddeutsche Zeitung 2010). Als Alternative oder Ergänzung für gängige Arzneimittel rücken damit die Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden auch in den Alltag von Grundschüler*innen.

Einen wichtigen Bestandteil des Sachunterrichts bildet die Gesundheitserziehung (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 37 ff.). Darüber hinaus

durchleben die Kinder im Grundschulalter (5 – 10 Jahre) eine prägende Lebensphase (Schrader et al. 2008, S. 11) und es bietet sich daher an, bereits im naturwissenschaftlichen Sachunterricht, Wirkstoffe ausgewählter Heilpflanzen zu thematisieren und mit handlungsorientierten (bio-) chemischen Experimenten zu untersuchen. Bisherige Unterrichtskonzepte greifen lediglich biologische Aspekte zur Phänomenologie auf (z.B. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) 2017).

Mit der naturwissenschaftsdidaktischen Entwicklung einfacher und alltagsnaher, handlungsorientierter Experimente zur (bio-) chemischen Wirkungsweise heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden soll mit der vorliegenden Forschungsarbeit die oben genannte Lücke geschlossen werden. Dabei spielt insbesondere für die Zielgruppe der Grundschule eine adressatengerechte Aufbereitung des Experimentiersettings sowie die didaktische Reduktion des naturwissenschaftlichen Hintergrunds eine entscheidende Rolle. Neben der Experimentierentwicklung wurden die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten in der Grundschulpraxis erprobt und evaluiert. Die Beobachtung (affektiver) Reaktionen und Verhaltensweisen während der experimentellen Tätigkeit verdeutlichen die Akzeptanz der Schüler*innen gegenüber den neuen Experimenten. Im Zuge der didaktischen Reduktion für adressatengerechte Unterrichtseinheiten liefert die Ermittlung des kognitiven Wissensaufbaus ebenfalls wertvolle Hinweise.

Heilpflanzen und naturheilkundliche Methoden gehören vordergründig zu den Phänomenen biologischer Natur. Allerdings werden für die Erklärung ihrer Wirkungsweise auf den menschlichen Körper auch (bio-) chemische und physikalische Aspekte benötigt. Daher wohnt heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten durch ihren Einsatz im Unterricht die Möglichkeit inne, eine Brücke zwischen den unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Fachbereichen zu schlagen und einen vielperspektivischen Blick auf diesen gesundheitsfördernden Aspekt ihrer Lebenswelt zu bieten. Dieser Zusammenhang kann im Zuge eines Unterrichts, der beide Geschlechter gleichermaßen in ihren Interessen ansprechen möchte, eine große Chance bieten. Mädchen interessieren sich meist für die Themen der belebten Natur, Jungen lassen sich dagegen eher für den chemisch-physikalischen Fachbereich begeistern (Lohrmann und Hartinger 2014, S. 278). Durch eine inhaltliche Verknüpfung im Unterricht können insbesondere die Mädchen durch das heilpflanzliche Experimentiersetting profitieren und

einen Zugang zu den Naturwissenschaften finden. Im Sinne eines geschlechtergerechten Unterrichts werden die Jungen durch eine entsprechende Gestaltung ebenfalls nicht ausgeschlossen, sondern können gleichermaßen ihren Nutzen ziehen. Die vorliegende Studie untersucht diesen Zusammenhang zusätzlich zu den bereits genannten Forschungsinteressen.

Zur Struktur der Arbeit

Für die theoretische Fundierung der vorliegenden Studie wird durch die Sachstandsanalyse des nachfolgenden *zweiten Kapitels* das wissenschaftliche Grundgerüst für die Untersuchung gelegt. Für einen thematischen Einstieg wird zunächst die historische Perspektive in Bezug auf heilpflanzliche Anwendungsformen eingenommen. Auf diese Weise wird auch das heutige Verständnis naturheilkundlicher Verfahren in der Gesellschaft verdeutlicht. Die folgenden Unterkapitel liefern für die Entwicklung handlungsorientierter Experimente sowie ihren Einsatz im Unterricht die fachdidaktischen Grundlagen. Für die Beobachtung (affektiver) Reaktionen und Verhaltensweisen während der experimentellen Tätigkeit sind Kenntnisse über die körpersprachliche Kommunikation (im Unterricht) relevant. Abschließend erfolgt ein kurzer Überblick über Geschlechtersozialisationsprozesse, die u.a. die geschlechterspezifischen Unterschiede im naturwissenschaftlichem (Sach-) Unterricht erklären können.

Da die in dieser Forschungsarbeit neu entwickelten heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten erstmals mit einer kleinen Probandenzahl in der Sachunterrichtspraxis erprobt wurden, orientieren sich die empirischen Erhebungen an Methoden der qualitativen Sozialforschung. Im Sinne der Triangulation wird durch die Einnahme unterschiedlicher Perspektiven eine ganzheitliche Betrachtungsweise auf den Untersuchungsgegenstand ermöglicht. Das *dritte Kapitel* begründet zunächst dieses explorative Vorgehen und erläutert den Forschungsgegenstand in Form von differenzierten Forschungsfragen. Anschließend werden der grundsätzliche Aufbau der Untersuchung sowie die verwendeten Erhebungsmethoden beschrieben. Dieses Kapitel widmet sich ebenfalls der Darstellung und Erläuterung der im Rahmen der Voruntersuchung erzielten ersten Ergebnisse zuzüglich der resultierenden Auswirkungen auf die Hauptuntersuchung. Außerdem können die naturwissenschaftlichen Hintergründe der einzelnen heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten sowie die grundlegende konzeptionelle Gestaltung der Unterrichtsstunden nachvollzogen werden.

Die Darstellung und Diskussion der Ergebnisse, die während der empirischen Erhebungen generiert werden konnten, erfolgt im *vierten Kapitel*. In diesem Zuge findet auch die Beantwortung der zu Beginn der Studie formulierten Forschungsfragen statt. Das *fünfte Kapitel* schließt die Arbeit mit einer Zusammenfassung sowie einem Ausblick auf mögliche zukünftige, sich anschließende Forschungsvorhaben ab.

2 Theoretische Grundlagen

Den Schwerpunkt der vorliegenden Forschungsarbeit bilden die Entwicklung, Erprobung und Evaluierung handlungsorientierter Experimente zur Wirkungsweise ausgewählter heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden. Unterschiedliche fachdidaktische Perspektiven sind für eine wissenschaftliche Sichtweise auf dieses Untersuchungsfeld unerlässlich. Daher ermöglichen die folgenden Kapitel zunächst einen Überblick über relevante theoretische Inhalte.

Die heutige Relevanz von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden für die Gesellschaft und damit auch für die Grundschüler*innen ergibt sich aus der historischen Entwicklung von Naturheilverfahren. Aus entwicklungspsychologischer Sicht bietet sich für heilpflanzliche Unterrichtsinhalte der Einsatz des handlungsorientierten Experiments an. Unterschiedliche fachdidaktische Aspekte müssen für die theoretische Entwicklungsarbeit sowie für die praktische Durchführung von Experimentiereinheiten im Sachunterricht berücksichtigt werden.

Die Akzeptanz der Schüler*innen in Bezug auf entsprechende Experimente zeigt sich durch (affektive) Reaktionen und Verhaltensweisen während der experimentellen Tätigkeit. Der Ausdruck erfolgt diesbezüglich vor allem über die Körpersprache. Sie bildet daher die Grundlage für die empirische Methode der teilnehmenden Beobachtung.

Heilpflanzliche und naturheilkundliche Experimentiereinheiten zeigen das Potential für die Verwirklichung eines gendergerechten Sachunterrichts. Sie stellen eine vielperspektivische Schnittstelle zwischen biologischen und chemischen bzw. physikalischen Fachinhalten dar. Auf diese Weise können die unterschiedlichen genderspezifischen Interessen der Schüler*innen aufgegriffen werden (Lohrmann und Hartinger 2014, S. 278). Entsprechende theoretische Grundlagen zur Gender-Thematik im naturwissenschaftlichem Sachunterricht werden am Ende dieses Kapitels gelegt.¹

¹ Die inhaltlichen Bezüge zwischen der vorliegenden Forschungsarbeit sowie den einzelnen Aspekten der folgenden theoretischen Grundlagen werden an jeweiliger Stelle im Text hergestellt.

2.1 Heilpflanzen und naturheilkundliche Methoden

Die Naturheilkunde ist definiert als die

„Lehre von der Therapie und Prophylaxe von Krankheiten unter Anwendung von Naturheilmitteln und Naturheilverfahren, z.B. aus dem Bereich der physikalischen Therapie, Phytotherapie, Ernährung, Ethnomedizin (z.B. TCM oder Ayurveda) sowie der Beratung in Fragen der Lebensführung.“ (Uehleke 2016)

Für therapeutische Behandlungsformen im Sinne der Naturheilkunde übernehmen die Heilpflanzen eine besondere Rolle. Bei Heilpflanzen handelt es sich um „geeignete Wild- und Kulturpflanzen“, die „zur Vorbeugung und Linderung von Krankheiten“ eingesetzt werden (Wied 2016). Dabei sind die Grenzen zu Pflanzen, die der Ernährung in Form von Nahrungsmitteln oder Gewürzen dienen, fließend. Das Deutsche Arzneibuch (DAB), das Homöopathische Arzneibuch (HAB) sowie historische Kräuterbücher sehen für die Verabreichung unterschiedliche heilpflanzliche Zubereitungen vor. Für eine innere Anwendung können z.B. Tees, Tinkturen oder Pulver gereicht werden. Auszüge aus ätherischen Ölen, Cremes oder Auflagen dienen dagegen eher der äußeren Behandlung (Wied 2016). Die therapeutische Verwendung von Heilpflanzen blickt auf eine jahrtausendalte Tradition zurück (Prentner 2017, S. 4).

Die historische Perspektive ermöglicht daher einen ersten Einstieg in die heilpflanzliche Thematik. Das folgende Kapitel kann lediglich den Anspruch erheben, einen kurzen Auszug über die Entwicklung heilpflanzlicher Anwendungsformen der letzten Jahrtausende zu liefern. Aus diesem Grund können nicht alle Epochen und ihre relevanten Vertreter einen Platz im Text finden. Durch die geschichtliche Perspektive soll vor allem die heutige Bedeutung von Heilpflanzen in der Gesellschaft und in der Medizin herausgestellt werden.

2.1.1 Die Geschichte der Heilpflanzen

Ein Blick durch die historische Brille zeigt relativ schnell, dass die Geschichte der Heilpflanzen so alt wie die Menschheit selbst ist (Bühning und Sonn 2013, S. 25). „Ursprünglich lebten die Menschen aufs engste in die Natur eingebunden und sammelten mit der täglichen Nahrung zugleich ihre Heilmittel – die Pflanzen“ (Bühning und Sonn 2013, S. 25). Erste heilpflanzliche Anwendungen können auf etwa 60.000 Jahre v. Chr. datiert werden. Ein Fund von heilpflanzlichen Grabbeilagen in einer Grabstätte Mesopotamiens lieferte den Beleg. Neben heilenden Wirkungen spielten vermutlich auch damals vermeintlich magische Kräfte der beigelegten

Pflanzen eine große Rolle (Chevallier 2017, S. 18). Durch genaue Beobachtung der Natur sowie das Austesten unterschiedlicher Pflanzen bei verschiedenen Leiden bauten die Menschen großes heilpflanzliches Wissen auf. Die Erfahrungsheilkunde stellte daher zu dieser Zeit die wichtigste Quelle für den Einsatz von Heilpflanzen bei verschiedenen Krankheiten und Leiden dar (Reichling et al. 2016, S. 10). Die Erfahrungen über heilpflanzliche Wirkungen, die die Menschen über Beobachtung und Anwendung sammelten, wurden von Generation zu Generation mündlich weitergetragen (Reichling et al. 2016, S. 10). Mit der Entwicklung der großen Zivilisationen in Ägypten, im Nahen Osten, in Indien und China nach 3.000 v. Chr. erfuhren die Heilpflanzen ebenfalls einen immensen Entwicklungsschub. Etwa 1.500 v. Chr. wurde in Ägypten das „Papyrus Ebers“ verfasst und gilt damit als eines der ältesten Schriftstücke über Heilpflanzen (Pommerening 2005, S. 63). Wie oben bereits erwähnt, wurden den Kräutern neben ihrer heilenden Wirkung auch magische Kräfte, z.B. in Form von Geistern, zugesprochen. Um 500 v. Chr. veränderte sich diese Sichtweise: In den zivilisierten Gesellschaften separierten sich medizinische Wirkungen von Magie und Zauberei (Chevallier 2017, S. 19). Der griechische Arzt Hippokrates (geboren um 460 – ca. 38 v. Chr.) vertrat die Ansicht, dass Krankheiten keinen übernatürlichen Ursprung besitzen, sondern aus natürlichen Gegebenheiten entstehen (Weiß 2014; Stöhr 2002, S. 9 f.). Daher musste auch die entsprechende Behandlung von Krankheiten ohne Magie auskommen (Chevallier 2017, S. 19). Er behandelte die menschlichen Leiden mit einem ganzheitlichen Ansatz, der den Einsatz von Kräutern berücksichtigte (Bühning und Sonn 2013, S. 26) und legte damit den Grundstein für die Naturheilkunde (Brauchle 1951, S. 13). Bereits im zweiten Jahrhundert v. Chr. herrschte zwischen Europa, dem Nahen Osten, Indien und Asien ein intensiver Handel (Chevallier 2017, S. 20). Zu den Waren gehörten u.a. auch Heilpflanzen. Auf diese Weise fanden die in den westlichen Ländern bisher unbekanntem exotischen Pflanzen ihren Weg nach Europa und umgekehrt (Anagnostou 2016, S. 305). Um das stetig wachsende Wissen nachhaltig festzuhalten, begannen die Menschen Kräuter-Nachschlagewerke zu verfassen. Im ersten Jahrhundert n. Chr. schrieb der griechische Arzt Dioskorides das erste und bedeutendste Heilpflanzenbuch der Antike (Bühning und Sonn 2013, S. 27; Chevallier 2017, S. 20). Die *Materia Medica* umfasst eine Vielzahl zeitgenössischer Kräuter und ihre Wirkungen (Vos 2010, S. 28). Bis in das 17. Jahrhundert hinein galt diese Schrift als Standard-Nachschlagewerk (Chevallier 2017, S. 20; Anagnostou 2016, S. 302 f.). Sie umfasste allein etwa 800 pflanzliche Heilmittel (Anagnostou 2016, S. 303).

Durch den Untergang des römischen Reiches litt auch die westliche Medizin (Anagnostou 2016, S. 304). Die arabischen Kulturen sowie die alten Zivilisationen Mittel- und Südamerikas erhielten und entwickelten das medizinische Kräuterwissen jedoch weiter (Chevallier 2017, S. 21). Im frühen Mittelalter (1000 – 1400 n. Chr.) konnten so die Gelehrten Europas auf das umfangreiche Wissen wieder zugreifen und in der westlichen Welt verbreiten (Chevallier 2017, S. 22). Der Wiederaufschwung heilpflanzlicher Behandlungsweisen resultierte in die Gründung erster Krankenhäuser, Medizinschulen und Universitäten, in denen die Therapie mit Kräutern natürlich eine entscheidende Rolle spielte (Chevallier 2017, S. 22).

Obwohl durch die Ausweitung von Handelswegen die Verbreitung der Heilpflanzen sowie das Wissen über ihre Wirkungen auf den menschlichen Körper stetig anstiegen, verschlechterte sich der Gesundheitszustand der Bevölkerung in Europa dramatisch. Zwischen dem 12. und 18. Jahrhundert lebten die Menschen in den europäischen Städten unter sehr schlechten hygienischen Bedingungen, so dass sich Krankheitserreger optimal verbreiten konnten. Die damaligen Pflanzenkundigen versuchten z.B. die Pest mit einer Vielzahl von Kräutern zu behandeln (Wulfers 2014, S. 39 f.). Diese Zeit brachte auch den bekannten Arzt und Naturwissenschaftler Paracelsus (1493 – 1541) hervor (Bühning und Sonn 2013, S. 30). Er galt als großer Vertreter der Kräutermedizin: „Das Buch der Arznei ist die Natur selbst.“ (Bühning und Sonn 2013, S. 32). Darüber hinaus sprach er sich dafür aus, vornehmlich einheimische Heilpflanzen für die Heilung von Krankheiten einzusetzen (Bühning und Sonn 2013, S. 32). Er gehörte zu den Befürwortern der Naturheilkunde, die erstmals eine schulmedizinische Ausbildung abgeschlossen haben (Sievert 1996, S. 54).

Trotz medizinischer Größen wie Paracelsus, nahm das Interesse an Kräutern, und damit die Bedeutung von Heilpflanzen, zwischen 1700 und 1900 immer weiter ab. Zunehmend wurden chemische Substanzen, wie z.B. metallische Gifte für die Therapie eingesetzt. Obwohl in dieser Zeit die medizinische Erforschung des menschlichen Körpers weiter vorangetrieben wurde, entwickelte sich der heilpflanzliche Wissensstand aus wissenschaftlicher Forschungsperspektive nicht weiter (Chevallier 2017, S. 24 f.).

„Rückblickend scheint es, als hätte die neue wissenschaftliche Medizin nur durch die Trennung von traditionellen Heilmethoden, mit denen sie zuvor eng verbunden war, entstehen können. Zwar fehlt der traditionellen Medizin zumeist eine genaue wissenschaftliche Erklärung für die jeweilige Wirkung, dafür ist sie der

Schulmedizin in der therapeutischen Anwendung aber oft weit voraus.“
(Chevallier 2017, S. 25)

Mit dem *Beginn des 19. Jahrhunderts* verdrängte die chemische Forschung die Kräuter und Heilpflanzen zur Behandlung von Krankheiten zunehmend. 1828 konnte der Pharmazieprofessor J.A. Buchner das erste Mal aus Weidenrinde ein gelbliches Extrakt (Salicin) isolieren. Dem Pharmazeuten E. Merck gelang es dann schließlich im Labor erstmalig Salicylsäure zu synthetisieren (Vennemann 1998, S. 17). Die neuen wissenschaftlichen Möglichkeiten läuteten letztendlich die Trennung von Schulmedizin und Pflanzenheilkunde ein (Chevallier 2017, S. 27).

Durch die intensive Forschung in der *zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts* fanden synthetische Arzneimittel wie Antibiotika ihren festen Platz in der Schulmedizin. Dadurch sorgten sie aufgrund ihres erfolgreichen Einsatzes für einen Aufstieg konventioneller Medikamente. Die Menschen in Europa und Amerika gewöhnten sich an diese Therapieform und die Pflanzenheilkunde geriet in Vergessenheit bzw. galt sogar als antiquiert (Chevallier 2017, S. 28).

2.1.2 Die heutige Bedeutung von Heilpflanzen

Ein Umdenken in Bezug auf synthetische Arzneimittel fand erstmals 1962 im Zuge der Contergan-Affäre statt. Die Gesellschaft wurde daran erinnert, dass mit dem Einsatz von chemisch-synthetischen Wirkstoffen auch Gefahren und beträchtliche Folgen verbunden sein können (Länger und Schiller 2004, S. 2 f.). Hinzu kam, trotz der hohen Anzahl unterschiedlicher Medikamente, der insgesamt schlechte Gesundheitszustand der westlichen Welt. Dazu trugen die unkontrollierte Verwendung von Medikamenten sowie der hohe Anstieg chronischer Krankheiten bei. Aber auch die ansteigende Immunität unterschiedlicher Antibiotika-Präparate sorgte für ein Umdenken (Chevallier 2017, S. 28 ff.). Die Idee der Komplementärmedizin war geboren. Dieser Ansatz verbindet den Einsatz konventioneller Medizin mit Aspekten der Pflanzenheilkunde (Ernst 2008, S. 218). Während ersteres lediglich die Abschwächung oder gar die Beseitigung einzelner Symptome verfolgt, nimmt die Behandlung mit Heilpflanzen den gesamten menschlichen Körper in den Blick und ermöglicht somit eine ganzheitliche Behandlung (Chevallier 2017, S. 28 ff.).

Die Schwierigkeit in der wissenschaftlichen Erforschung heilpflanzlicher Wirkstoffe ist die im Wesentlichen monetäre Orientierung der Pharmaindustrie.² Sie ist lediglich an den pflanzlichen Inhaltsstoffen interessiert, die synthetisiert und damit patentiert werden können. Verantwortlich dafür ist die Ausrichtung auf wirtschaftliche Gewinne sowie die immense Kostenabdeckung der aufwändigen Forschungsprozesse. Heilpflanzen werden jedoch meist in ihrer Gesamtheit verwendet und können somit aufgrund ihres natürlichen Vorkommens nicht patentiert werden (Chevallier 2017, S. 31).

„Die Zukunft der Kräutermedizin wird in besonderem Maße davon abhängen, ob Heilpflanzen und das traditionelle Wissen über ihre Verwendung als das Gesehene werden, was sie im Grunde sind – eine riesige Quelle sicherer, ökonomischer, ökologischer und ausgewogener Arzneien –, oder ob sie, wie viele andere Dinge auch, für kurzfristige Gewinne ausgebeutet werden.“ (Chevallier 2017, S. 31)

Trotz der Schwierigkeiten in der Arzneimittelforschung haben die Heilpflanzen in der konventionellen Medizin ihre Legitimation. Phytopharmaka werden heute vor allem als Begleittherapie oder zur Vorsorge eingesetzt. Bei schweren Erkrankungen bleibt jedoch die Schulmedizin die sinnvolle Methode der Wahl (Bühning und Sonn 2013, S. 35).

Am 3. Oktober 1991 verabschiedete das „Kuratorium der Gesellschaft für Phytotherapie e.V.“ folgende Definition:

„Phytotherapie ist die Behandlung und Vorbeugung von Krankheiten bis zu Befindensstörungen durch Pflanzen, Pflanzenteile und deren Zubereitung. Die Phytotherapie ist nicht Alternative, sondern Teil der heutigen naturwissenschaftlich orientierten Medizin. Sie schließt therapeutische Lücken und bietet ergänzende oder adjuvante Möglichkeiten bei der Behandlung und Vorbeugung akuter und chronischer Krankheiten.“ (Bühning 2014, S. 36)

Mittlerweile wurden viele pflanzliche Inhaltsstoffe isoliert und im Labor analysiert. Die erfahrungsbasierten Wirkungen konnten somit wissenschaftlich bestätigt werden und verhalfen

² An dieser Stelle soll jedoch nicht der Eindruck einer rein kritischen Einschätzung der Schulmedizin und der damit verbundenen pharmazeutischen Forschung im negativen Sinne suggeriert werden. Insbesondere für schwere Krankheitsverläufe sowie im Zuge der Entwicklung neuer Medikamente (z.B. Antibiotika, Impfstoffe, etc.) konnten aus humanitärer Sicht große Erfolge erzielt werden. Heilpflanzen und naturheilkundliche Methoden können in diesem Zusammenhang nicht für eine erfolgreiche Behandlung eingesetzt werden. Vielmehr ist, wie bereits erwähnt, die Kombination beider therapeutischer Ansätze erstrebenswert, um jeweils die entsprechenden Vorteile für Prävention und Genesung zu nutzen.

den Heilpflanzen, ihre Anerkennung und Akzeptanz in der Gesellschaft zurückzugewinnen (Bühning 2014, S. 36).

Zusammenfassung: Der kurze übersichtsartige Auszug der historischen Entwicklung der Naturheilkunde konnte zeigen, dass die Behandlung von Krankheiten mit Heilpflanzen so alt wie die Menschheit selbst ist. Mit dem Aufschwung der pharmazeutischen Forschung und der damit einhergehenden Entwicklung chemisch-synthetischer Arzneimittel gerieten viele naturheilkundliche Verfahren in Vergessenheit. Heute erleben Heilpflanzen jedoch eine Renaissance und finden ihren Platz zurück in unterschiedlichen therapeutischen Anwendungsformen. Die häufig vorkommenden Nebenwirkungen synthetischer Medikamente sind ein Grund für diese Entwicklung. Für die Zukunft sind vor allem komplementäre Behandlungsansätze aus Schulmedizin und Naturheilkunde erstrebenswert.

2.2 Heilpflanzen und naturheilkundliche Methoden in der Grundschule

Durch die steigende Relevanz von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden als Alternative bzw. Ergänzung für konventionelle Arzneimittel, rücken entsprechende Therapieformen auch in den Alltag von Grundschüler*innen. Schule als Teil des gesellschaftlichen Lebens erhält folglich die Aufgabe, entsprechende Inhalte im Unterricht aufzugreifen. Im Zuge der Gesundheitserziehung im Sachunterricht bietet sich daher eine Thematisierung an (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 37 ff.). Die Inhalte, die die Kinder in ihrer prägenden Lebensphase im Alter zwischen fünf und zehn Jahren erfahren (Schrader et al. 2008, S. 11), besitzen mit hoher Wahrscheinlichkeit einen großen Einfluss auf die Gestaltung des späteren Erwachsenenlebens. Um für Heilpflanzen einen relevanten Platz in der eigenen Lebensgestaltung zu schaffen, können in der Grundschule bereits handlungsorientierte (bio-) chemische Experimente zur Wirkungsweise ausgewählter heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden durchgeführt werden. Das Erlebte wird somit be-greifbar und unterstützt die Vermittlung von Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweise.

Im folgenden Text wird zusätzlich die oben formulierte Aussage bzgl. der Relevanz von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden für die Kinder selbst, aber auch für den Kontext

Schule bzw. Sachunterricht, herausgearbeitet. Ihr sachunterrichtlicher Beitrag zur Förderung und Erhaltung der Gesundheit wird ebenfalls erörtert. Inwiefern zur Schulmedizin alternative Behandlungsformen mit der Rolle und Funktion des Sachunterrichts grundsätzlich vereinbar sind, kann durch einen Blick in den Lehrplan beantwortet werden.

2.2.1 Die Relevanz von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden im Sachunterricht

In Bezug auf die steigende gesellschaftliche Relevanz von Naturheilverfahren kann der Einsatz heilpflanzlicher Experimentiereinheiten grundsätzlich mit der wesentlichen Aufgabe des Sachunterrichts vereinbart werden. Diesen Zusammenhang verdeutlicht folgende Definition:

„[Die Didaktik des Sachunterrichts] verdankt ihre Entstehung weniger der Bearbeitung eines wissenschaftlichen Theorie- und Methodenproblems als vielmehr der gesellschaftlichen Aufgabe, Wissen, Handlungsnormen und Kompetenzen an die nachfolgende Generation unter den Bedingungen institutionalisierten Lernens zu vermitteln.“ (Götz et al. 2015, 13)

Das Unterrichtsfach „Sachunterricht“ ermöglicht, unter den Bedingungen der Institution Schule, organisierte Sacherfahrungen sowie den kontrollierten Erwerb des zugehörigen Sachwissens (Götz et al. 2015, 17). Unabhängig von den eigenen Lebensumständen verhilft er Wissen und Fertigkeiten zu erwerben, die die Entwicklung der eigenen Persönlichkeit vorantreiben. Zusätzlich erlernen die Grundschüler*innen grundlegende Aspekte für ein gemeinsames Zusammenleben. Sachunterricht muss dafür die Grundlage für gesellschaftlich relevante Vorstellungen schaffen. Dazu gehören neben technischen und sozialwissenschaftlichen Zusammenhängen auch naturwissenschaftliche Inhalte (Götz et al. 2015, 18). Folgende Aspekte sollten daher bei der Gestaltung von Sachunterricht berücksichtigt werden:

- *„Verstehen [...] unterstützen,*
- *sinnvolle Zugangsweisen zu neuem Wissen und Können [...] eröffnen,*
- *Interessen an der Umwelt auf[...]bauen,*
- *Könnenszuwachs erfahrbar [...] machen und*
- *zum verantwortungsbewussten Handeln [...] ermutigen.“ (Götz et al. 2015, S. 18)*

Sachunterricht fördert das Verständnis der Grundschüler*innen für ihre eigene Umwelt. Zur Unterstützung bieten die Lehrkräfte in Abhängigkeit von der Thematik zielführende Zugangs-

weisen zu neuem Wissen an. Dadurch unterliegt der Wissensaufbau im Vergleich zu den zufällig gemachten Erfahrungen im Kindergarten bzw. in der Vorschule einer gewissen Systematik und lehrt dadurch auch methodische Kompetenzen. Darüber hinaus steht die Erweiterung des eigenen Interessengebietes im Mittelpunkt: Sachunterricht versucht den Horizont für neue Kenntnisse und Fähigkeiten auszubauen sowie einen Raum zu schaffen, diese zu erproben und anzuwenden. Die Schüler*innen können somit dazu ermutigt werden, ihr neues Wissen und die damit verbundenen Fertigkeiten einzusetzen und über den Sachunterricht hinaus anzuwenden. Das primäre Ziel besteht in einer aktiven Mitgestaltung der eigenen Umgebung (Götz et al. 2015, S. 18 f.). Zusammenfassend ergibt sich für den Sachunterricht das übergeordnete Leitziel, die Grundschüler*innen in ihrer Bildung zur Erschließung ihrer Umwelt und Umgebung in angemessener Weise didaktisch zu unterstützen (Kahlert 2016, S. 29).

Um der großen Bandbreite an Aufgaben des Sachunterrichts gerecht zu werden, existieren unterschiedliche fachliche Inhaltsbereiche (Hartinger 2015, S. 47). In Bezug auf die Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden ist der Bereich „Natur und Leben“, vor allem in Bezug auf die Gesundheitserziehung, relevant (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 40 f.).

Im November 2012 beschloss das Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland Empfehlungen zur Gesundheitsförderung und Prävention in der Schule. Die Gesundheitserziehung gilt als integraler Bestandteil der Schulentwicklung und

„[eröffnet unter anderem] Schülerinnen und Schülern, Lehrkräften und dem sonstigen pädagogischen Personal die Möglichkeit, Kompetenzen zu gesunden Lebensweisen und zu einer gesundheitsfördernden Gestaltung ihrer Umwelt zu erwerben.“ (Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland 2012, S. 3 f.)

Durch das gesteigerte öffentliche Interesse der Gesellschaft an Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden nehmen die zur Schulmedizin alternativen Behandlungsformen ebenfalls einen wichtigen Platz in der Gestaltung eines gesundheitsbewussten Lebens ein. Im „Perspektivrahmen Sachunterricht“ werden die Themen Gesundheit und Gesundheitsprophylaxe zur Vernetzung von Perspektiven sowie als Unterrichtsgegenstand selbst vorgeschlagen. Somit soll der Sachunterricht zu einer gesunden Lebensweise beitragen, indem die Schüler*innen motiviert werden, Verhaltensweisen zu leben, die für die Erhaltung bzw. zur Herstellung

der eigenen Gesundheit führen (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) 2013, S. 80 ff.). Die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Aspekte werden zwar nicht explizit genannt, können aber durchaus in die aufgeführten Inhaltsbereiche und Schwerpunkte des Lehrplans eingeordnet werden (s. Kap. 2.2.2).

Neben Merkmalen einer gesunden Lebensführung erlernen die Schüler*innen mit Hilfe der handlungsorientierten heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten ebenfalls Aspekte der allgemeinen naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweise.

2.2.2 Einordnung heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden in den Lehrplan der Grundschule

„Aufgabe des Sachunterrichts in der Grundschule ist es, die Schülerinnen und Schüler bei der Entwicklung von Kompetenzen zu unterstützen, die sie benötigen, um sich in ihrer Lebenswelt zurechtzufinden, sie zu erschließen, sie zu verstehen und sie verantwortungsbewusst mit zu gestalten.“ (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 39)

Zu der unmittelbaren Lebenswelt der Schüler*innen gehört in erster Linie der Erhalt der eigenen Gesundheit. Heilpflanzen und naturheilkundliche Methoden können dabei eine zentrale Rolle einnehmen. Der naturwissenschaftliche Sachunterricht bietet die Möglichkeit einen wichtigen Beitrag zur Vermittlung der Wirkungsweise heilpflanzlicher Inhaltsstoffe zu leisten. Daher wird die Thematik in den Lehrplan der Grundschule eingeordnet. Der Lehrplan für das Fach Sachunterricht umfasst insgesamt fünf Bereiche. Im Bereich „Natur und Leben“ können die heilpflanzlichen Experimentiereinheiten verortet werden:

„Verantwortungsvolles Handeln im Bereich Natur und Leben schließt mit ein, dass die Kinder sich auch mit dem eigenen Körper, seiner Ernährung und Pflege beschäftigen und entsprechende Einstellungen und Verhaltensweisen ausprägen.“ (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 41)

Tab. 1 zeigt die Kompetenzerwartungen in Bezug auf die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten, die die Grundschüler*innen am Ende der Jahrgangsstufe vier im Bereich „Natur und Leben“ erreichen sollen. Dazu gehören unterschiedliche Aspekte der belebten sowie unbelebten Natur, die in einzelne inhaltliche Schwerpunkte gegliedert werden (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 40 f.). Die

Schwerpunkte „Stoffe und ihre Umwandlung“ sowie „Körper, Sinne, Ernährung und Gesundheit“ sind für die Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden relevant.

Tab. 1: Kompetenzerwartungen im Sachunterricht des Grundschullehrplans in Bezug auf die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten. Die Tabelle wurde aus dem Grundschullehrplan für den Sachunterricht entnommen (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 43 f.).

„Bereich: Natur und Leben Schwerpunkt: Stoffe und ihre Umwandlung“	„Bereich: Natur und Leben Schwerpunkt: Körper, Sinne, Ernährung und Gesundheit“
<i>„Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4 Die Schülerinnen und Schüler ...</i>	<i>„Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4 Die Schülerinnen und Schüler ...</i>
<ul style="list-style-type: none"> - ... untersuchen sichtbare stoffliche Veränderungen der belebten und unbelebten Natur, stellen Ergebnisse dar und beschreiben sie.“ 	<ul style="list-style-type: none"> - ... erklären Bau und Grundfunktionen des menschlichen Körpers.“ - ... erklären Grundsätze [...] der gesunden Lebensführung.“ - ... formulieren Regeln und Tipps für eine gesunde Lebensführung.“

Im Rahmen des Bereichs „Natur und Leben“ wird außerdem darauf hingewiesen, dass die Schüler*innen eigene Experimente und Untersuchungen durchführen sollen, um z.B. Naturphänomene erläutern und deuten zu können (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 40). Die naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise kann zusätzlich mit den entwickelten Experimenten gefördert werden.

Zusammenfassung: Aufgrund der steigenden gesellschaftlichen Relevanz von Naturheilverfahren rücken die Heilpflanzen auch zunehmend in den Alltag von Grundschüler*innen. Durch das zentrale Ziel des Sachunterrichts, die Schüler*innen bei der Erschließung und aktiven Gestaltung ihrer eigenen Lebenswelt zu unterstützen, kommt der Institution Schule die wichtige Aufgabe zuteil, auch die zur Schulmedizin alternativen Behandlungsformen, z.B. im Zuge der Gesundheitserziehung, zu thematisieren. Der Erhalt der persönlichen Gesundheit übernimmt in der individuellen Lebensführung eine elementare Rolle. Um die Schüler*innen diesbezüglich unterstützen zu können, sind adressatengerechte Zugangsformen zur heilpflanzlichen Thematik, z.B. durch handlungsorientierte Experimente, zwingend notwendig. Neben erstem

Fachwissen zur Wirkungsweise ausgewählter naturheilkundlicher Methoden, eignen sich die Schüler*innen ebenfalls vorwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen an.

2.3 Das Experiment im naturwissenschaftlichen Sachunterricht

Naturwissenschaftlicher Grundschulunterricht soll zu einer allgemeinen naturwissenschaftlichen Grundbildung hinführen, die im weiteren Bildungsweg erweiter- und ausbaubar ist. Die sich entwickelnde *scientific literacy* verhilft im späteren Leben zu einer Teilhabe am gesellschaftlichen Leben (Steffensky 2015, S. 128). Gerade für Deutschland, als ein weltweit wichtiger Chemiestandort (Verband der Chemischen Industrie e.V., S. 14), sind naturwissenschaftliche Inhalte für die Wirtschaft sowie die Gesellschaft und damit für das verantwortliche und reflektierte Handeln im alltäglichen Leben besonders relevant. Die naturwissenschaftliche Grundbildung umfasst neben fachbezogenen Konzepten, Begriffen und Theorien auch entsprechende Denk- und Arbeitsweisen (Steffensky 2015, S. 128). Hier nimmt das Experiment eine besondere Stellung für die Chemie als empirische Wissenschaft ein (Sommer und Pfeifer 2018, S. 70 f.). Im naturwissenschaftlichen Sachunterricht ist daher zur Untersuchung der Wirkungsweise heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden das handlungsorientierte Experiment die Methode der Wahl. Auch aus entwicklungs- und lernpsychologischer Sicht begründet sich sein Einsatz maßgeblich (s. Kap. 2.3.1 und 2.3.2). Neben der eigentlichen Durchführung eines Experiments nimmt die Deutung und die damit verbundenen Vermittlungsmöglichkeiten naturwissenschaftlicher Inhalte ebenfalls einen wichtigen Raum ein (s. Kap. 2.3.3). Für die Entwicklung neuer Schüler*innen-Experimente erfahren unterschiedliche Kriterien und Aspekte Berücksichtigung, die abschließend in Kap. 2.3.4 vorgestellt werden.

2.3.1 Entwicklungspsychologie nach Erikson

Bei der Durchführung der heilpflanzlichen Experimentiereinheiten sind die an der Studie teilnehmenden Schüler*innen zwischen neun und elf Jahre alt. Im folgenden Text wird die entsprechende Entwicklungsphase des Grundschulalters detailliert vorgestellt. Dazu erfolgt ein Rückgriff auf die Entwicklungspsychologie nach Erikson, die darüber hinaus den grundsätzlichen Einsatz handlungsorientierter Experimente im naturwissenschaftlichen Sachunterricht legitimieren kann.

Die Identitätstheorie nach Erikson

Seit dem zweiten Weltkrieg gilt Erik H. Erikson (1902 – 1994) als einer der bedeutendsten Vertreter der Psychoanalyse (Noack 2010, S. 38; Conzen 2012, S. 5). Als Ausgangspunkt seiner Arbeit nutzte er die psychoanalytische Theorie Freuds (Noack 2010, S. 37). Freud richtete sein Augenmerk vor allem auf die Entwicklung des Ichs und erklärte die Persönlichkeitsreife mit dem Durchlaufen der frühen Kindheit als festgelegt. (Noack 2010, S. 37; Abels und König 2016, S. 95). Diesen Ansatz griff Erikson für die Formulierung seiner Identitätstheorie auf und erweiterte sie um eine psychosoziale Komponente, die sich in einen lebenslangen Entwicklungsprozess einbettet (Noack 2010, S. 37).

Neben Erik Erikson existieren viele weitere Ansätze unterschiedlicher Entwicklungspsychologen. Als zwei weitere wichtige Vertreter können z.B. der Schweizer Psychologe Jean Piaget (1896 – 1980) sowie sein sowjetischer Kollege Lew Wygotski³ (1896 – 1934) genannt werden (Lück 2018, S. 35; S. 48; Braun 2014, S. 35). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird jedoch darauf verzichtet die Stadien- und Stufen- Theorien Piagets oder andere entwicklungspsychologische Abhandlungen vorzustellen. Wie bereits erwähnt, verfolgt Erikson mit seiner Identitätstheorie einen ganzheitlichen und lebenslangen Ansatz. Die Stadien- und Stufen- Theorie Piagets dagegen beschäftigt sich ausschließlich mit der Kindheit und Adoleszenz und erklärt mit dem Erreichen des formal-operativen Stadiums die Beendigung der Entwicklung kognitiver Fähigkeiten (Lück 2018, S. 41 f.). Das Leben eines Menschen ist jedoch ein ständiger Wachstumsprozess ohne Stillstand, da es keine fertigen Entwicklungsergebnisse gibt. In jeder Lebenssituation wird der Mensch mit neuen grundlegenden und existentiellen Aufgaben und Problemen konfrontiert, die es in Abhängigkeit der jeweils herrschenden Lebensumstände sowie im Dialog mit dem sozialen Umfeld zu bearbeiten und zu lösen gilt (Conzen 2012, S. 6). Die Arbeit an der eigenen Identität ist damit eine lebenslange Aufgabe (Abels und König 2016, S. 95). Darüber hinaus unterschätzte Piaget in seiner Arbeit die Kompetenzen von Grundschulkindern und traute ihnen planvolles Experimentieren nicht zu (Koerber 2014, S. 171). Aus diesem Grund wurde lange Zeit auf den Einsatz von Experimenten in der Grundschule verzichtet, was sich rückbli-

³ Wygotski berücksichtigt in seinem entwicklungspsychologischen Ansatz vor allem soziokulturelle Aspekte des Lernprozesses. In diesem Zusammenhang beleuchtet er „die soziale Interaktion mit Lernpartnern [...], die auf dem zu vermittelnden Wissensgebiet bereits Kompetenz erworben haben“ (Lück 2018, S. 48). Als weiterführende Literatur können die Schriften Wygotskis empfohlen werden, z.B. Wygotski 1987.

ckend als Unterforderung der Grundschüler*innen beschreiben lässt (Lück 2016, S. 9). Die vorliegende sowie weitere zahlreiche empirische Arbeiten widerlegen deutlich diesen Aspekt der Entwicklungspsychologie Piagets. Infolgedessen konzentriert sich dieses Kapitel auf den entwicklungspsychologischen Ansatz Eriksons, der neben der kognitiven Entwicklung die gesellschaftliche, soziale und kulturelle Perspektive berücksichtigt und damit ebenfalls affektiven Aspekten Aufmerksamkeit widmet (Lück 2018, S. 42; Koerber 2014, S. 170). Für die Gestaltung der vorliegenden Forschungsarbeit ist der Kontext der Affektivität besonders relevant: Durch affektives Verhalten während der experimentellen Tätigkeit zeigt sich die Akzeptanz der Schüler*innen gegenüber den heilpflanzlichen Experimentiereinheiten (s. Kap. 2.4).

„Identität und Lebenszyklus – Drei Aufsätze“ (1959) kann wohl als Schlüsselwerk Eriksons betrachtet werden und behandelt sein eigentliches Forschungsthema: die Bildung und Entstehung der Ich-Identität (Noack 2010, S. 41). Ausgangspunkt der persönlichen psychosozialen Entwicklung sind biologische bzw. körperliche Ursachen. Aus ihnen heraus entwickeln sich psychologische Eigenschaften nach einem epigenetischen Prinzip (Erikson 1973, S. 57 ff.; Noack 2010, S. 43). Das bedeutet, dass Entwicklung nach einem „Grundplan“ abläuft, „wobei jeder [Entwicklungs-] Teil eine Zeit des Übergewichts durchmacht, bis alle Teile zu einem funktionierenden Ganzen herangewachsen sind“ (Erikson 1973, S. 57). Aus biologischer Sicht ist dieser Grundplan bereits in den menschlichen Genen von Geburt an verankert, der im Verlauf eines Lebens zusätzlich und in Wechselwirkung von gesellschaftlichen Aspekten beeinflusst wird (Erikson 1973, S. 57; Noack 2010, S. 43).

Ein solcher Lebenszyklus mit wechselseitigen Beeinflussungen wird von Erikson in acht Phasen unterteilt (Erikson 1973, S. 150 f.). Jedes Stadium besitzt in der Ich-Entwicklung einen eigenen thematischen Schwerpunkt. Dieser ist für das gesamte Leben relevant, bildet jedoch in einem bestimmten Stadium bzw. während einer bestimmten Altersstufe den Kern, mit dem sich der Mensch dann auseinandersetzen muss (Erikson 1973, S. 149; Noack 2010, S. 44; Erikson 1974, S. 265).⁴

Der thematische Schwerpunkt jedes Stadiums wird von Erikson als eine psychosoziale Krise bezeichnet (Lohaus und Vierhaus 2019, S. 15). Eine Krise meint in diesem Zusammenhang

⁴ Weiterführende Literatur zu den Entwicklungsphasen: „Identität und Lebenszyklus“ (Erikson, 1973).

keine negative Begriffsdefinition im eigentlichen Sinne, sondern vielmehr eine jeweils altersspezifische Entwicklungsaufgabe (Erikson 1980, S. 96). Bei ihrer Bewältigung wird in jeder Entwicklungsphase eine bestimmte „Grundstärke“ oder „Ich-Qualität“ ausgebildet, die die Gesamtheit eines Menschen erweitert und zusätzlich in die folgenden Entwicklungsphasen integriert wird (Abels und König 2016, S. 96; Noack 2010, S. 45). Eine Krise zeichnet sich durch zwei gegensätzliche, in Spannung zueinanderstehende Pole aus. Der Mensch muss zur Bewältigung der Krise mit Hilfe seiner Möglichkeiten „ein günstiges Verhältnis der beiden Pole“ erreichen (Noack 2010, S. 44; Erikson 1973, S. 56). Nur dann kann die Entwicklungsaufgabe als abgeschlossen betrachtet und die neue Krise erfolgreich bewältigt werden (Abels und König 2016, S. 96). Die Stärken, die aus einer erfolgreichen Krisenbewältigung resultieren, werden von Erikson auch als Tugende bezeichnet (Erikson 1980, S. 242 f.).⁵

Werksinn vs. Minderwertigkeitsgefühl

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird von den insgesamt acht Entwicklungsphasen nur die für die Grundschule relevante im Detail vorgestellt. Die vierte Entwicklungsphase spielt sich während des Schulalters (6 – 12 Jahre) ab und beinhaltet die Bewältigung der Krise „Leistung bzw. Werksinn vs. Minderwertigkeitsgefühl“ (Erikson 1973, S. 98; Noack 2010, S. 44). Dazu beginnen die Kinder – meist schon bereits viel früher – sich Tätigkeiten von Älteren bzw. generell von Anderen abzuschauen und versuchen, diese ebenfalls selbst durchzuführen. Aus diesem Grund bekommen, neben den eigenen Eltern, erstmals auch andere Personen, wie z.B. Lehrpersonen oder Gleichaltrige, eine Bedeutung im Leben eines Kindes (Erikson 1973, S. 98). Es bilden sich erste zwischenmenschliche Beziehungen aus und es kommt zu Interaktionen zwischen ihnen: die „Sozialwelt des Kindes“ ändert sich (Abels und König 2016, S. 98). Im Zuge dieses Stadiums übernimmt auch die Grundschule eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung. Grundsätzlich schwankt die Erziehung in der Grundschule zwischen zwei gegensätzlichen Polen: Zum einen soll die Grundschulzeit auf das spätere „harte“ Erwachsenenleben vorbereiten und zu Disziplin, Pflichtgefühl und Wissen führen. Auf der anderen Seite soll dem Kind ein ihm gerechter Lernprozess ermöglicht werden. Es soll sich ausprobieren dürfen, um mit Spaß und Spiel lernen zu können. Da die Grundschulerziehung zwischen beiden Extremen eingeordnet werden kann, bietet es sich an, einen Mittelweg zu wählen. Unterrichtsthemen, mit denen sich das Kind von selbst aus nicht beschäftigt hätte, können interessant und adressatengerecht

⁵ Weiterführende Literatur: „Jugend und Krise: Die Psychodynamik im sozialen Wandel“ (Erikson, 1980).

aufgearbeitet werden. So werden Inhalte integriert, die im Vergleich zu den vorherigen Entwicklungsstadien nicht nur aus einem Fantasiespiel heraus entstehen, sondern Teil der realen Erwachsenenwelt sind (Erikson 1973, S. 100). Heilpflanzen als Gegenstand des gesellschaftlichen Lebens erfüllen genau diesen Aspekt.

Durch die eigenständige und aktive Auseinandersetzung mit entsprechenden Inhalten, auch nach dem Vorbild von Anderen, entwickelt sich beim Kind der Werksinn. Dieser gibt das Gefühl, für die eigene Umwelt nützlich zu sein. Daher werden entsprechende Tätigkeiten mit dem Ziel durchgeführt, diese besonders gut und vollkommen zu gestalten. Durch die Produktion von nützlichen Dingen mit den eigenen Händen erhofft sich das Kind Anerkennung und damit das Gefühl, erfolgreich sein zu können. Um diese Ziele zu erreichen, entwickelt es einen Fleißgedanken und kann daher in einer Werksituation völlig aufgehen. Gleichzeitig besteht in dieser Situation die Gefahr, dass sich ein Gefühl von Minderwertigkeit oder Unzulänglichkeit entwickeln kann, wenn das Kind bemerkt, dass es einer Tätigkeit noch nicht gewachsen ist, sich überfordert fühlt und z.B. die Hilfe eines Erwachsenen benötigt. Aus diesem Grund muss für die Entwicklung eines gesunden Selbstvertrauens die Möglichkeit geboten werden, dem Drang des eigenständigen Tuns nachgehen zu dürfen und dadurch Erfolgserlebnisse erleben zu können (Erikson 1973, S. 102 f.).

Die Bedeutung von Eriksons Entwicklungspsychologie für den Einsatz handlungsorientierter naturwissenschaftlicher Experimente in der Grundschule

Bereits in der Grundschule handlungsorientierte naturwissenschaftliche Experimente einzusetzen, schafft die Möglichkeit eigenständig und aktiv handelnd tätig zu werden. Durch ein angemessenes adressatengerechtes Unterrichtssetting schaffen Experimente Erfolgsgefühle bei den Schüler*innen und unterstützen damit ihre Persönlichkeitsentwicklung im Sinne des Aufbaus eines gesunden Selbstvertrauens. Darüber hinaus entspringen Experimentierinhalte nicht einer Fantasiewelt, sondern der realen Dingwelt. Durch die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen können die Schüler*innen an der Erwachsenenwelt teilnehmen und erleben ihr eigenes Wissen sowie die damit verknüpften eigenständigen Handlungen als nützlich und wertvoll. Sie können in der experimentellen Tätigkeit völlig aufgehen und das Ziel verfolgen, dabei möglichst erfolgreich und produktiv zu sein.

2.3.2 Das handlungsorientierte Experiment im naturwissenschaftlichen Sachunterricht

Wie bereits erwähnt, soll ein naturwissenschaftlicher Grundschulunterricht zu einer allgemeinen naturwissenschaftlichen Grundbildung hinführen und in die Entwicklung einer *scientific literacy* münden, die eine gesellschaftliche Teilhabe an relevanten Themen, wie z.B. Naturheilverfahren, sichert (Steffensky 2015, S. 128). Dieses allgemeine Ziel wird durch den übergeordneten Auftrag des Sachunterrichts ergänzt: Sachunterricht sollte „dem Verstehen dienen und Kinder in ihrem jetzigen und zukünftigen Leben Orientierungshilfe geben“ (Kaiser 2013, S. 198) sowie die eigenständige Erschließung der Umwelt fördern (Kahlert 2016, S. 18). Damit orientiert sich die geforderte Zielsetzung ebenfalls an dem beschriebenen entwicklungspsychologischen Ansatz Eriksons (s. Kap. 2.3.1). Für die Umsetzung eines entsprechenden Unterrichts zu Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden werden adressatengerechte Konzepte benötigt (Kaiser 2013, S. 198). Bereits Mitte des 20. Jahrhunderts wurden konzeptionelle Ansätze zur Gestaltung von Sachunterricht formuliert, wobei ein Ansatz das Ziel verfolgte „aktiv handelnde Arbeit im Unterricht zu[zu]lassen“ (Meier 1993, S. 24).

„Die meisten Sachunterrichtslehrpläne vertreten heute das Bild vom Menschen als eines aktiven Wissenskonstruktors, nicht als eines passiven Reiz- bzw. Informationsempfängers.“ (Einsiedler 2015, S. 392)

Damit die Grundschüler*innen selbst aktiv im Unterricht Handlungen ausführen können, muss die Organisation schülerorientiert erfolgen. Dazu ist eine Anknüpfung an die kindliche Erfahrungs- und Vorstellungswelt sinnvoll, welche zusätzlich durch aktive Tätigkeiten im Unterricht erweitert werden sollte (Kahlert 2016, S. 90). Ferner existiert nicht die eine ideale Methode, sondern es gilt durch methodische Vielfältigkeit die naturwissenschaftliche Wirklichkeit abzubilden und damit möglichst viele Schüler*innen in ihren Interessen zu erreichen. Die prominentesten Beispiele der Unterrichtskonzeptionen, die eine aktive Auseinandersetzung der Lernenden mit ihrer Umwelt ermöglichen, sind erfahrungs-, handlungs-, problem- sowie projektorientierter Sachunterricht (Kaiser 2013, S. 202; Kahlert 2016, S. 181 ff.). „Allerdings werden die Begriffe Erfahrung, Handlung und Problem in der pädagogischen Konzeption mitunter ohne theoretische Fundierung genutzt“ (Kahlert 2016, S. 181), trotzdem wird im weiteren Verlauf dieses Kapitels darauf geachtet, die einzelnen Begriffe möglichst umfassend zu beschreiben. Im folgenden Text werden jedoch nur die beiden Konzepte der Erfahrungs- und Handlungsorientierung schwerpunktmäßig thematisiert, da der Grundgedanke der heilpflanzlichen

und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten darauf basiert. Durch die inhaltliche Nähe der Begriffe „Erfahrung“ und „Handlung“ kommt es an vielen Stellen zu Überschneidungen.

Grundlegend bedeutet eine unterrichtliche Ausrichtung auf die *Erfahrungsorientierung* die Verknüpfung von schulischem Lernen mit der Lebenswelt der Schüler*innen, in der Heilpflanzen eine immer größer werdende Bedeutung übernehmen. Dabei unterscheiden sich zwei Varianten der Erfahrung: Zum einem können im Unterricht alltägliche Erfahrungen der Schüler*innen selbst mit entsprechend verknüpftem Vorwissen aufgegriffen werden und zum anderen ist das Schaffen neuer Erfahrungen im Unterricht durch den „Einbezug der konkreten Wirklichkeit“ denkbar (Schultheis 2015, S. 394). Der moderne naturwissenschaftliche Sachunterricht, der neue Erfahrungen für Schüler*innen ermöglichen möchte, sollte sich dabei aus wissenschaftstheoretischer Sicht an den Arbeitsweisen moderner Wissenschaften orientieren. In der Forschung werden neue Erkenntnisse durch „methodisierte Erfahrung“ in Form von wissenschaftlichen Experimenten oder Beobachtungen erzielt (Schultheis 2015, S. 395). Eine erste Anlehnung an diese Form der Erkenntnisgewinnung kann und sollte auch bereits in der Grundschule verfolgt werden, um an vorwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen heranzuführen (Schultheis 2015, S. 396). Der amerikanische Reformpädagoge John Dewey (1859 – 1952) entwickelte bereits Ende des 19. Jahrhunderts den Ansatz zur Erfahrungsorientierung (Kaiser 2013, S. 203). Als Ausgangspunkt stützte er sich auf die Lebenswelt des Kindes sowie den damit verbundenen eigenen Erfahrungen (Bittner 2001, S. 9; Dewey 2011, S. 291). Darüber hinaus solle Schule keine „künstlich abgeschottete Lehranstalt [...] darstellen“ (Himmelman 2008, S. 98), sondern den Schüler*innen weitere Erfahrungen in der realen Wirklichkeit ermöglichen (Himmelman 2008, S. 99; Dewey 2011, S. 292). Dewey vertrat dazu die Ansicht, dass das theoretische Lernen durch praktische Handlungen stimuliert und verstärkt werden kann (Kaiser 2013, S. 203). Erkenntnisse können dann gewonnen werden, wenn eine sinnvoll gestaltete, gegenständliche Interaktion stattfindet (Himmelman 2008, S. 100).

Seine Ausführungen zur Erfahrungsorientierung führte Dewey mit dem Begriff *education* zusammen. Er verstand darunter eine Kombination der Aspekte Erziehung und Bildung. Erziehung meint in diesem Zusammenhang vor allem eine Unterrichtsplanung der Lehrperson, die eine möglichst hohe Schüler*innen-Aktivität im Sinne der Interaktion mit Umwelt, Technik, Natur und Menschen ermöglicht. Aus diesen gelenkten Erfahrungen resultiert letztendlich (schulische) Bildung (Himmelman 2008, S. 100). Ein hoher Grad an Eigenaktivität wird nicht

nur von der Schule gefordert, sondern ebenfalls von den Schüler*innen selbst: Dewey unterstellt dem Kind ein in den Genen verankertes Bedürfnis nach aktiven Tätigkeiten. Diesbezüglich werden von Dewey fünf unterschiedliche Instinkte unterschieden (Bittner 2001, S. 35).⁶ Für die vorliegende Arbeit ist lediglich der Schaffens- und Forschungsinstinkt relevant. Die damit verbundene Neugier veranlasst das Kind u.a. zur Durchführung von Experimenten (Himmelmann 2008, S. 100). Experimentelle Tätigkeiten führen unweigerlich im Zuge der Beobachtung zu einem vermehrten Einsatz sinnlicher Wahrnehmung, welche dadurch eine besondere Bedeutung für den Lernprozess erfährt (Bittner 2001, S. 38). Gleichzeitig übernimmt die Lehrperson die wichtige Aufgabe, die Schüler*innen durch ein Experimentiersetting hindurchzuführen und entsprechend über die Informationen zu instruieren, die nicht durch die handelnde Aktivität selbst erfahrbar sind (Bittner 2001, S. 38 f.). Die Gestaltung von Situationen im Unterricht, die neue Erfahrungen ermöglichen sowie die angemessene Begleitung durch die Lehrperson fasst Dewey in seinem reformpädagogischen bildungstheoretischen Ansatz mit zwei weiteren Kernbegriffen zusammen: *experience* und *instruction*. Dabei gilt es, im Schulsetting stets die richtige Balance zu finden (Bittner 2001, S. 39).

Im Gegensatz zum erfahrungsorientiertem Konzept verfolgt der Ansatz der *Handlungsorientierung* noch mehr das Ziel der eigenständig handelnden Aktivität durch die Schüler*innen selbst (Soostmeyer 2002, S. 72). Eine entsprechende handlungsorientierte Unterrichtsgestaltung zeichnet sich durch „Schülerorientierung, Produktorientierung und Ganzheitlichkeit“ aus (Möller 2015, 405). Wie bereits erwähnt, wird die Handlungsorientierung im Unterricht ebenfalls nicht eindeutig in der Literatur definiert. Dies führt zu einer vielseitigen Begriffsverwendung innerhalb der Sachunterrichtsdidaktik (Möller 2015, S. 403). Eine allgemeine Definition versucht die Handlungsorientierung als das Schaffen einer Möglichkeit für einen handelnden Umgang mit Lerngegenständen zu beschreiben (Möller 2015, S. 404 zit. n. Wopp 1995). Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird der Begriff des Handelns im Kontext der neueren lernpsychologischen Theorien (s.u.) verwendet, die den Ansatz eines aktiven Wissensaufbaus im Sinne konstruktivistischen Lernens fordern (Möller 2015, S. 405 f.). „Handlungsintensive Lernprozesse haben [...] die Potenz, günstige Bedingungen für die notwendige Veränderung von Konzepten zu schaffen“ (Möller 2015, S. 406). Die im Unterricht herbeigeführten Handlungs-

⁶ Weiterführende Literatur: „Learning by Dewey? John Dewey und die Deutsche Pädagogik 1900-2000“ (Bittner, 2001).

möglichkeiten in Form von Interaktionen mit der realen Umwelt, z.B. in Form von heilpflanzlichen Experimentiereinheiten, ermöglichen den Schüler*innen erfahrbare Vorstellungen, um diese möglicherweise erweitern und schließlich festigen zu können (Lange-Schubert und Rothkopf 2017, S. 52). Der Schweizer Psychologe, Pädagoge und Didaktiker Hans Aebli (1923 – 1990) beschäftigte sich in seinen Arbeiten u.a. mit der Verknüpfung von Denken und Handeln (Reusser und Baer 1990, S. 253). In der Handlung selbst entsteht zwischen der handelnden Person und dem Handlungsobjekt eine Beziehung, aus der sich Denkprozesse entwickeln. Für die Entwicklung des Denkens bzw. für den Lernprozess ist die Handlung unverzichtbar (Aebli 2001, S. 13). Im Zuge des handelnden Umgangs mit einem Objekt geht die sinnliche Wahrnehmung einher. Dabei gilt unbedingt zu berücksichtigen, dass das „Lernen mit allen Sinnen“ nicht nur als „kompensatorische Aktivität“ eingesetzt werden sollte, um den Unterrichtsprozess aufzulockern, sondern um den Denk- und Lernprozess aktiv zu unterstützen (Möller 2015, S. 404 f.). Zusätzlich dürfen Handlungen im Unterricht nicht nur zum Selbstzweck dienen, sondern es müssen gewinnbringende Tätigkeiten integriert werden, in denen „Bildungsprozesse effektiv und hochwirksam ablaufen können“ (Giest 2008, S. 95). Das bloße Handeln, wie das reine Experimentieren ohne sinnvolle Einbettung in den Unterrichts- bzw. Lernprozess, bringt nachweislich keine messbaren Lernfortschritte hervor (Lange-Schubert und Rothkopf 2017, S. 52 f.; Steffensky et al. 2012, S. 49 ff.).

Die Methode des *Experimentierens*⁷ lässt sich nicht einem der beiden vorgestellten Konzepte zuordnen, sondern sie findet vielmehr bei beiden Berührungspunkte. Empirische Erhebungen konnten nachweisen, dass Unterrichtsmethoden mit einem hohen Grad an eigener handelnder Tätigkeit, wie z.B. das Experimentieren, bei den Schüler*innen besonders beliebt sind (Kaiser 2013, S. 233). Im Sinne der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweise sowie dem bereits thematisierten empirischen Charakter der Naturwissenschaften kommen experimentell handelnde Unterrichtsaktivitäten eine entscheidende Bedeutung zu. Neben der Durchführung eines handlungsorientierten Experiments nimmt die Beobachtung ebenfalls Raum im Experimentierensetting ein. Dazu nutzen die Schüler*innen, wie bereits erwähnt, unterschiedliche

⁷ In der vorliegenden Arbeit wird nicht zwischen den Begriffen „Experiment“ und „Versuch“ unterschieden. Die Durchführung eines Experiments bedeutet, eine Fragestellung mit einem eigenständig geplanten Untersuchungssetting zu analysieren. Diese Art des Experimentierens ist für die Grundschüler*innen, die zumeist keine oder nur wenig experimentelle Erfahrung in den Unterricht mitbringen, ein zu anspruchsvolles Ziel (Grygier und Hartinger 2012, S. 13). Vielmehr bearbeiten die Schüler*innen eine Fragestellung mit vorgegebenen Durchführungsschritten und handeln damit im Sinne eines Versuchs (Grygier und Hartinger 2012, S. 14).

Sinne. Dabei bietet vornehmlich das Experimentieren die Möglichkeit, im Vergleich zur restlichen Unterrichtspraxis, die Nahsinne, wie Tasten, Fühlen und Riechen vermehrt und auch bevorzugt einzusetzen (Kaiser 2013, S. 270). Besonders im Grundschulalter bieten die genannten Sinne einen sinnvollen (sogar oft ersten experimentellen) Zugang zur Auseinandersetzung mit der eigenen Umwelt (Lück 2018, S. 116). Darüber hinaus können alle Kinder durch das eigenständige Experimentieren naturwissenschaftliche Erkenntnisse erlangen, unabhängig vom Leistungsstand (Lück 2018, S. 82; Pahl 2015, S. 147 ff.). Eine differenzierte Wahrnehmung mit möglichst vielen unterschiedlichen Sinnen sowie eine aktiv handelnde Auseinandersetzung mit Gegenständen führt zu einer besseren Behaltensleistung von Informationen (Kaiser und Zimmer 2015, S. 8). Auf diesem Wege wird durch das Greifen der Gegenstände die kognitive Auseinandersetzung, also das Be-Greifen von Inhalten, unterstützt. Das Experiment vermag das Denken mit dem Handeln zu verbinden und den eigenständigen Wissensaufbau zu erleichtern (Möller 2015, S. 406). Dazu ist es jedoch unbedingt notwendig, die Schüler*innen im Unterricht entsprechend zu aktivieren und zu begleiten (Kleickmann 2012, S. 7). Ansonsten besteht die Gefahr, dass das Experiment auf einer spielerischen Ebene verharret (Sörensen 2011, S. 21). Daher sollten im Unterricht eher entdeckende Experimente eingesetzt werden, die nicht lediglich zu einem bloßen Nachahmen, z.B. von Demonstrationsexperimenten, einladen (Soostmeyer 2002, S. 30 f.). Die Schüler*innen müssen dazu bemüht werden, sich ständig im Wechsel handelnd sowie gedanklich in Bezug auf das zu untersuchende Phänomen auseinanderzusetzen (Hartinger und Lohrmann 2019, S. 179). Darüber hinaus verdeutlicht das Vorgehen des eigenständigen Entdeckens die Sinnhaftigkeit wissenschaftlicher Experimente für die Naturwissenschaften (Sommer und Pfeifer 2018, S. 70 f.).

Die Herausforderung von erfahrungs- und handlungsorientiertem Sachunterricht liegt in der Verknüpfung von „subjektive[n] Umgangserfahrung[en] des Kindes mit dem methodisch-instrumentellen Verständnis von Erfahrung, wie es die Wissenschaften prägt“ (Schultheis 2015, S. 396). Ein methodisch angeleitetes Experiment im naturwissenschaftlichen Sachunterricht kann diese Herausforderung meistern (Schultheis 2015, S. 397). Aus diesem Grund greift die Gestaltung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten auf die beiden vorgestellten Konzepte der Erfahrungs- und Handlungsorientierung zurück.

Neben der grundsätzlichen Auseinandersetzung mit gesellschaftlich relevanten Inhalten, wie z.B. Naturheilverfahren, schafft ein konzept- und methodenreicher Unterricht, insbesondere

in Bezug auf das handlungsorientierte Experiment, die Förderung einer kognitiven Sachauseinandersetzung (Soostmeyer 2002, S. 72). Ein kognitiver Wissensaufbau gelingt jedoch nicht nur durch die experimentelle Durchführung, sondern erfolgt vor allem bei der abschließenden, adressatengerechten Auswertung des Experiments. Daher sollten Experimente, die nicht kindgerecht gedeutet werden können, in der Grundschule keine Anwendung finden. Es besteht die Gefahr, dass bei den Schüler*innen der Anschein von „Zauberei“ erweckt werden könnte. Eine erfolgreiche experimentelle Durchführung wäre dabei aus Kindersicht nicht von Naturgesetzmäßigkeiten abhängig, sondern unterläge scheinbar einer Willkür derjenigen Person, die das Experiment durchführt (Lück 2013a, S. 21).

Die experimentelle Tätigkeit selbst stellt eine Variante dar, Inhalte der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweise zu vermitteln. In Bezug auf die Deutung eines Experiments werden im folgenden Kapitel drei weitere Vermittlungsmöglichkeiten detaillierter vorgestellt.

2.3.3 Vermittlungsmöglichkeiten naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht

„Die besondere Aufgabe des Sachunterrichts besteht darin, 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.“
(Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) 2013, S. 9)

Im vorherigen Kapitel bereits erwähnt, umfasst das übergeordnete Ziel des Sachunterrichts, die Grundschüler*innen bei der Erschließung ihrer Umwelt (Kahlert 2016, S. 29) sowie bei den damit verbundenen Lern- und Verstehensprozessen zu unterstützen (Kaiser 2013, S. 198). Die Erklärung zur Wirkungsweise ausgewählter heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden auf den menschlichen Körper setzt sich aus umfangreichen (bio-) chemischen sowie physikalischen Aspekten zusammen. Aufgrund der hohen inhaltlichen Komplexität sollte den Schüler*innen ein möglichst vielfältiges Spektrum an Vermittlungsmöglichkeiten im Sachunterricht angeboten werden. Drei dieser Möglichkeiten, die ihren Einsatz bei der Entwicklung und Durchführung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten gefunden haben, werden in den folgenden Unterkapiteln detaillierter vorgestellt.

2.3.3.1 Modelle

Mit dem neuen Perspektivrahmen rückt die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts einen vielperspektivischen Sachunterricht in den Fokus (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) 2013). Damit sollen im Unterricht nicht nur reine Fachinhalte vermittelt, sondern auch fachspezifische Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen thematisiert werden (Lange und Hartinger 2014, S. 165). In den Naturwissenschaften wird dazu die Arbeit mit Modellen sowie das wissenschaftliche Modellieren als essentiell betrachtet und gehört folglich zur *scientific literacy* (Kultusminister Konferenz (KMK) 2020, S. 8). In vielen deutschen Lehrplänen des Sachunterrichts wird der Umgang mit Modellen bisher jedoch nur implizit aufgeführt (Conrads 2011, S. 3). Lediglich einige wenige Lehrpläne unterschiedlicher Bundesländer führen die Modellarbeit explizit als zu erreichende Kompetenz im naturwissenschaftlichen Arbeiten an (Lange und Hartinger 2014, S. 165).

Schon in der Grundschule mit Modellen zu arbeiten schafft „die Möglichkeit die Umwelt, soweit wie möglich in das Klassenzimmer herein zu holen“ und „wesentliche Charakteristika von Phänomenen und Dingen der Alltagswelt den Schülerinnen und Schüler[n] transparent zu machen“ (Lange und Spreckelsen 2015, S. 485). Wie bereits erwähnt, kann neben der Wissensvermittlung mit Hilfe von Modellen darüber hinaus das Modellieren selbst als naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise im Sachunterricht thematisiert werden (Lange und Spreckelsen 2015, S. 485).

Je nach Fachbereich wird der Modellbegriff unterschiedlich verwendet. In der Chemie bzw. generell in den Naturwissenschaften widerfährt dem Begriff des Modells ein besonderer Wert, da eine Originalbetrachtung von Phänomenen auf atomarer oder molekularer Ebene nicht möglich ist (Pfeifer und Sommer 2018b, S. 519; Bindernagel und Eilks 2008, S. 182). Dazu gehören auch die (bio-) chemischen bzw. physikalischen Wirkungsweisen von Naturheilverfahren auf den menschlichen Körper. Doch nicht nur beim Lernen neuer chemischer Fachinhalte und Zusammenhänge sind die Modelle von besonderem Nutzen, sondern auch im Rahmen der grundsätzlichen Bildung neuer chemischer Theorien (Pfeifer und Sommer 2018b, S. 519). Daher definiert die Erkenntnistheorie den Modellbegriff folgendermaßen:

„Das Modell ist ein dem Original analoges System, das von einem Subjekt ausgewählt oder hergestellt wird, um von den Informationen über Modelleigenschaften unter Ausnutzung der Informationen über die vorliegende Analogierelation solche Informationen über das Original abzuleiten, die an letzterem nicht

oder nur mit unzulässigem Aufwand direkt zugänglich sind, aber für die Durchführung einer gegebenen Aufgabe vom Subjekt benötigt werden.“ (Wüstneck 1966, S. 1457)

Das Modell gilt in diesem Fall als Vermittler zwischen einer erkenntnissuchenden Person sowie dem zu interessierenden Objekt, welches jedoch nicht direkt zu (neuen) wissenschaftlichen Erkenntnissen führen kann, da es sich z.B. um atomare oder molekulare Vorgänge handelt (Wüstneck 1966, S. 1457). Damit Modelle die Vermittlungsaufgabe komplexer Inhalte zur heilpflanzlichen Wirkungsweise erfüllen können, müssen sie eine Repräsentation des Objekts darstellen. Dies können sie nicht in der gesamten inhaltlichen Tiefe erfüllen, sondern es gilt, je nach Erkenntnisinteresse, einzelne thematische Aspekte hervorzuheben und dadurch eine reduzierte Darstellung des Objekts zu erzielen (Schwarz et al. 2009, S. 633). Dazu können Modelle

- *„einzelne Elemente,*
- *Charakteristika dieser Elemente, Relationen/Beziehungen zwischen den Elementen,*
- *Operationen/Vorgänge/Prozesse“ (Lange und Spreckelsen 2015, S. 485)*

beinhalten. Die entsprechende Darstellung kann symbolischer, ikonischer oder mathematischer Natur sein (Harrison und Treagust 2000, S. 1015 f.). Aus didaktischer Perspektive bietet die Modelltheorie nach Herbert Stachowiak (1973) einen sinnvollen Ansatz (Pfeifer und Sommer 2018b, S. 520). Stachowiak definiert drei Merkmale, die ein Modell aufweisen soll. Die ersten beiden Merkmale wurden bereits thematisiert und beziehen sich auf die Repräsentationsfunktion sowie die Hervorhebung einzelner interessanter Aspekte eines Objekts im Zuge der Modellgestaltung (Stachowiak 1973, S. 131 f.). Das dritte Merkmal bezeichnet Stachowiak als „pragmatisches Merkmal“ und ist für den Modelleinsatz im Unterricht besonders relevant: Ein Modell kann je nach Art des didaktischen Einsatzes und je nach zu unterrichtender Jahrgangsstufe unterschiedliche Formen annehmen (Stachowiak 1973, S. 132 f.). Aus diesem Grund wird bei der Erstellung der Modelle zur Erklärung der heilpflanzlichen Wirkungsweise bspw. auf chemische Summenformeln verzichtet, da dieses Konzept erst im Verlauf des Fachunterrichts der weiterführenden Schule eingeführt wird. Im Sachunterricht bzw. im anschließenden Chemieunterricht müssen Modelle daher immer wieder an die entsprechende Altersstufe sowie an den jeweiligen Wissensstand angepasst und gegebenenfalls er-

weitert werden (Upmeyer zu Belzen und Krüger 2010, S. 43). Die Möglichkeit der Anpassbarkeit eines Modells setzt jedoch trotzdem natürlich voraus, dass die inhaltliche Korrektheit bei jeder didaktischen Modellvariante gegeben sein muss (Lange und Spreckelsen 2015, S. 486).

Je nach didaktischem Einsatz im Unterricht können Modelle zwei gegensätzliche Funktionen erfüllen: Sie dienen zum einen zur anschaulichen Vermittlung von naturwissenschaftlichen Fachinhalten im Zuge des kognitiven Wissensaufbaus sowie zum anderen zur Gewinnung neuer Erkenntnisse. Für die Erkenntnisgewinnung greift jedoch der Prozess des Modellierens durch die Schüler*innen selbst (Lange und Spreckelsen 2015, S. 486). Da dieser für die Bearbeitung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten der vorliegenden Arbeit keine große Relevanz besitzt, wird die Modellgestaltung durch Schüler*innen nicht weiter thematisiert.

Charakteristisch für die chemische Denkweise ist die direkte Verknüpfung „makroskopischer, submikroskopischer und symbolhafter“ Aspekte (Bindernagel und Eilks 2008, S. 182). Dieser Zusammenhang zeigt sich auch deutlich bei ihrer Vermittlung im Unterricht: Um makroskopisch auftretende chemische Phänomene, wie z.B. die heilpflanzliche Wirkungsweise, erklären zu können, muss der Fokus auf die submikroskopische Ebene gelenkt werden (s. Abb. 1) (Johnstone 1991, S. 78).

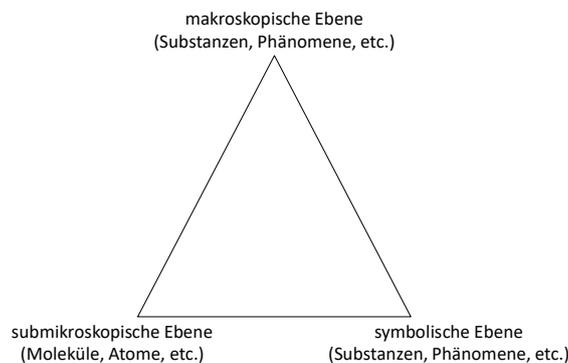


Abb. 1: Die drei Ebenen des chemischen Lernens nach Alex H. Johnstone. Die Abbildung wurde erstellt in Anlehnung an Johnstone (1991, S. 78).

So kann z.B. die Änderung des Aggregatzustandes von Wasser bei der Anwendung eines Wadenwickels⁸ mit Hilfe eines Teilchenmodells symbolisch illustriert und erklärt werden

⁸ Das konkrete Beispiel kann in Kap. 3.5.2.4 nachgelesen werden.

(Bindernagel und Eilks 2008, S. 182). Modelle dieser Art werden im Stundenverlauf meist in Form von Frontalunterricht durch die Lehrperson eingeführt. Die Aufgabe der Schüler*innen besteht darin, das Modell und seine Erklärung nachzuvollziehen. Daher bekommt der Modelleinsatz aus didaktischer Sicht, wie bereits erwähnt, einen veranschaulichenden Charakter (Bindernagel und Eilks 2008, S. 182). Derartig genutzte Modelle werden auch als Lehr-Modelle bezeichnet (Justi und Gilbert 2002, S. 58) und unterscheiden sich deutlich von wissenschaftlichen Modellen (Justi und Gilbert 2002, S. 47 ff.). Letztere werden dazu genutzt relevante Forschungsinhalte zu erklären. Besteht in der Wissenschaftsgemeinschaft ein Konsens bzgl. eines wissenschaftlichen Modells, resultiert daraus das sogenannte Konsensmodell. Dieses wiederum wird außerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft, z.B. in Schulen, dazu verwendet, Lehr-Modelle zu erstellen, um den Schüler*innen wissenschaftliche Fachinhalte adressatengerecht aufzubereiten und somit zu veranschaulichen (Bindernagel und Eilks 2008, S. 182).

Studien zum Modellumgang haben gezeigt, dass für Schüler*innen „gravierende Probleme mit dem Modellbegriff“ bestehen (Lange und Spreckelsen 2015, S. 487) und Fehlvorstellungen entwickelt werden (Harrison und Treagust 2000, S. 1013). Viele von ihnen definieren das Modell als eine „wirklichkeitsgetreue 1:1-Abbildung[...] der Realität oder als verkleinerte bzw. vergrößerte Darstellung[...]“ (Lange und Spreckelsen 2015, S. 487). Dadurch wird im Unterricht der Fokus beim Modelleinsatz meist auf die Veranschaulichung von Inhalten gelegt. Die insgesamt jedoch sehr vielfältige Rolle von Modellen im gesamten Erkenntnisprozess bleibt weitgehend unentdeckt (Terzer und Upmeyer zu Belzen 2008, S. 38). Auf eine vertiefende Darstellung des Begriffs der Modellkompetenz (z.B. die reflexive Beurteilung von Modellen durch die Schüler*innen selbst) sowie die damit verbundenen didaktischen Herausforderungen im Unterricht wird an dieser Stelle verzichtet. Die Thematisierung des Modellumgangs auf der Metaebene bildete keinen relevanten Inhalt in der vorliegenden Studie bei der Durchführung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten.

Wie bereits erwähnt, werden unterschiedliche Modelle zu unterschiedlichen Zwecken verwendet. Daher ist eine Klassifikation der verschiedenen Modelltypen sinnvoll (Pfeifer und Sommer 2018a, S. 524 ff.). Die überwiegend im Sachunterricht bzw. im heilpflanzlichen Unterricht eingesetzten Modelle dienen der Veranschaulichung. Die sogenannten Anschauungsmodelle werden basierend auf den nach Jerome Bruner formulierten Repräsentationsebenen unterteilt (s. Abb. 2) (Bruner et al. 1971, S. 27 ff.; Bruner 1974, S. 16 f.).

2 Theoretische Grundlagen

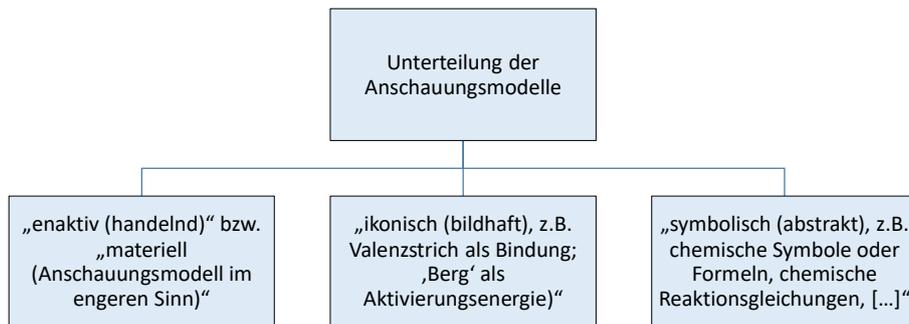


Abb. 2: Die Anschauungsmodelle basieren auf den Repräsentationsebenen nach Bruner (Bruner et al. 1971, S. 27 ff.; Bruner 1974, S. 16 f.). Die Abbildung wurde erstellt in Anlehnung an Pfeifer und Sommer (Pfeifer und Sommer 2018a, S. 524 f.).

Die verschiedenen Varianten der Anschauungsmodelle nutzen sowohl die zweidimensionale als auch die dreidimensionale Darstellungsform (Pfeifer und Sommer 2018a, S. 524 f.). Dabei verlieren sie jedoch nicht die Verbindung zum Ausgangsobjekt, z.B. in Bezug auf die Größe, eines Prozesses oder einer Idee (Kircher 2015b, S. 805). Auch in diesem Zusammenhang gilt die Möglichkeit, dass unterschiedliche Anschauungsmodelle – je nach Zweck – für einen Sachverhalt passend sein können (Pfeifer und Sommer 2018a, S. 525). Pfeifer und Sommer nennen als Beispiel u.a. die Darstellung von chemischen Reaktionen: Zum einen können „Strukturmodelle“ in Form von Molekülbaukästen verwendet werden, um Ausgangssubstanzen sowie Endprodukte darzustellen. Zum anderen können aber auch auf Papier chemische Formeln gezeichnet werden („symbolisches Anschauungsmodell“) (Pfeifer und Sommer 2018a, S. 525 f.).

Speziell für den Sachunterricht bietet es sich an, unterschiedliche Modelle mit verschiedenen Schwerpunkten bzw. Ausrichtungen zu verwenden (Humbert 2006, S. 37). Aus diesem Grund wurden bei der Erstellung der Modelle für die heilpflanzlichen Experimentiereinheiten die drei Darstellungsformen nach Bruner berücksichtigt (s. Abb. 2), um möglichst vielen Schüler*innen einen adressatengerechten Zugang zu den (bio-) chemischen und physikalischen Fachinhalten zu realisieren (Bruner 1974, S. 16 f., S. 49). Die drei Darstellungsformen werden in dem sogenannten EIS-Prinzip zusammengefasst. Die konkrete Anwendung des EIS-Prinzips auf die Unterrichtsgestaltung ergibt folgende Zusammenhänge: Auf der *enaktiven* Stufe können die Schüler*innen Inhalte durch eigene Handlungen, z.B. in Form von Experimenten erfassen. Die *ikonische* Repräsentationsebene sieht die Erfassung von Sachverhalten mit Hilfe von bildlichen Darstellungen, z.B. Zeichnungen, vor. Die inhaltliche Darstellung durch Symbole, z.B. in Reak-

tionsschemata, wird durch die *symbolische* Ebene ermöglicht. Dabei steigt der Abstraktionsgrad ausgehend von der enaktiven über der ikonischen hin zur symbolischen Ebene an (Reiners und Saborowski 2017, S. 95).

Die Erstellung der Modelle zur Erklärung biochemischer Wirkungsweisen von Heilpflanzen auf den menschlichen Körper

Im Zuge der Entwicklung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten mussten teilweise neue adressatengerechte Modelle für die Auswertung der Versuche erstellt werden. Die dazu verwendete wissenschaftliche Methode wird als Modellmethode bezeichnet und ist der „wirkliche Vorgang der Modellierung“ (Wüstneck 1966, S. 1453). Bei der Modellerstellung ist eine Orientierung am Konzept „Denken in Modellen“ nach Steinbuch (1977) sinnvoll (Steinbuch 1977, S. 11). Abb. 3 zeigt die einzelnen Arbeitsschritte zur Bildung eines neuen Modells. Zur Veranschaulichung wurde das Beispiel der blutstillenden Wirkung von Spitzwegerich in die Abbildung eingefügt.⁹ Zunächst liegt in der Realität ein Sachverhalt vor, aus dem zunächst im Sinne des später angestrebten Einsatzes im Sachunterricht, unwesentliche Informationen herausgefiltert werden müssen. Das Ergebnis ist unter Einbezug weiterer fachlicher Hintergrundkenntnisse ein abstraktes Denkmodell, welches nur im eigenen Bewusstsein vorhanden ist. Aus diesem Denkmodell wird zur Veranschaulichung, z.B. für den Einsatz im Unterricht, ein konkretes, zumeist gegenständliches Anschauungsmodell entwickelt. Dabei kann es sich z.B. um das Teilchenmodell handeln, welches für die Veranschaulichung der adstringierenden Wirkung der Gerbstoffe, die im Spitzwegerich enthalten sind, erstellt wurde. Bei der konkreten Gestaltung des gegenständlichen Modells müssen häufig irrelevante Aspekte, z.B. die Haken an den Gerbstoffteilchen zur Vernetzung mit den Eiweißteilchen, hinzugefügt werden (Steinbuch 1977, S. 11 ff.). „Das Modellobjekt ist das vergegenständlichte Modell (Anschauungsmodell), das Modell ist die zugrundeliegende Idee (Denkmodell)“ (Pfeifer und Sommer 2018b, S. 522).

⁹ Detaillierte Informationen zur blutstillenden Wirkung von Spitzwegerich können in Kap. 3.5.2.1 nachgelesen werden.

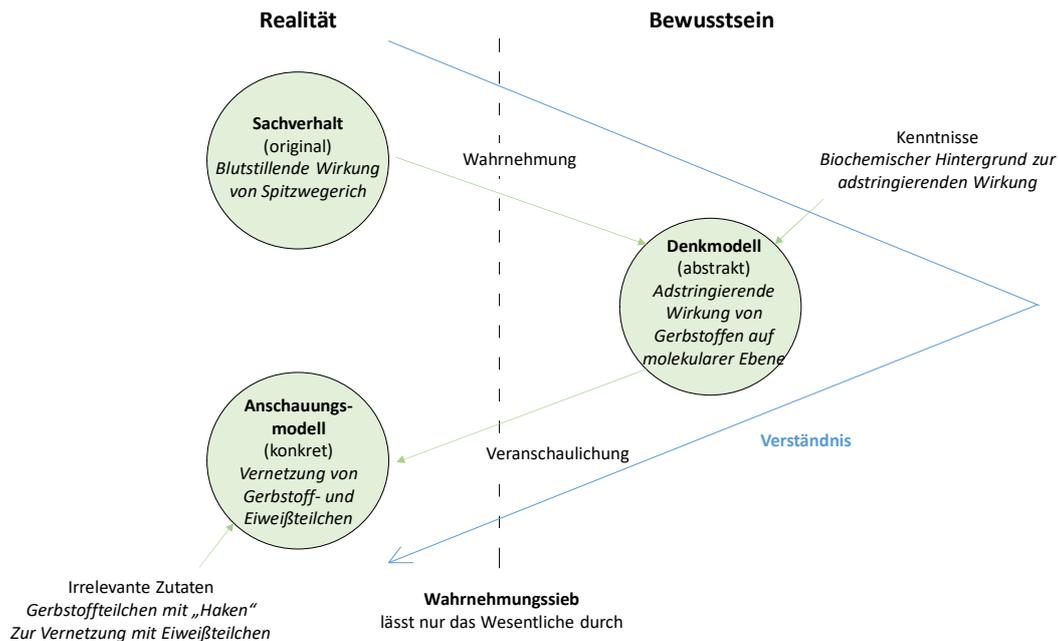


Abb. 3: Die Modellierung nach Steinbuch (1977) "Denken in Modellen". Die Abbildung wurde erstellt in Anlehnung an Steinbuch (Steinbuch 1977, S. 11). Detaillierte Informationen zum Teilchenmodell, welches zur Erklärung der wundheilungsfördernden Wirkung von Spitzwegerich entwickelt wurde, werden in Kap. 3.5.2.1 aufgeführt.

Bei der Erstellung neuer Modelle spielt die adressatengerechte Aufbereitung im Sinne der didaktischen Reduktion ebenfalls eine große Rolle. Die entsprechenden Aspekte werden in Kap. 2.3.4.3 vorgestellt.

2.3.3.2 Storytelling

Storytelling ist, neben dem Einsatz von Modellen, eine weitere Methode, naturwissenschaftliche Fachinhalte zu vermitteln und findet ebenfalls ihren Einsatz in den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten. Storytelling bietet im Sinne eines erfahrungs- und handlungsorientierten Unterrichts die Einbettung von Inhalten in einen konkreten Kontext. Auf diese Weise kann die Relevanz von Heilpflanzen für die eigene Gesundheit unterstrichen werden. Insbesondere im Zusammenhang mit der fachlich komplexen Erklärung der heilpflanzlichen Wirkungsweise auf den menschlichen Körper kann ein entsprechendes narratives Element für Anschauung sorgen.

Die Erzählung als Darstellungsform gehört wohl zu einer der ältesten Traditionen der Menschheit (Fischer 2015, S. 470) und gilt damit als ein Grundbedürfnis: „Den Menschen macht zu

Menschen, dass er erzählt und zuhört“¹⁰ (Claussen 2006, S. 7). Eine erzählte Geschichte, die mit Gestik und Mimik untermalt wird sowie auf die Verwendung abstrakter Begriffe verzichtet, zieht seinen Zuhörer in den Bann (Fischer 2015, S. 470). Gleichzeitig gibt eine Erzählung Persönlichkeitsmerkmale, Charakterweisen, etc. über den Erzählenden preis (Aebli 2003, S. 34) und schafft somit eine Verbindung zum Zuhörenden (Fischer 2015, S. 470).

Der Gedanke an den Begriff des Erzählens löst häufig die Vorstellung „von einem möglicherweise ergiffen lauschenden, aber doch eher passiven Publikum“ aus (Kubli 2001, S. 26). Ganz im Gegenteil erfordert jedoch eine Erzählung die aktive geistige Auseinandersetzung mit dem Gesagten. Dabei unterstützend wirkt die allgemeine Konzeption von Erzählungen, die „durch ihre Struktur den Zuhörenden das Verständnis erleichtern“ (Kubli 2001, S. 26). An dieser Stelle wird bereits die didaktische Bedeutung von erzählenden Elementen im Unterricht deutlich, die im weiteren Text noch detaillierter skizziert wird.

Grundsätzlich sind mündlich erzählte Geschichten immer nach einem ähnlichen Prinzip aufgebaut: Anfang und Ende sind durch einen Handlungsbogen miteinander verbunden (Kruse 2001, S. 41). Der Beginn einer Erzählung grenzt diese von der Gegenwart ab und hat die Funktion, den Zuhörenden „abzuholen“ und in die folgende Handlung zu verwickeln (Claussen 2006, S. 17). Im Sinne einer ansteigenden Handlung verfolgt der Held im Verlauf des Handlungsbogens ein bestimmtes Ziel. Auf seinem Weg können unterschiedliche Probleme auftreten, die gelöst werden müssen und zu unerwarteten Wendungen und Spannungselementen führen. Auf dem Höhepunkt des Spannungsbogens erfolgt die Lösung der Probleme. Abschließend erfährt der Zuhörende zum Ende der Geschichte die resultierenden Auswirkungen für den Helden (Kruse 2001, S. 43 ff.).

Wie bereits erwähnt, lebt die mündliche Erzählung von der Untermalung durch authentische Gestik und Mimik und kann dadurch beim zuhörenden Publikum eine bestimmte Wirkung erzeugen. Im Vergleich dazu können diese Möglichkeiten beim Vorlesen nicht im vollen Maße ausgeschöpft werden, da sich der Vorlesende stark am Text orientieren muss (Schekatz-Schopmeier 2010, S. 9 f.). Die mündliche Erzählung ist dagegen textunabhängig. Während des Erzählprozesses berichtet der Erzählende von inneren Bildern, ähnlich wie bei einem Traum (Reinhardt 2003, S. 41). Auf diese Weise wird eine positive Atmosphäre geschaffen (Schekatz-

¹⁰ Der Begriff des Erzählens bezieht sich im Zusammenhang der vorliegenden Arbeit auf die mündliche Erzählung.

Schopmeier 2010, S. 12). Die positive Assoziation von Erzählungen geht bereits in das Kindesalter und den damit verbundenen Erzählsituationen zurück (Lück 2018, S. 126). Die Erinnerungen beziehen sich nicht nur auf die Geschichten selbst, sondern vor allem auf die erfahrene Zuwendung beim Erzählvorgang (Reinhardt 2003, S. 83).

Die positiven Verknüpfungen im Zuge einer mündlichen Erzählung bieten ideale Voraussetzungen, mit „Geschichten Zuhörern einen affektiven Zugang zu neuen Informationen [zu] ermöglichen“ (Schekatz-Schopmeier 2010, S. 13). Die empirischen Untersuchungen von Sonja Schekatz-Schopmeier (2009) unterstützen diesen Zusammenhang (Schekatz-Schopmeier 2010). Daher bietet sich in der Schule der Einsatz von Erzählungen an, um den Weg für einen kognitiven Wissensaufbau zu ebnet (Schmidkunz 2000, S. 22). Jerome Bruner empfiehlt ebenfalls für einen erfolgreichen sowie sinnhaften Lernprozess die Verbindung von zu vermittelndem Faktenwissen mit narrativen Elementen (Bruner 1986, S. 11).

Die bisher beschriebenen Aspekte unterstreichen die Möglichkeit, narrative Elemente in den Unterricht zu integrieren. Als didaktischer Ansatz ist die Erzählform im angelsächsischen Bereich bereits als Methode des Storytellings weit verbreitet (Wright 2000). Besonders im Primarbereich bietet sich der Einsatz von Geschichten an, da die Schüler*innen in diesem Alter

„die Phase mit ‚dem weit offenen Sprachentwicklungsfenster‘, ihr so genanntes Erzählalter zubringen, das Erzählen, insbesondere das Geschichtenerzählen in ihr offizielles Bildungsprogramm aufnehmen, es dort verankern und das seit langem eingeforderte Erzählcurriculum professionell und nachhaltig entwickeln bzw. praktizieren.“ (Claussen 2006, S. 9)

Diese Art der Unterrichtsgestaltung verwundert nicht, da das Erzählen von Geschichten, wie bereits erwähnt, in der Menschheit tief verankert ist (Fischer 2015, S. 470).

„Die Wissenschaftsjournalisten haben sich das Interesse für Erfahrungen anderer, die die subjektive Abgeschlossenheit des Lesers überwinden helfen, längst zunutze gemacht. Sie wissen, daß in der nicht spezialisierten Öffentlichkeit wissenschaftliche Ergebnisse viel eher gefragt sind, wenn sie narrativ, als Erzählung verpackt, d.h. als authentische subjektive Erfahrungen von real existierenden Personen sichtbar gemacht werden können. Erzählungen können daher auch im Unterricht angezeigt sein, weil sie Einblick in die Lebensräume von Mitmenschen erlauben. Diese didaktische Lehrform hat daher auch in einer modernen Pädagogik ihre Berechtigung.“ (Kubli 1996, S. 44)

Die Verknüpfung eines Lebensweltbezuges mit neuen Unterrichtsinhalten durch eine Erzählung schafft für die zuhörenden Schüler*innen „einen Zugang zu den scheinbar distanzierten Phänomenen“ (Lück 2018, S. 127). Dieser Zusammenhang gilt in besonderem Maße für die Wirkungsweise von Naturheilverfahren auf den menschlichen Körper. Die Grundschüler*innen erfahren durch die Verknüpfung abstrakter (bio-) chemischer sowie physikalischer Erklärungen mit einem narrativen Element einen adressatengerechten sowie sinnstiftenden Zugang. Durch „die Integration neuer Informationen in einen Alltagsbezug [...] [wird] außerdem eine Art ‚Gedächtnisspur‘ [erzeugt]“ (Schekatz-Schopmeier 2010, S. 23). Die Schüler*innen erinnern sich an im Unterricht untersuchte Phänomene, wenn sie ihnen im Alltag begegnen.

Fritz Kubli rückt insbesondere für den naturwissenschaftlichen Unterricht die narrative Didaktik immer wieder in den Fokus (Kubli 2005; Heering 2013). Für die zumeist eher theorielastigen Fachbereiche der unbelebten Natur ist die Einbindung der Lebenswelt der Schüler*innen elementar, um neue Informationen in die bekannten Wissensstrukturen einbauen zu können (van Horst et al. 2018, S. 167). Aus diesem Grund sollte im naturwissenschaftlichen Unterricht ein narratives Element, z.B. als Unterrichtseinstieg, den Lebensweltbezug sowie das naturwissenschaftliche Phänomen bzw. Experiment zusammenführen (Lück 2018, S. 133). Die Verknüpfung naturwissenschaftlicher Inhalte mit narrativen Erzählelementen kann nicht nur aus didaktischer, sondern ebenfalls aus neurobiologischer Sicht bestätigt werden. Der Bremer Hirnforscher Gerhard Roth beschreibt unterschiedliche Gedächtnisarten mit jeweils verschiedenen Aufgaben bzw. Leistungen (Roth 2003, S. 89 ff.). Durch die Storytelling-Methode wird besonders das Hirnareal, welches unpersönliches Faktenwissen verarbeitet, mit jenem Bereich vernetzt, welches persönliche Erlebnisse und Erfahrungen speichert. Dadurch werden Inhalte und Informationen nicht mehr nur auswendig gelernt, sondern mit der eigenen Lebens- und Erfahrungswelt verknüpft und können, auch längerfristig, besser „abgerufen“ werden (Lück 2018, S. 132; Pritzel et al. 2009, S. 412 f.). Daher wurde dieser Aspekt bei der Gestaltung der heilpflanzlichen Experimentiereinheiten berücksichtigt. Die erstellten Geschichten für die unterschiedlichen Unterrichtseinstiege beziehen sich auf alltägliche Gesundheitsfragen, mit denen sich die Schüler*innen aufgrund bereits eigener Erfahrungen identifizieren können.

In Bezug auf die Länge einer Geschichte gilt es, die richtige Balance zu finden: Wenn die Erzählung einen zeitlich zu großen Rahmen im Unterricht einnimmt, fokussieren sich die Schüler*innen auf das Zuhören und der naturwissenschaftliche Inhalt rückt in den Hintergrund (Lück 2018, S. 128). Für die Durchführung gibt es jedoch kein allgemeingültiges Rezept: „Da das Storytelling immer Affekte und Emotionen wecken soll, [...] ist für das erfolgreiche Erzählen von Geschichten viel Fingerspitzengefühl und Einfühlungsvermögen erforderlich“ (Lück 2018, S. 128). Lediglich die Orientierung an dem oben beschriebenen allgemeinen Handlungsverlauf einer Erzählung kann Unterstützung bieten. Für einen Einsatz von Geschichten im naturwissenschaftlichen Unterricht bietet es sich jedoch an, dass der Held einer Geschichte sein Problem nicht alleine lösen kann, sondern dass die Schüler*innen bei der Problemlösung, z.B. in Form eines Experiments, integriert werden (Lück 2018, S. 128 ff.).

Wie bereits erwähnt, bietet es sich besonders im Primarbereich an, die Methode des Storytellings anzuwenden. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit ist der Einsatz vornehmlich im naturwissenschaftlichem Sachunterricht interessant, da dieser „nahezu dabei [ist], zu einem Buch- und Arbeitsblattfach zu verkommen [...]“ (Kaiser 2012b, S. 113). Geschichten und Erzählungen können dazu genutzt werden, „den Kindern den Sachunterricht auch als emotional bedeutungsvolles Fach zu präsentieren“ (Kaiser 2012b, S. 113). Die bereits thematisierten Vorteile der narrativen Didaktik für den Einsatz im MINT-Unterricht generell, gelten ebenfalls speziell für den Einsatz im (naturwissenschaftlichem) Sachunterricht (Kaiser 2012b, S. 114).

2.3.3.3 Animismen

Die dritte Vermittlungsmöglichkeit naturwissenschaftlicher Inhalte bezieht sich, ähnlich wie das Modell (s. Kap. 2.3.3.1), auf die Deutung eines Experiments. Im Unterricht ist diese eng mit sprachlichen Aspekten verknüpft. Die gewählten Begriffe und Formulierungen können bei den Schüler*innen ein unterschiedliches Verständnis erzeugen (Lück 2009, S. 97 f.). Darüber hinaus besteht besonders in der Naturwissenschaft die Gefahr, dass durch die Verwendung abstrakter und komplizierter Fachtermini der affektive Zugang zu Phänomenen der unbelebten Natur erschwert wird und zu einer Überforderung der Schüler*innen führen kann (Pütttschneider und Lück 2004, S. 168). Dies gilt insbesondere für naturwissenschaftliche Unterrichtsinhalte, die unterschiedliche Fachdisziplinen in sich vereinen. Durch die umfangreiche

Fachsprache wird die Annahme unterstützt, dass die Beliebtheit naturwissenschaftlicher Fächer weiter abnimmt und sich Schüler*innen immer weniger für chemische Inhalte interessieren (Pütttschneider und Lück 2004, S. 167).

Die naturwissenschaftlich vielschichtigen Erklärungsansätze zur heilpflanzlichen Wirkungsweise auf den menschlichen Körper stellen ein entsprechend interdisziplinäres Beispiel dar: Die Prozesse im Organismus basieren auf biochemischen Reaktionsabläufen. Je nach Heilpflanze bzw. naturheilkundlicher Methode sind außerdem chemische bzw. physikalische Vorgänge relevant. Daraus ergibt sich ein Geflecht von komplexen Erklärungen, die zusätzlich durch die hohe Dichte an Fachbegriffen, das Verständnis nicht erleichtern. Für die Thematisierung in der Grundschule ist es daher zwingend erforderlich, die naturwissenschaftlichen Fachinhalte, z.B. durch den Einsatz von Animismen, adressatengerecht und damit für die Grundschüler*innen verständlich und nachvollziehbar aufzubereiten. Ansonsten droht auch mit einer heilpflanzlichen Experimentierreihe die bereits oben erwähnte Gefahr, dass sich das Interesse für naturwissenschaftliche Sachverhalte immer weiter abschwächt.

Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken kann die Art der Vermittlung naturwissenschaftlicher Sachverhalte verändert bzw. angepasst werden (Pütttschneider und Lück 2004, S. 167). „Der bewusste Einsatz von Animismen könnte durch seinen motivierenden Charakter einem nachlassenden Interesse entgegenwirken“ (Pütttschneider und Lück 2004, S. 167). Im Zuge der Vermittlung von chemischem Fachwissen wird der Begriff Animismus „als ein bewusst eingesetztes didaktisches Mittel zur Beseelung der unbelebten Natur“ definiert (Lück 2018, S. 98). Die Beseelung gelingt durch „Analogie- und Metaphernbildung“ in Form einer Übertragung bekannter Eigenschaften der belebten Alltagswelt auf zumeist unbekannte naturwissenschaftliche Phänomene der unbelebten Natur (Pütttschneider und Lück 2004, S. 167). Die Übertragung speziell menschlicher Eigenschaften gilt als animistische Sonderform und wird als Anthropomorphismus bezeichnet (Pütttschneider und Lück 2004, S. 167). Beide Varianten können sich durch folgende mögliche Aspekte auszeichnen: „emotionale Eigenschaften“ („Das Atom freut sich, wenn ...“) sowie „finale Eigenschaftsmerkmale“ („... Gase versuchen einen möglichst großen Raum einzunehmen“) (Lück 2018, S. 99). Außerdem können Animismen und Anthropomorphismen eine Gestalt annehmen oder eine soziale Beziehung abbilden (z.B. verbinden sich zwei Atome mit ausgestreckten Ärmchen) (Lück 2018, S. 99).

Grundsätzlich stehen sich zwei animistische Darstellungsformen in Bild und Sprache gegenüber (Lück 2018, S. 99). Bildliche Animismen finden sich z.B. in Darstellungen von Sich-Händereichenden Wassertropfen wieder (Lück 2018, S. 99) und werden besonders im Primarbereich eingesetzt (Püttschneider und Lück 2004, S. 168). Dagegen verwendet die chemische Fachliteratur sowie der Chemieunterricht der weiterführenden Schule zumeist sprachliche Animismen („Das Atom denkt sich ...“) (Püttschneider und Lück 2004, S. 168; Lück 2018, S. 99).

Der unterrichtliche Einsatz von Animismen und Anthropomorphismen wird in der Fachdidaktik immer wieder kritisch diskutiert. Dabei steht die Frage im Mittelpunkt, inwiefern sich durch animistische Darstellungsformen Fehlvorstellungen in den Köpfen der Schüler*innen nachhaltig verankern können (Bauer und Bader 2002, S. 189)¹¹.

„Vorstellungen, aus völlig wesensfremden Bereichen entlehnt, belasten mit emotionalen Bezügen und blockieren – unter Umständen für lange Zeit – das fachangemessene Verständnis. Wer solche Vereinfachungen für nötig hält, muss sich fragen lassen, ob der Lerninhalt, der damit verdeutlicht werden soll, überhaupt angemessen ist. Von fachlicher Richtigkeit und der Frage nach der Zulässigkeit von ‚Falschem‘ kann in diesem Fall keine Rede mehr sein.“ (Bauer und Bader 2002, S. 189)

Aus entwicklungspsychologischer Sicht ist diese kritische Äußerung nicht tragbar, denn nicht alle Schüler*innen können sich zum Zeitpunkt des naturwissenschaftlichen Unterrichts der dafür erforderlichen formal-logischen Denkprozesse bedienen (Püttschneider und Lück 2004, S. 168). Zusätzlich erläutert Martin Wagenschein, der wohl zu den bekanntesten Befürwortern animistischer Darstellungen gehört (Püttschneider und Lück 2004, S. 169), dass der Denkprozess in Bezug auf einen kognitiven Wissensaufbau das gesamte Leben über durch Metaphern und Analogien unterstützt wird. Dieser Vorgang kehrt sich jedoch mit zunehmendem Alter nach innen und wird nicht mehr nach außen gelebt (Wagenschein 1962, S. 55). Zusammenfassend können Animismen jahrgangsunabhängig einen positiven affektiven Zugang zu naturwissenschaftlichen Sachverhalten darstellen und den kognitiven Wissensaufbau nachhaltig fördern (Gebhard 2013, S. 59).

¹¹ In der neusten Auflage des Buches „Konkrete Fachdidaktik Chemie“ (herausgegeben von Sommer, Wambach, Laicher und Pfeifer, 2018) wurde aufgrund der Studie von Püttschneider und Lück (2004) die Aussage bzgl. des Einsatzes von Animismen überarbeitet (s. dazu den weiteren Text).

Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwundlich, dass bei einem Verzicht auf animistische Darstellungen die Fachbeliebtheit der Chemie bei den Schüler*innen immer weiter sinkt und es zu einer vermehrten Abwahl kommt. Diesbezüglich befragte Volker Woest (1997) in einer Studie Schüler*innen der Sekundarstufe II und erhielt das Ergebnis, dass „die abstrakt-theoretischen Aspekte der Chemie (Formelsprache, Fachtexte) ein wesentliches Kriterium zur negativen Beurteilung des Faches durch die Lernenden – nicht selten mit der Konsequenz der Abwahl – darstellen“ (Woest 1997, S. 55). Für einen kognitiv angemessenen naturwissenschaftlichen Unterricht können zunächst Animismen als eine einfache Vermittlungsart eingesetzt werden „und möglicherweise eine positive Bindung zum Schulfach Chemie generieren“ (Pütttschneider und Lück 2004, S. 168).

Beim unterrichtlichen Einsatz animistischer Darstellungen gilt es unbedingt zu berücksichtigen, dass die entsprechenden Analogien und Metaphern zusammen mit den Schüler*innen auf der Metaebene besprochen sowie reflektiert werden müssen. Dadurch sollen mögliche Fehlinterpretationen ausgeschlossen werden (Gebhard 2013, S. 67). Darüber hinaus muss die Lehrperson darauf achten, dass die verwendeten Animismen „eine spätere Weiterentwicklung zu komplexeren Modellen ermöglichen und nicht zu Fehlvorstellungen führen“ (Pütttschneider und Lück 2004, S. 170). Auf diese Weise kann der oben genannten Kritik begegnet werden, dass Animismen und Anthropomorphismen nur falsche Vorstellungen vermitteln, „die eine nicht-objektive Darstellung der Realität beinhalten“ (Pütttschneider und Lück 2004, S. 170).

Abschließend bleibt die Frage nach dem Maß animistischer Darstellungen im Unterricht. Ein besonders hoher sowie unreflektierter Einsatz führt zu einem „destruktiven Anthropozentrismus“, der den Menschen in ein egozentrisches Weltbild rückt sowie den Anschein hat, die Natur „im Griff“ zu haben (Gebhard 2013, S. 67; Lück 2018, S. 102). Durch einen Verzicht animistischer Darstellungsformen entfällt jedoch die wichtige Komponente eines affektiven Weltzugangs und mündet in einer Gleichgültigkeit gegenüber Natur und Umwelt (Gebhard 2013, S. 67). Beide Extreme bergen „die Gefahr der Zerstörung, einmal durch Egoismus, das andere Mal durch Gleichgültigkeit“ (Gebhard 2013, S. 67). „Wie so oft, scheint auch hier der Königsweg in der Mitte zu liegen“ (Lück 2018, S. 102).

2.3.4 Die Entwicklung von neuen handlungsorientierten Experimentiereinheiten für die Grundschule

Vor dem Hintergrund der vorangegangenen entwicklungs- und lernpsychologischen sowie didaktischen Merkmale eines handlungsorientierten Experiments erfolgt die theoretische Entwicklung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten für den Einsatz im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Im Folgenden wird die grundlegende konzeptionelle Gestaltung vorgestellt und erläutert (s. Kap. 2.3.4.1). Außerdem werden die Kriterien aufgeführt, die die Grundschulexperimente für eine erfolgreiche Durchführung berücksichtigen müssen (s. Kap. 2.3.4.2 und 2.3.4.3).

2.3.4.1 Das grundlegende Konzept der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten

Für die Konzeption von erfahrungs- und handlungsorientierten Experimentiereinheiten zur (bio-) chemischen Wirkungsweise ausgewählter heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden wurde eine grundlegende Unterrichtsstruktur angelehnt in Ansätzen am forschend-entwickelnden Lernen nach Schmidkunz und Lindemann erstellt (Schmidkunz und Lindemann 2003, S. 23 ff.). Forschend-entwickelnder Unterricht meint einen Unterricht, „der Merkmale des Prozesses der [wissenschaftlichen] Erkenntnisgewinnung zeigt“ (Streller et al. 2019, S. 52). Dazu orientiert sich der Unterrichtsablauf am Prozess wissenschaftlicher Forschung (Lehner-Simonis 2016, S. 78). Der forschend-entwickelnde Unterricht wurde für den Einsatz im Chemieunterricht der weiterführenden Schule entworfen und kann daher in seiner Struktur nur in Teilen als eine Inspiration für die Konzeption von Sachunterricht dienen (Streller et al. 2019, S. 51). Insofern wird an dieser Stelle darauf verzichtet, die Struktur des forschend-entwickelnden Unterrichts im Detail vorzustellen.

Für einen erfahrungs- und handlungsorientierten Sachunterricht, der in seiner Grundstruktur dem forschend-entwickelnden Unterricht in Ansätzen ähnelt, setzen sich die Experimentiereinheiten aus unterschiedlichen aufeinander aufbauenden Unterrichtsphasen zusammen. Neben der Vermittlung von heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten können die Grundschüler*innen so an eine vorwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise herangeführt werden.

Phase 1: Problemaufwurf

Mit Hilfe eines kontextorientierten Unterrichtseinstiegs, z.B. nach den Prinzipien des Storytellings, wird ein Problem aufgeworfen, welches in die klare Formulierung einer Forschungsfrage mündet, die am Ende der Unterrichtsstunde mit dem im Experiment erzielten Ergebnissen beantwortet werden soll. Ein Beispiel eines zu lösenden Problems kann die naturheilkundliche Behandlung von Erkältungskrankheiten sein. Aus dem Unterrichtseinstieg ergibt sich für die Problemlösung die Notwendigkeit eines Experiments.

Phase 2: Durchführung eines handlungsorientierten Experiments

Zur Beantwortung der Forschungsfrage führen die Schüler*innen eigenständig mit Hilfe einer Experimentieranleitung das Experiment durch. Die Lehrperson tritt an dieser Stelle als Unterstützer in Erscheinung und hilft den Schüler*innen, wenn nötig, in ihrer Experimentiertätigkeit.

Phase 3: Erklärung der Versuchsbeobachtungen

Die Schüler*innen verschriftlichen ihre Beobachtungen mit eigenen Worten und tauschen sich im Klassenverband über die Versuchsergebnisse aus. Anschließend werden in einem Unterrichtsgespräch die aus den Experimentiererergebnissen gewonnenen Erkenntnisse mit Hilfe von Teilchenmodellen erklärt. Daran schließt sich der Transfer des im Modellexperiment Gelernten auf das jeweilige Alltagsphänomen an. Im Zuge dessen wird z.B. die Frage beantwortet, inwiefern ein Schleifpapier für die Untersuchung der Wirkungsweise von Isländisch Moos bei Halsschmerzen verwendet werden kann.

Phase 4: Wiederholung und Sicherung

Die neuen Erkenntnisse werden von den Schüler*innen auf entsprechend vorbereiteten Arbeitsblättern wiederholt und mit Hilfe unterschiedlicher Aufgabenstellungen gesichert.

Anmerkung zur Unterrichtsgestaltung

Im Zuge der Entwicklung neuer Experimentiereinheiten für die Grundschule reicht die Gestaltung eines allgemeinen Konzepts nicht aus. Darüber hinaus müssen unbedingt bestimmte Kriterien, z.B. in Bezug auf die Sicherheit, für ein adressatengerechtes Experimentiersetting im Sachunterricht berücksichtigt werden.

2.3.4.2 Kriterien zur Gestaltung von Grundschulexperimenten

Für das erfolgreiche und gefahrlose naturwissenschaftliche Experimentieren in der Grundschule müssen bestimmte Anforderungen erfüllt werden. Gisela Lück (2018) hat eine Liste von Kriterien für experimentelle Tätigkeiten im Elementarbereich erstellt und entsprechend erläutert (Lück 2018, S. 150 ff.). Die Übertragung dieser Kriterien auf die Grundschule führte Björn Risch in seiner Studie (2006) durch und überarbeitete diese mit weiteren relevanten Aspekten (Risch 2006, S. 64 ff.; S. 197 f.). Aus diesem Grund erfolgte bei der Entwicklung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten eine entsprechende Berücksichtigung der folgenden Anforderungen.

„Anforderungen an naturwissenschaftliches Experimentieren im Überblick

- *Versuchsdurchführung: völlig ungefährlich und sicher*
- *Materialien: preiswert und leicht erhältlich*
- *zuverlässiges Gelingen*
- *einfach vermittelbare naturwissenschaftliche Deutung*
- *experimentelle Anforderung: von Vorschulkindern selbstständig durchführbar*
- *Alltagsbezug*
- *Versuchsdauer: max. 20-30 Minuten*
- *möglichst systematischer Aufbau der Experimente“ (Lück 2018, S. 151)*
- *„Anwendung: Außerschulische Wiederholbarkeit gewährleisten*
- *Moduleinheiten: In den Sachunterricht integrierbar“ (Risch 2006, S. 66)*

Sichere und ungefährliche Versuchsdurchführung¹²

Oberste Priorität bei der Entwicklung handlungsorientierter Experimente ist ihre gefahrlose Durchführung – auch in einer größeren Lerngruppe. Dazu werden ausschließlich Haushaltschemikalien und -materialien verwendet. Selbst bei einem unvorhergesehenen unsachgemäßen Gebrauch der Experimentiermaterialien durch die Schüler*innen sind gesundheitliche Risiken, im Vergleich zu ihrem alltäglichen Gebrauch, nicht schwerwiegender einzuschätzen. Darüber hinaus werden den Schüler*innen nur die für das Experiment benötigten Mengen an Haushaltschemikalien und -materialien zur Verfügung gestellt.

¹² Die folgenden Erläuterungen zu den Anforderungen an naturwissenschaftliche Experimente in der Grundschule wurden, wenn nicht anders gekennzeichnet, aus Lück 2018, S. 151 ff. entnommen.

Wird für die Durchführung eines Experiments kochendes Wasser benötigt, werden für die Schüler*innen entsprechend Thermoskannen vorbereitet. Dadurch wird die Gefahr einer Verbrühung am Wasserkocher minimiert. Ferner werden all die Durchführungsschritte, die das Kochen von Substanzen sowie die Verwendung eines Küchenmessers vorsehen, von der betreuenden Lehrperson übernommen.

Preiswerte und leicht erhältliche Materialien

Aufgrund eines meist eher knappen finanziellen Budgets für den Sachunterricht werden für die Experimente lediglich preiswerte sowie leicht erhältliche Haushaltschemikalien eingesetzt. Insbesondere bei den Materialien, die im örtlichen Supermarkt erworben werden können, steigt die Bereitschaft der Lehrperson, zusammen mit den Schüler*innen, ein entsprechendes Experiment im Unterricht durchzuführen. In Bezug auf die heilpflanzlichen Experimentiereinheiten wird darauf geachtet, dass die getrockneten Pflanzen in der Apotheke oder im Einzelhandel für Gartenbedarf einfach und günstig erworben werden können.

Zuverlässiges Gelingen der Experimente

Die Experimente müssen durch die eigene Hand der Schüler*innen zu einem erfolgreichen Ende führen. Obwohl diese Anforderung aus Sicht der wissenschaftlichen Arbeitsweise eher fragwürdig erscheint, ist sie für eine positive und motivational anregende Primärbegegnung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen unerlässlich. Eine entsprechende Fehlerdiskussion stellt für Grundschüler*innen eine zu hohe (kognitive) Anforderung an die Konzentrationsfähigkeit dar.

Adressatengerechte naturwissenschaftliche Deutung

Die Experimente, die in der Grundschule durchgeführt werden, müssen bezüglich ihres naturwissenschaftlichen Hintergrundes adressatengerecht gedeutet werden können. Ist dies nicht der Fall, verbleibt das Gefühl der Zauberei. Für die Vermittlung naturwissenschaftlicher Fachinhalte ist ihre Rückführung auf zuverlässige Naturphänomene essentiell, da sonst bei den Schüler*innen der Eindruck einer willkürlichen Abhängigkeit desjenigen erkennbar wird, der das Experiment durchführt. Dadurch besteht die Gefahr, dass sich bei den Schüler*innen spätere Ressentiments gegenüber Naturwissenschaften im Allgemeinen entwickeln.

Selbstständige Durchführbarkeit der Experimente

Wie bereits erwähnt, erfordert eine erfolgreiche experimentelle Begegnung mit einem naturwissenschaftlichen Phänomen den Einsatz der sinnlichen Wahrnehmung. Diese kann jedoch nur gelingen, wenn die Schüler*innen das Experiment eigenständig durchführen. Darüber hinaus wird durch das selbstständige Experimentieren die Selbsttätigkeit sowie das Autonomieempfinden gestärkt und fördert somit eine positive Grundhaltung gegenüber naturwissenschaftlichen Fachinhalten.

Alltagsbezug

Durch den Einsatz von Haushaltschemikalien und -materialien kann leicht ein Alltagsbezug zum Experiment hergestellt werden und sorgt dafür, dass ein untersuchtes Phänomen im Alltag wiederentdeckt werden kann. Zugleich wirkt ein Experiment mit Alltagsbezug deutlich nachhaltiger, als eines ohne jegliche Kontextorientierung.

Zeitlich begrenzte Versuchsdauer von 20-30 Minuten

Um die Konzentrationsfähigkeit sowie die Experimentier- und Beobachtungsbereitschaft der Schüler*innen nicht zu strapazieren, wird für die Durchführung eines Experiments eine Dauer von 20 bis 30 Minuten empfohlen.

Systematischer Aufbau der Experimente

Bei der Konzipierung einer Experimentierreihe ist es sinnvoll, die Reihenfolge der durchzuführenden Experimente so zu wählen, dass diese jeweils auf vorhergehende experimentelle Elemente zurückgreifen können. Dieses Vorgehen führt zum einen durch die Wiederholung zu einer Übung experimenteller Tätigkeiten und zum anderen wird der Eindruck von naturwissenschaftlichen allgemeingültigen Gesetzmäßigkeiten verstärkt.

Anwendung: Außerschulische Wiederholbarkeit gewährleisten (Risch 2006, S. 66)

Die Anforderung des Alltagsbezuges bei der Verwendung leicht erhältlicher Haushaltschemikalien unterstützt die grundsätzliche Möglichkeit, das Experiment zu Hause wiederholen zu können. Auf diese Weise wird die Erinnerungsfähigkeit an das Experiment selbst sowie an die fachlichen Inhalte gesteigert.

Moduleinheiten: In den Sachunterricht integrierbar (Risch 2006, S. 66)

Die Inhalte des Sachunterrichts setzen sich aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Fachdisziplinen zusammen. Im Sinne einer vielperspektivischen Sichtweise ist es ratsam, Unterrichtsinhalte zu wählen, die untereinander durch verschiedenen Perspektiven vernetzt werden können. In diesem Zusammenhang stellt die experimentelle Untersuchung der heilpflanzlichen Wirkungsweise auf den menschlichen Körper ein sehr gutes Beispiel dar, da biologische Inhalte mit (bio-) chemischen und physikalischen Aspekten sowie mit der Perspektive der Gesundheitserziehung verknüpft werden.

2.3.4.3 Didaktische Reduktion

Eine der oben formulierten Anforderungen an naturwissenschaftliche Grundschulexperimente verlangt eine adressatengerechte, naturwissenschaftliche Deutung der für die Erklärung relevanten Fachinhalte, mit Hilfe von z.B. Modellen (s. Kap. 2.3.3.1) oder animistischen Darstellungsformen (s. Kap. 2.3.3.3), die bereits erläutert wurden. Dabei gehört insbesondere die Chemie zu den schwierigeren sowie komplexeren Lernfeldern der Schule. Der Grund dafür ist ein hoher Grad an Abstraktion, welcher bei vielen Schüler*innen zu Verständnisproblemen führt (Merzyn 2008, S. 83 f.). Um diese Schwierigkeiten im Lernprozess überwinden zu können, ist eine adressatengerechte Gestaltung der chemischen Sachverhalte für das Verständnis der Lernenden entscheidend (Risch und Pfeifer 2018, S. 45). Dies gilt insbesondere für interdisziplinäre Themen, zu denen auch die Wirkungsweise von Naturheilverfahren auf den menschlichen Körper zählen. Zu den fachtypischen Verständnisschwierigkeiten in der Chemie gehören zum einen die Fachsprache mit Formeln und Symbolen sowie zum anderen die Verwendung mathematischer Vorgehensweisen (Risch und Pfeifer 2018, S. 51; Marohn 2013, S. 8). „Es muss also eine Brücke gebaut werden zwischen den Elementen einer chemischen Grundbildung [...] und dem Lernenden“ (Risch und Pfeifer 2018, S. 45). Das Grundgerüst dieser Brücke wird durch die Bemühungen der Lehrperson gebildet, komplexe Lerninhalte didaktisch so zu gestalten, dass sie für die Schüler*innen leichter zugänglich werden. Diese Art der Aufbereitung wird als didaktische Reduktion bezeichnet (Risch und Pfeifer 2018, S. 46). Das Resultat ist ein anschaulicher Unterricht mit Fachinhalten, die in Abstraktheit und Komplexität deutlich herabgesetzt wurden (Jürgensen 2009, S. 99).

„Didaktische Reduktion findet immer dann statt, wenn umfangreiche und komplexe Sachverhalte aufbereitet werden, um sie für die Lernenden überschaubar und begreifbar zu machen.“ (Lehner 2012, S. 9)

Die umgangssprachliche Verwendung des Begriffs „Reduktion“ suggeriert den Eindruck, dass es sich bei der didaktischen Reduktion lediglich um eine einfache Reduzierung der Stofffülle handeln könnte. Eine entsprechende Begriffsdefinition deckt jedoch nicht den gesamten Anspruch an die didaktische Reduktion ab und wird daher in diesem Zusammenhang nicht verwendet (Risch und Pfeifer 2018, S. 47).

Die didaktische Reduktion kann auf unterschiedlichen Funktionsebenen erfolgen: Aus „curricularer Perspektive“ erscheint es sinnvoll, den „Umfang der Lerninhalte [...] durch reduktive Überlegungen bei der Unterrichtsplanung bzw. Lehrplanentwicklung“ zu verringern (Lehner 2012, S. 10). Die „vermittlungstechnische[...] Perspektive“ verfolgt das Ziel, „die elementaren und fundamentalen Aspekte einer Sache [...] unter Berücksichtigung der jeweiligen Lernvoraussetzungen heraus[zuarbeiten]“ (Lehner 2012, S. 10). Entscheidend dabei ist jeweils, unabhängig von der Funktionsebene, die zuletzt genannte Berücksichtigung der Lernvoraussetzungen unterschiedlicher Lerngruppen (Lehner 2012, S. 10 f.).

Für die Planung eines adressatengerechten Unterrichts mit didaktisch reduzierten Fachinhalten finden drei Prinzipien ihre Berücksichtigung. Diese werden im Folgenden kurz erläutert.

„Prinzip der fachlichen Richtigkeit“ (Risch und Pfeifer 2018, S. 53 ff.)

Unabhängig vom Grad der didaktischen Reduktion müssen Fachinhalte widerspruchsfrei zum aktuellen chemischen Wissensstand aufbereitet werden. Neben der damit verbundenen Unehrlichkeit gegenüber der Schüler*innen, birgt das Unterrichten fachlich falscher Sachverhalte außerdem die Gefahr, dass im weiteren Verlauf des Fachunterrichts „erhebliche Reparaturarbeiten am Wissensstand der Lernenden“ erforderlich werden (Risch und Pfeifer 2018, S. 53). Zusätzlich ist bei einer sich veränderbaren inhaltlichen Ausrichtung naturwissenschaftlicher Themen eine negative Beeinflussung der Einstellung der Schüler*innen gegenüber den Naturwissenschaften denkbar (Risch und Pfeifer 2018, S. 53 f.).

Im Zusammenhang mit dem Prinzip der fachlichen Richtigkeit wird auch immer wieder der Einsatz von Analogien, z.B. in Form von Animismen und Anthropomorphismen sowie von ver-

einfachenden Modellen kritisch diskutiert (Risch und Pfeifer 2018, S. 54). Unter Berücksichtigung möglicher Gefahren bei ihrem Einsatz werden jedoch aus den in Kap. 2.3.3.1 (Modelle) sowie 2.3.3.3 (Animismen) dargestellten Gründen im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf diese Möglichkeiten der Wissensvermittlung zurückgegriffen.

„Prinzip der fachlichen Ausbaufähigkeit“ (Risch und Pfeifer 2018, S. 55 f.)

Das Prinzip der fachlichen Ausbaufähigkeit ergänzt die Forderung nach fachlicher Richtigkeit. „Die Beachtung dieses Prinzips ist durch die bruchlose Fortführung der Erkenntnisgewinnung an das bisher Gelernte gekennzeichnet“ (Risch und Pfeifer 2018, S. 55). Die fachliche Erweiterung von Inhalten bedeutet, dass auf bereits gelernten Grundlagen das neue, weiterführende Wissen hinzugefügt wird (Kircher 2015a, S. 112). Im Sinne eines lernförderlichen Unterrichts ist ein ständiges Umlernen von Inhalten nicht erstrebenswert (Risch und Pfeifer 2018, S. 55).

„Prinzip der Angemessenheit an die kognitive Struktur des Lernenden“ (Risch und Pfeifer 2018, S. 56 f.)

Das Ausmaß didaktischer Reduktion wird maßgeblich durch das (außer-) schulische Vorwissen sowie die Vorkenntnisse der Schüler*innen bestimmt (Risch und Pfeifer 2018, S. 56). Neben entwicklungspsychologischen Kenntnissen der Lehrperson (s. Kap. 2.3.1) ist ihr diagnostisches Vermögen in Bezug auf die Ermittlung der kognitiven Fähigkeiten der Lerngruppe entscheidend (Risch und Pfeifer 2018, S. 57). Eine verfrühte Thematisierung von Fachinhalten führt unweigerlich zu Verständnisschwierigkeiten (Risch und Pfeifer 2018, S. 56).

Zusammenfassung: Erfahrungs- und handlungsorientierter Sachunterricht stellt sich der Herausforderung, die Alltagserfahrungen der Schüler*innen mit wissenschaftlich geprägten Erfahrungen zu erweitern. Der Einsatz von handlungsorientierten Experimenten kann einen entsprechenden Zugang zu einer vorwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweise liefern. Aus diesem Grund orientiert sich die Gestaltung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Unterrichtsinhalte an den Konzepten der Erfahrungs- und Handlungsorientierung.

Aus entwicklungspsychologischer Sicht Eriksons kann diese Entscheidung ebenfalls unterstützt werden. Handlungsorientierte Experimente zur Wirkungsweise von Heilpflanzen wer-

den den für Grundschul Kinder charakteristischen Werksinn gerecht. Sie ermöglichen den sinnstiftenden Aufbau von naturwissenschaftlichem (heilpflanzlichem) Fachwissen sowie die Aneignung experimenteller Fertigkeiten. Durch die vorgegebene Versuchsanleitung können die Schüler*innen in einem geschützten Rahmen agieren und somit in der eigentlichen Tätigkeit völlig eintauchen. Ein positiver Abschluss der experimentellen Handlung verschafft den Schüler*innen für ihr Tun Anerkennung. Sowohl das naturwissenschaftliche Fachwissen als auch die experimentellen Fertigkeiten besitzen Relevanz für die Erwachsenenwelt und die damit verbundene Teilhabe am gesellschaftlichen Leben (Lück 2018, S. 46). Die aktive Auseinandersetzung mit Heilpflanzen als wichtige thematische Einheit des gesellschaftlichen Alltags führt somit zu einer sinnstiftenden Tätigkeit im Rahmen des Sachunterrichts.

Um das naturwissenschaftliche Fachwissen zur Wirkungsweise von Heilpflanzen adressatengerecht verdeutlichen zu können, stehen unterschiedliche Vermittlungsmöglichkeiten für den Sachunterricht zur Verfügung. Drei prominente Beispiele finden ihren Weg in die heilpflanzliche Unterrichtsgestaltung. Dazu gehören Modelle, Storytelling sowie Animismen.

- *Modelle:* Die primäre Herausforderung bei der Erstellung der Modelle zur veranschaulichenden Darstellung heilpflanzlicher Wirkungsweisen auf den menschlichen Körper ist ihre adressatengerechte Gestaltung unter Berücksichtigung der wissenschaftlich korrekten Erklärung. Die fachlichen Hintergründe zu Naturheilverfahren entspringen unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Fachdisziplinen und tragen daher einen hohen Grad an Komplexität in sich. Unterschiedliche Gestaltungsformen von Modellen, die sich an dem EIS-Prinzip nach Bruner orientieren, sollen letztendlich möglichst vielen Schüler*innen einen angemessenen und verständlichen Zugang zur inhaltlich umfangreichen Heilpflanzen-Thematik ermöglichen.
- *Storytelling:* Neben den Modellen integriert sich in nahezu fast allen heilpflanzlichen Unterrichtseinheiten die Methode des Storytellings. Die kurzen Einstiegs geschichten handeln z.B. von Erkältungskrankheiten oder kleinen Schnittverletzungen. Auf diese Weise wird ein Lebensweltbezug sowie eine Brücke zu den (bio-) chemischen Hintergründen der Wirkungsweisen von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden geschaffen. Darüber hinaus wird der vielperspektivische Blick auf den eigenen Alltag unterstützt.

- *Animisen*: Die Beseelung der unbelebten Natur durch die Übertragung von bekannten Eigenschaften aus der belebten Alltagswelt kann einen motivierenden Anreiz für Schüler*innen auslösen, sich mit abstrakten naturwissenschaftlichen Fachinhalten auseinanderzusetzen. Insbesondere bei einer Kombination unterschiedlicher Fachdisziplinen können animistische Darstellungsformen das inhaltliche Verständnis, v.a. im Bezug auf die Fachsprache, erleichtern. Aus diesem Grund wurden im Rahmen der heilpflanzlichen Experimentiereinheiten ebenfalls Animismen und Anthropomorphismen zur Deutung der Experimentierbeobachtungen erstellt. Möglicherweise wird durch die entsprechende Aufbereitung der Fachinhalte der Weg für weiterführendes chemisches und physikalisches Interesse bei den Grundschüler*innen geebnet.

Bei der Entwicklung von neuen handlungsorientierten heilpflanzlichen Experimentiereinheiten wurden im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit unterschiedliche Aspekte und Kriterien berücksichtigt. Die Anlehnung an das Konzept des forschend-entwickelnden Unterrichts ermöglicht eine erste Heranführung an die Ansätze einer vorwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweise. Um bereits erste naturwissenschaftliche Experimente in der Grundschule durchführen zu können, müssen unbedingt die von Lück und Risch entwickelten Anforderungen an entsprechende Experimente befolgt werden. In diesem Zusammenhang ist besonders die adressatengerechte Gestaltung des Experimentiersettings relevant. Im Sinne der didaktischen Reduktion spielt eine für die Grundschule angemessene Aufbereitung der für die Deutung benötigten fachlichen Hintergründe ebenfalls eine große und entscheidende Rolle (s.o.). Auf diese Weise ist die Anschlussfähigkeit an den Fachunterricht der weiterführenden Schule gegeben.

2.4 Affektive Reaktionen im Unterricht

Im bisherigen Text wurde das handlungsorientierte Experiment sowie die thematisch relevanten fachdidaktischen Aspekte berücksichtigt. Letztendlich ist der eigentliche Zweck einer Experimentiereinheit die Iniziiierung einer aktiv handelnden Tätigkeit durch die Schüler*innen im Unterricht. Diese zeigen bei der Durchführung von entsprechenden Experimenten unterschiedliche Reaktionen und Verhaltensweisen, insbesondere in Bezug auf eine Zu- bzw. Abwendung vom Experimentiersetting. Dabei können die affektiven Reaktionen, in Zusammen-

hang mit der Körpersprache, wertvolle Hinweise über die Art des Erlebens während der experimentellen Handlung geben. Auch Aussagen über eine Interessiertheit der Schüler*innen gegenüber dem experimentell untersuchten Unterrichtsgegenstand sind möglich. Insbesondere bei neu entwickelten Experimentiereinheiten, wie jene zur (bio-) chemischen Wirkungsweise ausgewählter heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden, ist die Untersuchung der Akzeptanz durch die Schüler*innen, basierend auf ihren (affektiven) Reaktionen, von wichtiger Bedeutung. Nur auf diese Weise können neue Experimente in ihrer Durchführung optimiert werden. Im folgenden Text erfolgt daher zunächst eine Definition und Begriffserklärung von „Affektivität“ (s. Kap. 2.4.1). In diesem Zusammenhang wird der in der vorliegenden Arbeit verwendete Ausdruck der „Zugewandtheit“ in Bezug auf Interesse kurz erläutert. Die Körpersprache als nonverbale Ausdrucksform, die wertvolle Hinweise auf das affektive Erleben geben kann, wird ebenfalls näher beleuchtet (s. Kap. 2.4.2). Positives, affektives Erleben während einer (experimentellen) Handlung kann sich unterschiedlich ausdrücken: Die Darstellung der von Maria Montessori beschriebenen Polarisierung der Aufmerksamkeit (s. Kap. 2.4.3) sowie des Flow-Phänomens nach Mihály Csíkszentmihályi (s. Kap. 2.4.4) runden das Kapitel zu affektiven Reaktionen ab.

2.4.1 Affektivität: Begriffserklärung und Bedeutung für den Unterricht

Die Komplexität des vielschichtigen Ausdrucks der *Affektivität* kann durch die Definitionen der unterschiedlichen Begriffsebenen¹³ veranschaulicht werden.

„Positiver Affekt (PA) beschreibt das Ausmaß, in dem eine Person interessiert, enthusiastisch, aktiv und aufmerksam ist. Hoher PA beinhaltet Energie, Konzentration, freudiges Engagement, niedriger PA hingegen Lethargie und Traurigkeit. Negativer Affekt (NA) beschreibt das Ausmaß negativen Angespanntseins. So ist hoher NA durch Gereiztheit, Nervosität, Angst gekennzeichnet, niedriger NA durch Ruhe und Ausgeglichenheit.“ (Eschenbeck 2009, S. 86)

Aus der Begriffserklärung wird deutlich, dass ein *Affekt* unterschiedliche Arten von Emotionen definiert. Dabei wird die gefühlte Emotion nur wenig von der menschlichen Rationalität beeinflusst (Köck 2015, S. 11). Handlungen, die aus einem Affekt heraus geschehen, werden „durch einen plötzlichen, rationalen unkontrollierten Gefühlsausbruch verursacht“ (Köck

¹³ Die unterschiedlichen Begriffe in Bezug auf die Affektivität werden im Text *kursiv* hervorgehoben.

2015, S. 11). Daher gelten *Gefühle* in Bezug auf affektive Verhaltensweisen als wichtiger Bestandteil des menschlichen Erlebens (Köck 2015, S. 176 f.). Dabei zeigen sich Gefühle durch „körperliche[...] Veränderungen“, die durch Verhaltensweisen, durch nonverbale Ausdrucksmittel in Form von Gestik und Mimik sowie durch verbale Kommunikation zum Ausdruck gebracht werden können (Köck 2015, S. 177). Insofern können sich schnell abwechselnde Gefühlslagen, aber auch länger andauernde Stimmungen in einem Affekt äußern (Ciompi 2003, S. 63). Grundsätzlich ist jedoch kein Mensch zu keinem Zeitpunkt in seinem Leben affektfrei, „denn irgendwie gestimmt ist man schließlich immer“ (Ciompi 2003, S. 63).

„Affekte sind die essentiellen Energetika oder ‚Motoren‘ des Denkens“ (Ciompi 2003, S. 65). Affektive Verhaltensweisen, die sich in unterschiedlichen Emotionen äußern, beeinflussen in besonderem Maße den kognitiven Denkprozess: Gefühle, wie z.B. Freude oder auch Wut, beschleunigen die kognitive Denktätigkeit sowohl in quantitativem, als auch im qualitativen Sinne. Trauer dagegen kann das Denken verlangsamen und den kognitiven Blick auf Inhalte einschränken (Ciompi 2003, S. 65). Affekte beeinflussen jedoch nicht nur den kognitiven Denkprozess an sich, sondern auch die damit zusammenhängende Erinnerungsfähigkeit. In einer positiven Gefühlslage werden auch eher entsprechend freudige Informationen gespeichert (Ciompi 2003, S. 65).

Aus handlungstheoretischer Sicht können positive affektive Verhaltensweisen, z.B. in Form von Aufmerksamkeit oder aktiver Teilnahme am Unterrichtsgeschehen, auf eine Interessiertheit an den thematisierten Fachinhalten hindeuten (Krapp 1992, S. 749). Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Arbeit eine zugewandte Arbeitshaltung (z.B. zu einem Experimentier-setting) mit einer Interessiertheit am Unterrichtsgegenstand gleichgesetzt.¹⁴ „Das Interesse äußert sich u.a. in der Tendenz, sich wiederholt, freudvoll und ohne äußere Veranlassung mit einem realen oder symbolisch vermittelten Interessengegenstand auseinanderzusetzen“ (Krapp 1992, S. 749). Dieses zugewandte Verhalten äußert sich in ungeteilter Aufmerksamkeit zum Gegenstand (Köck 2015, S. 236). „Das Interesse zeigt sich als besondere Form der Person-Gegenstands-Auseinandersetzung mit kognitiven, emotionalen und Wert-Aspekten“ (Köck

¹⁴ Die umfangreiche Literatur zum Thema „Interesse und Motivation“ wird im Rahmen dieser Arbeit nicht thematisiert. Ein Schwerpunkt der Untersuchung wird durch die Beobachtung affektiver Aspekte in Bezug auf heilpflanzliche und naturheilkundliche Experimentiereinheiten gebildet. Beobachtungen affektiver Verhaltensweisen können unter Berücksichtigung einer zugewandten Arbeitshaltung auf eine Interessiertheit hindeuten. Aussagen über das tatsächliche innere Interesse können basierend auf Beobachtungsdaten nicht formuliert werden. Ein begründeter methodischer Aufbau der Erhebung wird in Kap. 3 detaillierter beschrieben.

2015, S. 236). Auch Aussagen der Schüler*innen sowie ihre Körpersprache können auf Interesse und Zugewandtheit hindeuten (Duncker 2013, S. 4). Damit einher geht ein kognitiver Wissensaufbau in Bezug auf den Inhalt sowie der Tätigkeit selbst (Krapp 1992, S. 749). Im Kontext eines handlungsorientierten Experiments bedeutet dies, dass zugewandte bzw. interessierte Schüler*innen zum einen naturwissenschaftliches Fachwissen und zum anderen experimentelle Fähigkeiten erwerben können. Interesse und die damit verbundene Zuwendung in Form von Aufmerksamkeit besitzen einen unmittelbaren Einfluss auf den Lernprozess (Krapp 1992, S. 751; Csíkszentmihályi 1988, S. 171).

Um in der Schule eine zugewandte bzw. interessierte Haltung induzieren zu können, kann eine Orientierung der Unterrichtsgestaltung an der Lebenswelt der Schüler*innen zu einer Steigerung der Aufmerksamkeit verhelfen (Duncker 2013, S. 4 f.; Krapp 1992, S. 749). „Man geht davon aus, dass gewisse, im Lerngegenstand lokalisierte Reizbedingungen ‚interessierte‘ Zuwendung auslösen“ (Krapp 1992, S. 749). Vor allem bei neuen Unterrichtsinhalten spielt die „Anreizqualität“ eine wichtige Rolle (Krapp 1992, S. 750). Im Grundschulalter ist das Interesse der Schüler*innen stark an die Gegenstände gebunden, die durch die eigenen Sinne wahrgenommen werden können (Duncker 2013, S. 7). Dieser Zusammenhang begründet sich ebenfalls aus entwicklungspsychologischer Sicht (s. Kap. 2.3.1). Wie in Kap. 2.3.2 beschrieben, nimmt das handlungsorientierte Experiment diesbezüglich eine besondere Position ein. Handlungen, die aus einem Interesse heraus entstehen, werden, wie oben erläutert, von positiven Emotionen und Gefühlen begleitet und zeigen sich in beobachtbaren, affektiven Verhaltensweisen. Somit ist nicht nur die Handlung, sondern auch der damit verbundene Inhaltsgegenstand emotional positiv besetzt (Selter 2007, S. 7).

2.4.2 Körpersprache

Der Kern der empirischen Erhebung der vorliegenden Forschungsarbeit stellt die Methode der teilnehmenden Beobachtung dar (s. Kap. 3.4.1). Basierend auf Beobachtungen experimentierender Schüler*innen können Aussagen über ihre Akzeptanz gegenüber dem Experimentier-setting formuliert werden. Der nach außen kommunizierte körpersprachliche Ausdruck, der vom Beobachter wahrgenommen werden kann, vermittelt diesbezüglich einen umfassenden Eindruck. Aus diesem Grund werden im folgenden Text die Grundlagen der Körpersprache sowie ihre jeweilige Bedeutung vorgestellt.

Zu jedem Zeitpunkt seines Lebens sendet der Mensch sowohl sprachliche als auch körperliche Signale an seine Umwelt. In diesem Zusammenhang gilt: „Man kann nicht nicht kommunizieren“ (Watzlawick et al. 2017, S. 60). „Körpersprache, nonverbale Kommunikation spielt [dabei] im menschlichen Sozialverhalten eine zentrale Rolle“ (Argyle 2005, S. 13). Die unterschiedlichen Merkmale nonverbaler Kommunikation werden unter dem Begriff der Körpersprache zusammengefasst (Wirth 2013, S. 108).

„[...] Unter diesen Begriff fallen sehr unterschiedliche Verhaltens- und Interaktionselemente, die in ihrer Gesamtheit die Körpersprache bilden. Dazu gehören im Einzelnen: Körperkontakt, und Berührungselemente, Gebärden, Gestik, Haltung, Mimik, Stimmmodulation, Sprechtempo und Sprachmelodie, die äußere Erscheinung als Gesamtbild, Tonfall, Körperausdrucksprozesse in mehr oder weniger langen und mehr oder weniger strukturierten Bewegungsfolgen und viele andere mehr.“ (Trautmann-Voigt und Voigt 2009, S. 1)

Als „effizientes Kommunikationsmittel“ (Kaiser 1998, S. 13) beherrscht der Mensch die Körpersprache bereits seit seiner Geburt und setzt sie im Alltag „meistens unbewusst, unwillkürlich und unkontrolliert“ ein (Wirth 2013, S. 108). Daher „ist Körpersprache sehr ehrlich und glaubwürdig“ (Wirth 2013, S. 108) und vermittelt neben Gefühlen persönliche „Absicht[en] oder Stimmung[en]“ (Wirth 2013, S. 109; Kaiser 1998, S. 13) als „Ausdruck von innerem Erleben“ in Bezug auf soziales Geschehen (Trautmann-Voigt und Voigt 2009, S. 3) (s. Kap. 2.4.1 zur Affektivität). Im Gegensatz zur sprachlichen Verständigung findet die Wahrnehmung der nonverbal kommunizierten Gefühle durch den gesamtheitlichen Einsatz aller Sinne statt. Durch ihre „multimodal[e]“ Vernetzung gelingt die „unmittelbare Verbindung [...] zwischen dem, was wir sehen, spüren, hören oder riechen“ (Trautmann-Voigt und Voigt 2009, S. 2). Die Wahrnehmung der Körpersprache Anderer findet daher immer durch unterschiedliche Blickwinkel statt. Je nach Interesse der beobachtenden Person finden einige Blickwinkel vermehrt Beachtung und beeinflussen den Eindruck sowie die daraus resultierende Bewertung der sozialen Situation (Sollmann 2016, S. 11). Zur Deutung nonverbaler Ausdrucksformen existieren keine eindeutigen Zuordnungen, so dass kommunizierte Informationen stets vom Empfänger zurückgezogen werden können (Kaiser 1998, S. 14). Durch den möglichen uneinheitlichen Einsatz von Körpersprache kann außerdem das Deuten sozialer Situationen erschwert werden. Die einzigen Ausnahmen bilden sogenannte Embleme. Es handelt sich dabei um „körpersprachliche Gesten, deren Mitteilungswert im jeweiligen Kulturkreis stillschweigend definiert

ist“ (Kaiser 1998, S. 14). Zu solchen Emblemen gehören z.B. die drohende Gebärde einer geballten Faust oder das leichte Reiben der Fingerkuppen von Daumen und Zeigefinger, um auf das Thema Geld hinzuweisen (Kaiser 1998, S. 14).

Grundsätzlich stehen unterschiedliche Kanäle für den Einsatz von Körpersprache zur Verfügung. Der vermutlich im Zusammenhang mit nonverbaler Kommunikation am häufigsten assoziierte Kanal ist die visuelle Ausdrucksweise, da sein Anteil körpersprachlicher Verhaltensformen am größten ausfällt (Kaiser 1998, S. 33, S. 48). Weitere Kanäle sind bspw. auditiv-akustische, vegetative, olfaktorische oder thermale Ausdrucksformen (Kaiser 1998, S. 33).¹⁵

Wie der Name vermuten lässt, vereint der visuelle Kanal den Teil der Körpersprache, der mit dem Auge wahrgenommen werden kann. Dazu zählen u.a. neben der Augensprache, der Mimik und der Gestik auch die Körperhaltung. Insgesamt werden etwa 80 % aller Informationen optisch erfasst. Durch die direkte Verbindung des Auges mit dem Gehirn findet eine schnelle Informationsverarbeitung sowie eine damit zusammenhängende schnelle Aufnahmegewindigkeit statt (Kaiser 1998, S. 48). Im Folgenden werden die einzelnen Merkmale der visuellen Körpersprache im Detail vorgestellt.

Augensprache

Die „Augensprache [gilt als] außerordentlich wichtige[r] Bestandteil der Körpersprache“ (Kaiser 1998, S. 48). Auch bei dem Versuch, die eigene Körpersprache zu kontrollieren, kann der visuelle Ausdruck von Gefühlen nicht beeinflusst werden (Kaiser 1998, S. 51). Augen gelten gemeinhin als „Fenster zur Seele“ (Forgas 1999, S. 141) und geben „über Stimmungen und spontane Reaktionsweisen [unmittelbar] Auskunft“ (Trautmann-Voigt und Voigt 2009, S. 3). Daher impliziert das Verdecken der Augen das Überspielen der fehlenden Selbstkontrolle und ermöglicht auf diese Weise die eigene Gefühlswelt zu verbergen. Doch auch in einem Zustand starker Konzentration sorgt das Schützen der Augen in Verbindung mit einem gesenkten Kopf und / oder einem aufgestützten Ellbogen, für eine Abschottung von der Außenwelt und den damit verbundenen optischen Reizen (Kaiser 1998, S. 51).

¹⁵ Aufgrund der thematischen Ausrichtung der vorliegenden Studie erfolgt während der Erhebung schwerpunktmäßig die Beobachtung der visuellen Körpersprache. Insbesondere während eines Unterrichtsgesprächs kann die Zuwendung der Schüler*innen zum Unterrichtsgegenstand durch den visuellen Kanal gut beobachtet werden (Kaiser 1998, S. 121). Daher wird lediglich dieser im folgenden Text detaillierter vorgestellt.

Mimik

Augensprache und Mimik sind eng miteinander verknüpft. Veränderungen im Blick gehen häufig mit einer entsprechenden mimischen Anpassung einher (Kaiser 1998, S. 55; Trautmann-Voigt und Voigt 2009, S. 3). So wird z.B. bei einem erstaunten Blick gleichzeitig das obere Lid mit angehoben (Kaiser 1998, S. 55). Die „Mimik [gilt damit] als wichtiger Teilaspekt der Körpersprache“ und unterstreicht die kommunizierte Gefühlslage (Merten 2016, S. 291). Insgesamt ist „das Spektrum des mimischen Repertoires eines Gesichts [...] bemerkenswert“ (Kaiser 1998, S. 54). Dafür verantwortlich ist zum einen die hohe Anzahl der an der Mimik beteiligten Gesichtsmuskeln und zum anderen ihre Kombination im komplexen Zusammenspiel (Merten 1997, S. 180 f.; Schwab 2000, S. 99).

Gestik

Die Gestik ist eng mit der verbalen Kommunikation verbunden und gilt daher als „Sprache der Hände“ (Kaiser 1998, S. 58). Die Art und Weise, wie Hände und Arme gehalten und bewegt werden, unterstreicht das durch Sprache geäußerte Empfinden (Trautmann-Voigt und Voigt 2009, S. 3). Ferner sind Gesten jedoch auch „selbst bedeutungstragend“ und können als eigene Sprache anerkannt werden (Kaiser 1998, S. 59). Der nach oben gestreckte Daumen ist ein Beispiel für ein solches „Gestenwort“ und ist auch ohne Einsatz von Sprache verständlich (Kaiser 1998, S. 59).

Unterschiedliche Ausführungen von Gesten können basierend auf ihrer Funktion differenziert werden (Kaiser 1998, S. 59). Mechanische Gesten werden unbewusst durchgeführt und können Hinweise auf das innere Empfinden geben. Aus diesem Grund werden sie auch als Verlegenheitsgesten bezeichnet. Das beispielweise unbeabsichtigte Reiben der Nase erfolgt bei einem Zustand hoher Konzentration in Kombination mit einem intensiven Denkprozess (Kaiser 1998, S. 60). Sprachbezogene Gesten werden dagegen bewusst eingesetzt und „sollen das Wort illustrieren und die Aufmerksamkeit der Zuhörenden erhöhen“ (Kaiser 1998, S. 61). Die

Manipulationsgesten¹⁶ sowie fachliche Gesten¹⁷ sind für die vorliegende Arbeit weniger relevant.

Körperhaltung

Grundsätzlich können drei Hauptarten der Körperhaltung unterschieden werden: Stehen, Sitzen und Liegen (Argyle 2005, S. 255). Arme, Beine, Rumpf und Kopf können dabei jeweils unterschiedliche Positionen einnehmen (Kaiser 1998, S. 64; Argyle 2005, S. 255) und weitere Hinweise auf das innere Erleben geben (Trautmann-Voigt und Voigt 2009, S. 3). Im Unterschied zur Augensprache und der damit verbundenen Mimik, die die aktuelle Gefühlslage widerspiegeln, zeigt die Körperhaltung „manifestierte[...] emotionale[...] Zustände und Einstellungen“ (Kaiser 1998, S. 64). Daher kann mit Hilfe der Körperhaltung auf Persönlichkeitsmerkmale sowie auf mögliche zwischenmenschliche Beziehungen geschlossen werden (Kaiser 1998, S. 65). Besonders in Bezug auf Spannung, Entspannung oder Unmittelbarkeit können Aussagen über Interaktionen in einer sozialen Situation formuliert werden (Kaiser 1998, S. 68). Beispielweise eine locker nach hinten gelehnte Haltung deutet auf eine entspannte Situation hin. „Unmittelbarkeit zeigt sich im Nach-Vorne-Lehnen, in der Orientierung des Körpers auf andere, im Schaffen von Nähe, bis hin zur Berührung“ (Kaiser 1998, S. 69). Das Neigen des Kopfes sowie die Öffnung des Körpers in Kombination mit einer gespannten Körperhaltung können den Eindruck der positiven Zuwendung verstärken (Stangl 1977, S. 140 f.). Auf diese Weise wird ein direkter und unvermittelter Zugang zu einem Gegenstand oder einer Person geschaffen und dadurch Interesse sowie geistige Aktivität offenbart (Wirth 2013, S. 134; Stangl 1977, S. 140).

Erst in ihrem „komplexe[n] Zusammenspiel“ ergeben die einzeln vorgestellten Phänomene die Gesamtheit der körpersprachlichen Ausdrucksweise (Trautmann-Voigt und Voigt 2009, S. 3).

¹⁶ „Manipulationsgesten sind weniger mit der Sprache als mit dem emotionalen Status der sprechenden Person verknüpft“ (Kaiser 1998, S. 62). Entsprechende Gesten mit einer manipulierenden Funktion können mit der sprechenden Person selbst verknüpft sein, oder sich aber auch auf andere Personen bzw. Objekte beziehen. Ein Beispiel veranschaulicht diesen Zusammenhang: „Während jemand sagt ‚Meiner Meinung nach ...‘, führt er dabei die Hände mit der Innenfläche ruhig zur Brust (Variante a). Während jemand sagt ‚Meiner Meinung nach ...‘, schlägt er die Hände zur Faust geballt gegen die Brust (Variante b).“ (Kaiser 1998, S. 62). Der Unterschied im inneren Empfinden wird durch den unterschiedlichen Einsatz von Gesten verdeutlicht.

¹⁷ „Fachliche Gesten sind Spezialgesten für ‚Eingeweihte‘“ (Kaiser 1998, S. 63). Dabei vermitteln spezielle Hand- und Armbewegungen für die fachkundigen Personen eindeutige Informationen. Dazu gehören z.B. Instruktionen, die der Trainer dem Fußballspieler vermittelt (Kaiser 1998, S. 63).

*Körpersprache der Schüler*innen im Unterricht*

Durch vielfältige soziale Interaktionen von Lehrer*innen und Schüler*innen im Unterricht dient auch hier der „Körper als zentrales Kommunikationsmedium im Lehr- und Lernprozess“ (Gröschner 2007, S. 6). Besonders im schulischen Zusammenhang enthält die zwischenmenschliche Kommunikation sowohl inhaltliche, als auch beziehungsrelevante Aspekte (Watzlawick et al. 2017, S. 61 ff.). Dabei verfügen Schüler*innen über bestimmte Handlungsmuster und andere körpersprachliche Verhaltensweisen, um einen konzentrierten Lernprozess auszudrücken (Kaiser 1998, S. 117). Ferner liefert die Körpersprache der Schüler*innen zusätzlich wertvolle Hinweise bzgl. ihrer Verfassung, ihres Gemütszustandes sowie ihrer Haltung gegenüber des Unterrichtsgegenstandes (Kaiser 1998, S. 117).

Ein konzentriertes Arbeitsverhalten äußert sich durch eine zielgerichtete Aufmerksamkeit auf die entsprechende Aufgabe sowie eine versunkene Körperhaltung. Der Blick ist auf das Arbeitsmaterial gerichtet und lässt sich in seinem Fokus nicht ablenken (Kaiser 1998, S. 120). Auch beim aufmerksamen Verfolgen von Unterrichtsgesprächen ist der Blick auf die Lehrkraft bzw. auf die jeweils sprechende Person ausgerichtet. Besonders in den ersten Schuljahren in der Grundschule gehört die Lehrperson, neben den Eltern, zu den zentralen Bezugspersonen der Schüler*innen, was sich in der häufigen Suche nach Blickkontakten deutlich zeigt (Kaiser 1998, S. 124). In diesem Zusammenhang erscheint es äußerst interessant, dass bei den Schüler*innen, die eine ausgeprägte Körpersprache in Bezug auf eine positive Zuwendung zum Unterricht zeigen, mögliche Nebenhandlungen, die von einer geringeren Aufmerksamkeit zeugen (z.B. die Beschäftigung mit dem Schreibe- und Schreibzeug), von der Lehrperson unbewusst weniger wahrgenommen werden (Kaiser 1998, S. 118).

Für die Gestaltung eines schüler*innen-aktiven Unterrichts, der die Interessen der Schüler*innen berücksichtigt, ist die Aneignung von Hintergrundwissen zur Bedeutung von Körpersprache für die Lehrperson unerlässlich.

2.4.3 Die Polarisierung der Aufmerksamkeit

Das Wissen über körpersprachliche Ausdrucksweisen in Bezug auf eine konzentrierte und zugewandte Arbeitshaltung hat sich auch Maria Montessori in ihren wissenschaftlichen Be-

obachtungen zunutze gemacht (Labede 2015, S. 101) und findet ebenfalls in der teilnehmenden Beobachtung der vorliegenden Forschungsarbeit ihre Anwendung. Die Pädagogin lebte von 1870 bis 1952 (Knopp und Schwab 1981, S. 189) und gestaltete mit ihren Arbeiten maßgeblich die reformpädagogische Bewegung des 20. Jahrhunderts mit (Meisterjahn-Knebel 2018, S. 273). Wesentlicher Kern der Montessori-Pädagogik ist die Gestaltung „eines kindgerechten Lern- und Lebensraum“ im Sinne einer „vorbereitete[n] Umgebung“, um im autodidaktischem Sinne die eigenständigen Handlungs- und Lernprozesse zu fördern (Ullrich 2008, S. 81 ff.).

Um 1900 entdeckte die Psychologie das Thema „Aufmerksamkeit“ (Prondczynsky 2007; Crary 2002). Im Zuge ihrer ersten pädagogischen Arbeiten entwickelte Montessori ebenfalls ein entsprechendes Interesse an einer Auseinandersetzung (Labede 2015, S. 95). In ihrem Werk „Die Schule des Kindes“ zitierte sie diesbezüglich den Psychologen William James (Prinzipien der Psychologie):

„In der Fähigkeit, ständig eine Aufmerksamkeit zurückzurufen, die vagabundiert und dahin strebt, sich zu zerstreuen, liegt wirklich die Wurzel des Urteils, des Charakters und des Willens; und die Erziehung, der es gelänge, diese Fähigkeit herauszubilden, wäre die Erziehung par excellence.“ (Montessori 2007b, S. 147)

Basierend auf der Beobachtung eines dreijährigen Mädchens, welches sich höchst konzentriert mit bereitgestellten Materialien wiederholend beschäftigte, konzipierte Montessori den Begriff der Polarisation der Aufmerksamkeit. Sie verstand darunter die „Bündelung aller leib-seelischen Kräfte, die dazu führt, dass man sich selbstvergessen in eine Arbeit versenkt“ (Stein 2003, S. 203; Montessori 2007b, S. 69). Damit wandte sie sich von der damals vorherrschenden Vorstellung und Meinung ab, dass die Aufmerksamkeit des Kindes un stetig und unstrukturiert zwischen verschiedenen Interessensobjekten springt (Montessori 2007b, S. 69; Labede 2015, S. 95). Voraussetzung für eine solche Fokussierung der Aufmerksamkeit und einem damit verbundenem Zustand hoher Konzentration ist die Gestaltung einer vorbereiteten Lernumgebung mit pädagogisch angemessenem Arbeits- und Lernmaterialien (Montessori 1994, S. 94, 2007b, S. 72). In einer solchen ansprechenden Umgebung wird das Kind eingeladen, sich spontan auf einen Gegenstand einzulassen, sich wiederholend mit ihm auseinanderzusetzen und in den Zustand der tiefen, fokussierten Konzentration zu gelangen (Helming 1987, S. 53). Durch das völlige Aufgehen in seinem Tun isoliert sich das Kind vollständig von seiner Umwelt und lässt sich von ablenkenden Störungen nicht beeinflussen (Brinkmann 2015,

S. 212). Kindlich unaufmerksames Verhalten, wie es der Psychologe James beschrieb, führte Montessori auf einen unangemessenen und nicht der Entwicklung des Kindes entsprechenden Lernort zurück (Montessori 1972, S. 180 ff.).

Adressatengerechtes Arbeitsmaterial im Sinne der Montessori-Pädagogik muss unterschiedlichen Bedingungen gerecht werden. Der Zustand der Polarisierung kann grundsätzlich nur erreicht werden, wenn das zur Verfügung gestellte Material das Interesse des Kindes anregt, so dass es sich eigenständig und aus freien Stücken für seine Bearbeitung entscheidet und völlig in der Arbeit aufgehen kann (Stein 2003, S. 205; Strecker 2000, S. 9; Montessori 1972, S. 185; Schumacher 2016, S. 45). Darüber hinaus sollte das Arbeitsmaterial geistige und körperliche Aktivitäten miteinander verknüpfen. Die körperlichen Aktivitäten kombinieren immer die händische mit einer umfangreichen, sinnlichen Wahrnehmung (Labede 2015, S. 102; Stein 2003, S. 206). Diesbezüglich schlägt Montessori vor, das Material für den vorgesehenen Handlungsablauf entsprechend vorzustrukturieren. Nur so könne die kindliche Aufmerksamkeit aufrechterhalten werden (Montessori 1974, S. 116 f.). Zusätzlich bewirkt eine Vorstrukturierung eine „Disziplinierung des kindlichen Geistes“ (Labede 2015, S. 103), da das Kind durch den vorgegebenen Handlungsablauf immer wieder gezwungen wird, das eigene Handeln zu überprüfen und entsprechend der Durchführung anzupassen. Durch die geforderte Genauigkeit im Arbeitsprozess wird es immer wieder dazu angeregt, die Aufmerksamkeit zu fokussieren (Montessori 1974, S. 116 f.).¹⁸

„Mit dem Einsetzen der ‚Polarisation der Aufmerksamkeit‘ ist nach Montessori der Keim für eine gelungene pädagogische Praxis in institutionalisierten Erziehungs- und Unterrichtsarrangements gelegt. Ihren Ausführungen folgend kann diese auch als standardisierbarer Arbeitszyklus betrachtet werden, der sich aus drei unterschiedlichen Phasen zusammensetzt: Der Phase der Vorbereitung, der ‚großen Arbeit‘ und der ‚Ruhe‘ oder auch ‚Reflexion‘.“ (Labede 2015, S. 105)

Während der Phase der Vorbereitung bewegt sich das Kind in der vorbereiteten Lernumgebung auf der Suche nach einem Gegenstand, welcher dem eigenen Interesse entspricht

¹⁸ Diese Art der vorstrukturierten Vorgehensweise erfuhr bereits früh durch andere Reformpädagogen, darunter u.a. John Dewey, Kritik. Er entgegnete, dass ein vorgegebener Handlungsablauf lediglich zur Nachahmung verleite und nicht die Möglichkeit für eigene Erfahrungen zuließe (Labede 2015, S. 102 f.). Auf eine detaillierte Auseinandersetzung mit der Kritik an Montessoris Pädagogik wird jedoch an dieser Stelle verzichtet, da die vorliegende Arbeit keine reformpädagogische Abhandlung darstellen soll. Sie bezieht sich lediglich auf den Aspekt der Polarisierung der Aufmerksamkeit im Zusammenhang mit experimentellem Arbeiten im Unterricht.

(Montessori 2007b, S. 96 f., 2007a, S. 48 ff.). Nach der Entscheidung, sich mit einem bestimmten Material auseinanderzusetzen, folgt die Phase der „großen Arbeit“, in der sich das Kind mit hoher Intensität und Ausdauer mit dem gewählten Lerngegenstand beschäftigt. Es befindet sich „auf dem Höhepunkt seiner Aktivität“ (Montessori 2007b, S. 96), der eben nur erreicht werden kann, wenn die oben formulierten Bedingungen für das Arbeitsmaterial eingehalten werden (Labede 2015, S. 106). Mit dem Abschluss der intensiven Arbeitsphase aufgrund eines inneren Sättigungsempfindens (Stein 2003, S. 207) stellt sich bei dem Kind ein Zustand der „Ruhe“ und „Reflexion“ ein. Es blickt auf die eigene Tätigkeit zurück und überdenkt das eigene Tun. Aus diesem Grund wird die dritte Phase auch als „Periode innerer Arbeit“ bezeichnet (Montessori 2007b, S. 102). Die zuvor nach außen, auf das Material gerichtete Aufmerksamkeit verschiebt sich nach innen. Das Kind sortiert die Eindrücke der sinnlichen Wahrnehmung und erlangt aufgrund der Befriedigung des anfänglichen Interesses einen „Zustand innerer Ausgeglichenheit“ (Labede 2015, S. 106; Montessori 2007b, S. 102). Nach der Beendigung des dreiphasigen Arbeitszyklusses orientiert sich abschließend die innere Aufmerksamkeit wieder nach außen und das Kind sucht aktiv den sozialen Austausch mit Anderen (Montessori 2007b, S. 102 f.).

Die unterschiedlichen körpersprachlichen Ausdrucksweisen, die das Kind während eines Arbeitszykluses im Sinne der polarisierten Aufmerksamkeit kommuniziert, können auch wertvolle Hinweise auf das Erleben während der Durchführung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten liefern. Zusätzlich können damit Aussagen über die adressatengerechte Gestaltung des Experimentiersettings sowie über die Akzeptanz der Schüler*innen gegenüber der Unterrichtsgestaltung zugelassen werden.

Bedeutung für den Unterricht

Montessori konnte durch ihre Beobachtungen feststellen, dass „jedemal, wenn eine solche Polarisation der Aufmerksamkeit stattfand, [...] sich das Kind vollständig zu verändern [began]. Es wurde ruhiger, fast intelligenter und mitteilbarer“ (Montessori 2007b, S. 70). Sie erklärte diese Veränderung im Verhalten der Kinder mit der konzentrierten, geistigen und handelnden Aktivität, welche das Ziel verfolgt, das entsprechende Material erfolgreich zu bearbeiten (Montessori 2007b, S. 70). Montessori vergleicht in diesem Zusammenhang den Lernprozess mit einem sich bildenden strukturell geordneten Kristall aus einer ungeordneten gesättigten Salzlösung (Montessori 2007b, S. 70).

Montessori unterstellte dem Kind im Grundschulalter (6-12 Jahre) ein hohes Maß an Neugierde sowie die Bereitschaft, sich neues Wissen aktiv anzueignen (Eckert 2008, S. 119). Der Einsatz von Unterrichtsmaterialien, die nach den Prinzipien Montessoris erstellt wurden, können Grundschüler*innen zu einer intensiven und ausdauernden Beschäftigung mit dem Unterrichtsgegenstand verhelfen. Neben dem kognitiven Wissensaufbau werden auch handelnde Tätigkeiten im Unterricht geübt (Strecker 2000, S. 8). Durch eine herbeigeführte Polarisierung der Aufmerksamkeit im Unterricht kann die intensive aktive Auseinandersetzung zu einer themenbezogenen Interessiertheit sowie zu einem umfassenden Verständnis führen (Montessori 2007b, S. 204). Begleitet wird ein entsprechender Arbeitsprozess mit positiven Emotionen, die den Lerner in seinem Tun bestärken und letztendlich zu einem „aktive[n] Verstehen [führt], das von starken Gemütsbewegungen begleitet ist und das man daher wie ein inneres Erlebnis ‚erspürt‘“ (Montessori 2007b, S. 204). Diese Empfindung begünstigt die Entstehung von „Ausgeglichenheit, Selbstständigkeit, Selbstdisziplin und seelische[r] Gesundheit“ (Schumacher 2016, S. 44) sowie den positiven Ausbau der Ich-Stärke (Stein 2003, S. 204).

Auch wenn in der Institution Schule die Themenauswahl nicht völlig frei von den Schüler*innen getroffen werden kann, so stellen doch handlungsorientierte Experimente im Unterricht eine im Sinne Montessoris vorbereitete Lernumgebung dar. Die Schüler*innen werden auf diese Weise zu einer geistigen und handelnden Auseinandersetzung verleitet und können potentiell den Zustand der Polarisierung der Aufmerksamkeit erleben. „Diese besondere Art der Aufmerksamkeit und Konzentration konnten wir immer wieder bei experimentierenden Kindern beobachten [...]“ (Lück 2018, S. 75). Schüler*innen, die sich konzentriert und intensiv mit Experimentiermaterialien auseinandersetzen, können in der experimentellen Tätigkeit völlig aufgehen und in der Arbeit versinken. Die sich entwickelnde Freude bei einem positiven Abschluss des Experiments trägt zusätzlich zu der Entwicklung von Selbsttätigkeit und Autonomie bei (Lück 2018, S. 154). Vorbereitete Materialien, die zu einem eigenständigen experimentellen Arbeiten führen, können daher als sinnvolle Arbeitsgegenstände für den Einsatz in der Grundschule betrachtet werden. Die in Kap. 2.3.4.2 aufgeführten Anforderungen an Grundschulexperimente unterstützen, auch aus Montessoris Perspektive, ihren unterrichtlichen Einsatz.

2.4.4 Das Flow-Erleben

In der neueren Psychologie werden Phänomene, wie das der polarisierten Aufmerksamkeit unter dem Flow-Begriff zusammengefasst (Bernet 2012, S. 59; Fischer 1999, S. 67) und ergänzt auf diese Weise die körpersprachlichen Beobachtungen der vorliegenden Studie optimal. Die in der Erhebung beobachtete Körpersprache der Schüler*innen, die während der Experimentierereinheit auf eine zugewandte und konzentrierte Arbeitshaltung hindeutet, kann demnach nicht nur einen Zustand der polarisierten Aufmerksamkeit signalisieren, sondern auch Aspekte eines Flow-Erlebens darstellen.

Der amerikanische Psychologe Mihály Csíkszentmihályi prägt maßgeblich die Darstellung des Flow-Erlebens. Er definiert den Ausdruck „Flow“ als das völlige und selbstvergessene Aufgehen in einer Tätigkeit, welche aus einer intensiven Auseinandersetzung mit einer Sache entspringt (Csíkszentmihályi 2008a, S. 58 f.).

„Es tritt dann ein, wenn alle Inhalte des Bewußtseins zueinander und zu den Zielen, die das Selbst der Person definieren, in Harmonie stehen. Solche Zustände bezeichnen wir subjektiv als Vergnügen, Glück, Befriedigung, Freude.“
(Csíkszentmihályi 1995, S. 37)

Csíkszentmihályi beschreibt einen im Flow erlebten Arbeitsprozess als einen einheitlich fließenden Vorgang mit ineinander laufenden Durchführungsschritten, bei dem sich die arbeitende Person im Sinne einer vollkommenen Absorption zeitlich und räumlich kaum von seiner Umwelt zu trennen vermag (Csíkszentmihályi 2008a, S. 59). Die Grenzen zwischen dem Subjekt und seiner räumlichen und zeitlichen Umgebung verschwimmen, so dass sich der Mensch selbst in seiner Tätigkeit vergisst und mit seinem Tun eins wird (Csíkszentmihályi 2008a, S. 61). Csíkszentmihályi bezeichnet diesen Zustand als das „Verschmelzen von Handlung und Bewusstsein“, der das deutlichste Anzeichen eines Flow-Erlebens widerspiegelt (Csíkszentmihályi 2008a, S. 61). „Die Konzentration ist dabei so intensiv, daß keine Aufmerksamkeit übrig bleibt, um an andere, unwichtige Dinge zu denken oder sich um Probleme zu sorgen“ (Csíkszentmihályi 2008b, S. 103). Eine unerlässliche Voraussetzung für das Erleben eines Flows ist die eigene Formulierung von intrinsisch motivierten Handlungszielen, die eine optimale Herausforderung an die individuellen Fähigkeiten stellen. Erst jene können zu einer intensiven Auseinandersetzung mit einer Sache führen (Csíkszentmihályi 1995, S. 43 f., 1992, S. 24). Die idealen Anforderungen an die eigenen Fähigkeiten vermitteln der handelnden Person ein Gefühl der Sicherheit sowie der situativen Kontrolle (Csíkszentmihályi 2008a, S. 69 f.).

Die intrinsisch angestrebten Handlungsziele, die nur mit Anstrengung und Kraft ausgeführt werden können, erzielen im autotelischen Sinne (von griechisch *auto* = selbst und *telos* = Ziel, Absicht) in sich selbst die Belohnung für den Ausführenden (Csíkszentmihályi 2008a, S. 29 f.). Autotelische Aktivitäten können ähnlich eingestuft werden, wie das „Entwerfen oder Entdecken von etwas Neuem“, dem ‚Erkunden eines fremden Ortes‘ und dem ‚Lösen eines mathematischen Problems‘“ (Csíkszentmihályi 2008a, S. 205). Entsprechende Aktivitäten sind mit einer kreativen Problemlösung verbunden. Bei ihrer erfolgreichen Bewältigung können die Personen daher aus der Tätigkeit selbst positive Emotionen, wie z.B. Freude oder Entspannung, empfinden (Csíkszentmihályi 2008a, S. 205). Dagegen werden Zustände der Langeweile oder der Angst vertrieben (Csíkszentmihályi 2008a, S. 58). Die aufgeführten Merkmale fasst Csíkszentmihályi in unterschiedlichen Komponenten zusammen, die das Flow-Erlebnis in seiner Gänze charakterisieren (Rheinberg und Vollmeyer 2019, S. 183 f.).

Flow-Erleben im Unterricht

„Zunächst ist festzuhalten, daß nach dem Flow-Modell intrinsische Lernmotivation dann auftritt, wenn beim Lernen in hohem Maße Flow-Zustände möglich sind. Etwas allgemeiner formuliert ist die Qualität des Erlebens beim Lernen die entscheidende Bedingung dafür, daß ein Schüler sich mit einem Stoffgebiet ohne weitere extrinsische Veranlassung beschäftigt.“ (Csíkszentmihályi und Schiefele 1993, S. 212)

Aus didaktischer Sicht ist daher die Frage besonders interessant, welche Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um im Unterricht bei den Schüler*innen ein Flow-Erleben auszulösen. Die Aufgabe wird dadurch erschwert, dass eine bestimmte Tätigkeit nicht bei allen Menschen in gleichem Maße ein Flow-Erlebnis erzeugen kann (Plöhn 1998, S. 9), da sein Auftreten entscheidend von den persönlichen Empfindungen und Fähigkeiten sowie der individuellen Anstrengungs- und Konzentrationbereitschaft abhängig ist (Plöhn 1998, S. 1).

„Zwar können flow-Erlebnisse nicht mittels ‚Rezept‘ erzeugt oder vorhergesagt werden; doch lassen sich bestimmte Bedingungen nennen, die gemäß der flow-Theorie die Wahrscheinlichkeit eines flow-Erlebnisses erhöhen.

- 1. Das Einsetzen von eigener psychischer Energie*
- 2. Die einzelnen Komponenten des flow-Zustands (im Speziellen die Anpassung von Anforderungen und Fähigkeiten)*
- 3. Andere flow-förderliche Bedingungen“ (Bernet 2012, S. 62)*

Für einen grundsätzlichen Zugang zu einem möglichen Flow-Erlebnis muss psychische Energie aufgewandt werden. Konkret bedeutet dieser Aufwand den Einsatz von fokussierter Aufmerksamkeit auf einen konkreten Gegenstand (Bernet 2012, S. 62). „Damit ist im Grunde gemeint, dass jede Person den Boden für *flow*-Erfahrungen selber fruchtbar machen muss“ (Bernet 2012, S. 62).

Der zweite Aspekt zur Iniziiierung eines möglichen Flow-Erlebens im Unterricht bezieht sich auf die allgemein „unabdingbare [Flow-] Voraussetzung“ in Bezug auf die Passung von Anforderung und Fähigkeit (Bernet 2012, S. 62; Csíkszentmihályi 1995, S. 43 f.). Für dieses Ziel „muß man die Komplexität der Aktivität ständig erhöhen, indem man neue Fertigkeiten entwickelt und sich entsprechend neue Herausforderungen sucht“ (Csíkszentmihályi 1995, S. 44). Dieser Zusammenhang ist zugleich Voraussetzung, als auch charakteristische Komponente eines unterrichtlichen Flow-Erlebens (Bernet 2012, S. 62).

Der dritte Aspekt umfasst all die Bedingungen, die grundsätzlich für das Erleben eines Flows förderlich sind. Dazu gehören die Entwicklung von unterschiedlichen Fähigkeiten sowie die Steigerung der allgemeinen Konzentrationsfähigkeit (Bernet 2012, S. 62). Dabei unterstützt eine positive Rückmeldung durch die Lehrperson die Anstrengungen der Schüler*innen und fördert ein mögliches Flow-Erleben im Unterricht (Plöhn 1998, S. 9).

Die in der vorliegenden Arbeit bereits vielfach thematisierte Orientierung von Unterrichtsmaterialien an den Interessen sowie der Lebenswelt der Schüler*innen steigert zusätzlich, insbesondere in den naturwissenschaftlichen Fächern, die Wahrscheinlichkeit von Flow-Erleben (Csíkszentmihályi und Schiefele 1993, S. 216 f.). Auf diese Weise wird überhaupt erst ermöglicht, „Vergnügen an [...] [einer im handelnden Sinne aktiven] Arbeit zu finden, weil so die Herausforderung erhöht wird, neues Wissen zu gewinnen“ (Csíkszentmihályi und Schiefele 1993, S. 217).

Das Flow-Konzept kann, wie das Phänomen der polarisierten Aufmerksamkeit, ebenfalls auf experimentelle Tätigkeiten im Unterricht übertragen werden und die bereits in Kap. 2.4.3 thematisierte versunkene Arbeitshaltung von Kindern beim Experimentieren zusätzlich erklären (Lück 2018, S. 75). Essentiell für einen erfolgreichen Experimentiervorgang im Sinne eines Flows ist die Orientierung an der Lebenswelt der Schüler*innen. Nur die Iniziiierung einer intrinsischen Motivation kann es schaffen, dass sich die Schüler*innen aktiv mit dem Unterrichtsgegenstand auseinandersetzen. Darüber hinaus ist in diesem Zusammenhang das Üben

von experimentellen Fähigkeiten essentiell. Je besser diese durch einen vielfältigen Einsatz von Experimenten im Unterricht angeeignet werden, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit eines Flow-Erlebens. Die Kinder „befinden [...] sich [dann] in einem Zustand des Glücks – von Langeweile keine Spur“ (Lück 2018, S. 75).

Zusammenfassung: Körpersprache als nonverbales Kommunikationsmittel spiegelt meist unverfälscht (affektive) Reaktionen und Verhaltensweisen wider und drückt damit persönliches Empfinden und / oder Einstellungen in Bezug auf eine soziale Situation aus. Dieser Zusammenhang spielt im Unterricht eine entscheidende Rolle, da somit Lehrer*innen wichtige Informationen über die Arbeitshaltung der Schüler*innen sowie ihre themenbezogene Zugewandtheit bzw. Interessiertheit erhalten können. Die Pädagogin Maria Montessori sowie der Psychologe Mihály Csíkszentmihályi nutzten ebenfalls das Wissen über körpersprachliche Ausdrucksformen in ihren Arbeiten. Sie beschrieben, basierend auf Beobachtungen, das völlige Aufgehen in einer Tätigkeit sowie die daraus resultierenden positiven Emotionen der handelnden Person. Das Wissen zur polarisierten Aufmerksamkeit sowie zum Flow-Erleben unterstützt die Evaluierung der heilpflanzlichen Experimentiereinheiten in der Grundschulpraxis und gibt Rückschlüsse auf die Zugewandtheit bzw. Interessiertheit der Schüler*innen bezüglich (bio-)chemischer Wirkungsweisen ausgewählter heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden.

2.5 Die Gender-Thematik im naturwissenschaftlichen (Sach-) Unterricht

Die im vorherigen Kapitel beschriebenen körpersprachlichen Ausdrucksformen, die auf (affektive) Reaktionen und Verhaltensweisen im (Sach-) Unterricht hindeuten, lassen Aussagen über die Akzeptanz der Schüler*innen gegenüber den heilpflanzlichen Experimentiereinheiten zu. Im Rahmen einer teilnehmenden Beobachtung kann die Körpersprache auch in Abhängigkeit vom Geschlecht aufgezeichnet werden. Verschiedene Studien der Geschlechterforschung konnten aufdecken, dass das Interesse der Mädchen vielmehr den biologischen Themen gilt. Jungen dagegen interessieren sich vor allem für die „harten“ Naturwissenschaften (Lohrmann und Hartinger 2014, S. 278). Die Beobachtung (affektiver) Verhaltensweisen in Abhängigkeit von der Kategorie „Geschlecht“ kann daher vielversprechende Hinweise liefern, ob Mädchen

und Jungen gleichermaßen eine Interessiertheit gegenüber naturwissenschaftlichen Inhalten entwickeln können. Ein gendergerechter Sachunterricht vereint die Interessen der Schüler*innen gleichermaßen. Das Fachgebiet der Naturheilkunde stellt eine vielperspektivische Schnittstelle beider Interessensgebiete dar. Grundsätzlich können Heilpflanzen und naturheilkundliche Methoden offenkundig dem Fachbereich der Biologie zugeordnet werden. Für die wissenschaftliche Erklärung ihrer Wirkungsweise auf den menschlichen Körper sind jedoch auch (bio-) chemische und physikalische Aspekte relevant.

Das Kap. 2.5 liefert einen kurzen Überblick über die theoretischen Grundlagen der Geschlechterforschung. Dazu wird zunächst der „gender“-Begriff definiert und detailliert erläutert (s. Kap. 2.5.1). „Gender“ als soziales Konstrukt beinhaltet das gesellschaftlich akzeptierte, zweigeschlechtliche Kategoriensystem (Gildemeister 2008, S. 167). Die Entstehung dieses Systems im Zuge von Geschlechtersozialisationsprozessen wird in Kap. 2.5.2 vorgestellt. Für die Einordnung der geschlechtsabhängigen Beobachtungen von Verhaltensweisen bei der Durchführung von Experimenten werden abschließend die genderspezifischen Unterschiede im naturwissenschaftlichen (Sach-) Unterricht beschrieben (s. Kap. 2.5.3).

2.5.1 Gender: Definition und Begriffserklärung

Für eine Studie im Rahmen der Geschlechterforschung ist zunächst die grundsätzliche Klärung des Ausdrucks „Gender“ von zentraler Bedeutung. Dieses Kapitel schafft einen Einstieg in die Thematik, führt den gesellschaftlichen Geschlechterbegriff ein und grenzt ihn von seiner biologischen Bedeutung ab. Nur durch eine eindeutige Definition kann ein toleranter, nicht-diskriminierender Umgang mit dem Untersuchungsgegenstand der geschlechtsspezifischen Unterschiede bei der Durchführung von heilpflanzlichen Experimenten funktionieren.

„Geschlecht dient in unserer Gesellschaft als eines der zentralen Ordnungsprinzipien, Geschlecht gliedert unsere Gesellschaft in Männer und Frauen – eine selbstverständliche und häufig notwendig erscheinende Einteilung, die unsere Interaktion, unser Wahrnehmen und Denken strukturiert.“ (Coers 2015, S. 1)

Aus heutiger Sicht handelt es sich bei der Unterteilung in männlich und weiblich um ein „kulturell produziertes Phänomen“ (Hempel und Coers 2015, S. 366). Diesbezüglich herrscht jedoch die fälschliche Annahme, dass die Entstehung dieser Differenz einer natürlichen Quelle entspringt (Gildemeister 2010, S. 139). Basierend auf diesem zweiteiligen Kategoriensystem

werden Mädchen und Jungen aufgrund ihrer Geschlechtszugehörigkeit bestimmte Eigenschaften und Persönlichkeitsmerkmale zugesprochen. Auf diese Weise entstehen Geschlechterunterschiede, die, wenn auch unbewusst, von der Gesellschaft im alltäglichen Zusammenleben eingefordert werden. Darüber hinaus versuchen die einzelnen Geschlechter, ebenfalls zumeist unbewusst, aus sich selbst heraus den ihnen zugewiesenen Charaktereigenschaften zu entsprechen. Die gesellschaftlichen Geschlechterunterschiede, die auf sozialer Konstruktion beruhen, werden unter dem Begriff „geschlechtsspezifisch“ zusammengefasst und vermitteln den Eindruck, dass beide Geschlechter über jeweils unterschiedliche Eigenschaften und Fähigkeiten verfügen (Hempel und Coers 2015, S. 366).

In den 1970er Jahren wurde der Weg geebnet, das Geschlecht von der Natur bzw. von der Biologie zu entkoppeln (Gildemeister 2008, S. 167). Ausschlaggebend für diesen Schritt waren die Studien von Kessler und McKenna (1978), die „Praktiken der Geschlechterkonstruktion von Transsexuellen sowie Mechanismen der Geschlechteridentifikation“ (Coers 2015, S. 1) untersuchten und dabei erstmals herausstellten, dass die Zweiteilung des Geschlechts aus einer rein sozialen bzw. gesellschaftlichen Quelle entspringt (Kessler und McKenna 1978, S. VII). Damit zählt das Geschlecht eines Menschen nicht zu seinen von Natur aus gegebenen Merkmalen, sondern basiert auf „soziale[n] Konstruktionsprozesse[n], die auf gesellschaftlich geteilten Selbstverständlichkeiten beruhen“ (Coers 2015, S. 1 f.). West und Zimmerman (1987) übernahmen diesen Ansatz in ihre Arbeiten und fassten die Ergebnisse unter dem bereits genannten Begriff „Doing gender“ zusammen (Coers 2015, S. 2; West und Zimmerman 1987). Der Ausdruck „Doing“ bezieht sich dabei auf etwas „Gemachtes“ im Sinne der sozialen Geschlechtskonstruktion. Geschlecht ist also weder „etwas, das wir haben“ oder „etwas, das wird“, sondern vielmehr „etwas, das wir tun“ (Mühlen-Achs 1998, S. 21). Für die sprachliche Differenzierung wurden die beiden Begriffe „sex“ und „gender“ in den Kontext der Geschlechterforschung mit aufgenommen (Riegraf 2010, S. 61). Die Benennung „sex“ definiert in diesem Zusammenhang das „körperliche Geschlecht“ (Gildemeister 2008, S. 167). „Darunter [werden] Anatomie, Physiologie, Morphologie, Hormone und Chromosomen eines Menschen gefasst“ (Riegraf 2010, S. 61). Demgegenüber steht die Bezeichnung „gender“ als Ausdruck des „soziale[n] Geschlecht[s]“, das der sozialen und kulturellen Konstruktion entspringt (Gildemeister 2008, S. 167). „Der Begriff gender richtet[...] sich auf soziale Verhaltensweisen, die als typisch männlich und typisch weiblich gelten“ (Riegraf 2010, S. 61). Durch inhaltliche sowie sprachliche Trennung von „sex“ und „gender“ werden vordergründig Unterschiede im Geschlecht

nicht mehr als natürlich und unveränderlich betrachtet. Damit können Benachteiligung bzw. Bevorzugung aufgrund des körperlichen Geschlechts, z.B. in Politik und Wirtschaft, erklärt werden (Riegraf 2010, S. 61). Nicht „der Unterschied“ konstituiert die Bedeutung, sondern die Bedeutung die Differenz“ (Gildemeister 2010, S. 137). Trotzdem besteht mit der sex-gender-Einteilung weiterhin die Gefahr, „Unterschiede zwischen den Geschlechtern nach wie vor auf Naturhaftigkeit reduzier[en]“ zu können (Coers 2015, S. 2). Um diesen „heimlichen Biologismus“ (Gildemeister 2010, S. 138) zu überwinden, wurde von West und Zimmerman eine Neufassung der sex-gender-Unterteilung formuliert. Eine weitere dritte Kategorie trägt „der Selbstbezüglichkeit (Reflexivität) Rechnung [...] und [kommt] ohne ‚natürliche‘ Vorgaben“ aus (Gildemeister 2010, S. 138). Die Kategorie „sex“ bezieht sich dabei noch stärker auf biologische Kriterien, die einer gemeinsamen Vereinbarung und damit eindeutigen Zuordnung unterliegen. Wie bereits beschrieben, bezieht sich der „gender“-Begriff auf die sozialen Interaktionsprozesse und umfasst die geschlechtstypischen Eigenschaften, die von einer bestimmten Geschlechtskategorie als gesellschaftlich angemessen und typisch empfunden werden (Gildemeister 2010, S. 138). Die dritte neue „sex-category“ umfasst „die soziale Zuordnung zu einem Geschlecht im Alltag aufgrund der sozial geforderten Darstellung einer erkennbaren Zugehörigkeit zur einen oder anderen Kategorie. Diese muss der Geburtsklassifikation nicht entsprechen“ (Gildemeister 2010, S. 138). Mit dieser Neufassung reduziert sich die mögliche Gefahr, dass, je nach Auslegung der Begriffe, einige Eigenschaften und Fähigkeiten weiterhin dem körperlichen Geschlecht zugeordnet werden können. Entsprechende Merkmale werden der „sex-category“ untergeordnet und entziehen sich somit eines natürlichen Ursprungs (Gildemeister 2010, S. 138). „Sie bewahrt vor dem Missverständnis, Geschlecht sei etwas, was ein Individuum ‚hat‘ und das im alltäglichen Handeln nur seinen Ausdruck findet“ (Gildemeister 2010, S. 138).

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird der Begriff „gender“ als Ausdruck eines sozialen und gesellschaftlichen Konstrukts verwendet. In diesem Zusammenhang werden Beobachtungen von (affektiven) Verhaltensweisen und anderen Merkmalen den männlichen Schülern bzw. den weiblichen Schülerinnen zugeordnet.¹⁹

¹⁹ Für die empirische Forschung, die sich u.a. auf dem Gebiet der Genderproblematik bewegt, gilt stets zu berücksichtigen, „dass die Forschenden selbst in das zweigeschlechtliche Kultursystem und die damit verbundenen Denktraditionen eingebunden sind“ (Hempel und Coers 2015, S. 367).

„Der Gebrauch der Bezeichnung ‚geschlechtsspezifisch‘ ist in der Praxis wie auch im wissenschaftlichen Diskurs durchaus üblich, muss theoretisch aber als problematisch angesehen werden. Der Begriff unterstellt, dass es eindeutige Differenzen zwischen den Geschlechtern gäbe und damit die Möglichkeit, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Verhaltensweisen, Eigenschaften u.ä. jeweils einem der beiden Geschlechter genau zuzuordnen.“ (Hempel 2007, S. 372)

In Ermangelung anderer Begrifflichkeiten bedient sich die vorliegende Studie dennoch an diesem zweiteiligen Kategoriensystem. In diesem Zusammenhang geht es keinesfalls darum, den Schüler*innen auf unreflektierte Weise klischeehafte Verhaltensweisen, Fähigkeiten oder Eigenschaften zuzusprechen. Vielmehr sollen in der Erhebung durch eine reflektierte Beobachtung des Experimentiererlebens und der damit verbundenen Arbeitsweise, in Abhängigkeit von der Gender-Kategorie, mögliche Unterschiede und / oder Gemeinsamkeiten aufgedeckt werden.²⁰ Das Ziel ist die Gestaltung von Experimentiereinheiten, die beide gesellschaftlichen Geschlechter gleichermaßen ansprechen. Die Kenntnis über das biologische Geschlecht ist für diese Erhebung irrelevant.

2.5.2 Geschlecht und Sozialisation

Die Definition des „gender“-Begriffs zeigt, dass mit dieser Kategorie gesellschaftliche Unterschiede von ‚männlich‘ und ‚weiblich‘ einhergehen. Diese Tatsache führt zu der Frage, „wie die ‚Unterschiede‘ entstehen und wie der Prozess der Geschlechtersozialisation in unserem kulturellen System der Zweigeschlechtlichkeit verläuft“²¹ (Hempel und Coers 2015, S. 367). Basierend auf diesen Prozessen erklären sich ebenfalls die allgemeine Entstehung geschlechtsspezifischer Unterschiede in der Schule sowie speziell bei der Durchführung heilpflanzlicher Experimentiereinheiten in Bezug auf eine zugewandte und konzentrierte Arbeitshaltung.

Der individuelle Sozialisationsprozess setzt bereits mit der Geburt ein, bei dem der Mensch aufgrund seiner primären Geschlechtsmerkmale einem der beiden Geschlechter zugeordnet

²⁰ In der vorliegenden Arbeit wird in Bezug auf die Geschlechtereinteilung auf die dritte Kategorie „divers“ verzichtet. Dieses Vorgehen resultiert nicht aus einer Ignoranz, sondern ergibt sich aus dem zu interessierenden Forschungsgegenstand in Bezug auf die unterschiedlichen Verhaltensweisen von Schülern und Schülerinnen im naturwissenschaftlichem Sachunterricht.

²¹ Der Begriff der „Sozialisation“ beschreibt die individuelle Entwicklung der Persönlichkeit in einer Gesellschaft nach bestimmten geltenden sozialen Ordnungskriterien. Dabei stehen Gesellschaft und Individuum in einem wechselseitig wirkenden Abhängigkeitsverhältnis. Ziel von Sozialisationsprozessen ist die Teilhabe am sozialen, kulturellen sowie gesellschaftlichen Leben (Niederbacher und Zimmermann 2011, S. 15).

wird (Coers 2015, S. 4). Damit beginnt ein „lebenslange[r]“ sowie „fortwährende[r] Sortierungsvorgang“ (Herwartz-Emden et al. 2012, S. 68). Infolgedessen besitzt die geburtliche Geschlechtszuweisung wie kein anderes Merkmal einen erheblichen Einfluss auf die eigene Sozialisation (Niederbacher und Zimmermann 2011, S. 159). An das Individuum werden lebenslanglich geschlechtsabhängige Erwartungen bezüglich Verhaltensweisen und Handlungsformen in der Interaktion mit Anderen herangetragen (Bilden 2002, S. 281; S. 290 f.). Auf diese Weise wird die gendertypische Lebensart erlernt und es entwickelt sich die Erkenntnis, „was mit dem *Männlich-* oder *Weiblichsein* verbunden ist“ (Coers 2015, S. 4). Zu Beginn der individuellen Entwicklung gilt das alltägliche, familiäre Leben und die damit verbundene soziale und kulturelle Umgebung, in die ein Mensch hineingeboren wurde, als entscheidender Faktor des „Doing gender“-Phänomens (Faulstich-Wieland 2000, S. 223, 2008, S. 241). Durch die bewusste Übernahme von gendertypischen Verhaltensmerkmalen erfahren Kinder daher bereits früh eine entsprechende gesellschaftliche Bestätigung in der eigenen Geschlechtsidentität und fühlen sich ihrem Geschlecht zugehörig. Entscheidend für die Bestätigung ist die Erkennung des Geschlechts, welches von dem Individuum auch bewusst verkörpert wird. Bei einem solch linear verlaufendem Sozialisationsprozess erfahren die Kinder eine konstante Sicherheit in ihrem Auftreten (Faulstich-Wieland 2008, S. 241 f.). Darüber hinaus werden rückwirkend, durch die gesellschaftliche Bestätigung, Informationen gesammelt, welche geschlechtstypischen Eigenschaften aus der jeweiligen kulturellen Sicht als typisch oder als untypisch eingestuft werden (Hagemann-White 1984, S. 12). Auf diese Weise trägt sich die Zweigeschlechtlichkeit in der Gesellschaft selbst weiter (Bilden 2002, S. 291).

Die gesellschaftliche Bestätigung von geschlechtsspezifischen Verhaltensweisen und Handlungsformen beruht auf der Existenz von Geschlechterstereotypen (Coers 2015, S. 5). Diese werden als „kognitive Strukturen [definiert], die sozial geteiltes Wissen über die charakteristischen Merkmale von Frauen und Männern enthalten“ (Eckes 2010, S. 178). Die vordergründig charakteristischen Geschlechtsmerkmale beruhen auf sozialen Erfahrungen eines Kulturkreises, die häufig verzerrter Natur sind, jedoch einen Funken objektiver Wahrheit in sich tragen. Oft entwickeln sich auch vorherrschende Vorurteile zu Geschlechterstereotypen (Degner et al. 2009, S. 76).

Coers (2015) fasst drei verschiedene Faktoren zusammen, die auf die Sozialisation von Geschlecht einen besonderen Einfluss nehmen (Coers 2015, S. 5 f.):

1. Kinder entfalten bereits in frühen Entwicklungsphasen „*vergeschlechtliche Persönlichkeitsstrukturen*“ (Coers 2015, S. 5). Diese entstehen durch die Interaktion mit den gleich- bzw. gegengeschlechtlichen Erziehungsberechtigten als primäre Bezugspersonen (Connell 2013, S. 147).
2. Wie bereits beschrieben, bestimmt das bei der Geburt zugeteilte Geschlecht den individuellen Sozialisationsprozess maßgeblich. Geschlechtstypisches Rollenverhalten wird von Lebensbeginn an erwartet und meist unbewusst vom Individuum inszeniert (Trautner 2006, S. 109). Die gesellschaftliche Bestätigung zeigt sich durch die Reaktion der Mitmenschen als „*unterschiedliche [gendertypische] Behandlungsmuster*“ (Coers 2015, S. 5).
3. „*Männliche und weibliche Verhaltensmodelle in der (sozialen) Umwelt*“ (Coers 2015, S. 5) beeinflussen als dritter Faktor die Geschlechtersozialisation (Trautner 2006, S. 109). Jeder Kulturkreis besitzt unterschiedliche Informationen darüber, wie eine Frau bzw. ein Mann sich zu verhalten haben. Diese Verhaltensmodelle erlernt das Individuum im gesellschaftlichen Zusammenleben und übernimmt sie meist oft unbewusst (Trautner 2006, S. 110).

Geschlechtersozialisation in der Schule

Die Institution Schule unterstützt durch zwischenmenschliche Interaktionsprozesse im Unterricht ebenfalls, oft auch unbewusst, „Doing gender“-Prozesse und schürt damit die Entstehung bzw. Aufrechterhaltung geschlechtstypischer Unterschiede (Hempel und Coers 2015, S. 367). In sozialen Situationen entstehen immer dann Interaktionen, wenn mind. zwei Personen aufeinandertreffen, die „sich wechselseitig wahrnehmen und aufeinander reagieren (können)“ (Gildemeister 2010, S. 138). Schulische „Doing gender“-Prozesse äußern sich vor allem durch unterschiedliche geschlechtsabhängige Anforderungen, die an die Schüler*innen gestellt werden. Die Akzeptanz bestimmter Verhaltensweisen von Mädchen und Jungen geht ebenfalls damit einher (Faulstich-Wieland und Horstkemper 2012, S. 28). Zahlreiche Studien belegen, dass im Schulalltag die Auswirkungen des Merkmals „Geschlecht“ erheblich sind (Hempel und Coers 2015, S. 367). Die unterschiedlichen Interaktionsprozesse zwischen Lehrpersonen und Schüler*innen sowie zwischen den Schüler*innen untereinander, treiben die unterrichtlichen „Doing gender“-Prozesse maßgeblich voran. In diesem Zusammenhang übermitteln vor allem Lehrpersonen geschlechtstypische Verhaltenserwartungen an die Schüler*innen. Darüber

hinaus erfahren einige Fachbereiche eine geschlechtertypische Zuordnung in Jungen- und Mädchenfächer (Budde 2010, S. 42).

„Unterricht muss daher immer die sozialisationsbedingten Differenzen sowie Konstruktionsprozesse von Geschlecht unter dem Individualisierungs- und Differenzierungsaspekt berücksichtigen, diese aber nicht als ‚naturegegeben‘ und unveränderlich betrachten oder gar verstärken.“ (Hempel und Coers 2015, S. 368)

Vor diesem Hintergrund wird Unterricht auch die wichtige Aufgabe übertragen, die Schüler*innen zu einer kritischen Reflexion bezüglich der gesellschaftlichen Genderproblematik anzustoßen (Hempel und Coers 2015, S. 367). Aus fachdidaktischer Sicht erscheint es daher sinnvoll, zusammen mit den Schüler*innen die Prozesse der Geschlechtersozialisation, in Bezug auf die erwarteten Verhaltensweisen und Handlungsformen, zu thematisieren „und die ‚geschlechtertypischen‘ Verhaltens- und Denkmuster als Resultat dieses Prozesses verständlich zu machen“ (Hempel und Coers 2015, S. 368). Spätestens mit dem Erreichen des Grundschulalters sind die Kinder mit den ihnen vorgelebten geschlechtsabhängigen Verhaltens- und Denkprozessen vertraut und haben diese in ihr alltägliches Leben übernommen (Coers 2015, S. 6). Sie sind sich ihres eigenen, unveränderlichen Geschlechts bewusst (Lohaus und Vierhaus 2019, S. 231).

2.5.3 Genderspezifische Unterschiede im naturwissenschaftlichen (Sach-) Unterricht

Durch den fortgeschrittenen Sozialisationsprozess des Geschlechtermerkmals bis zum Grundschulalter werden zu diesem Zeitpunkt die differenten Verhaltensweisen auch im Unterricht deutlich (Hagemann-White 1984, S. 63 ff.). Damit zeigen sich genderspezifische Divergenzen ebenfalls in den MINT-Fächern durch „deutliche Interessensunterschiede und unterschiedliche Wahrnehmungsmuster“ (Hempel 2007, S. 375). Die Durchführung heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Experimentiereinheiten als Bestandteil des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts birgt damit ebenfalls die Gefahr des potentiellen Auftretens geschlechtsspezifischer Reaktionen und Verhaltensweisen. Diese können auf geschlechtsuneinheitliche Akzeptanzen gegenüber Experimenten zur Wirkungsweise von Naturheilverfahren hinweisen. Die grundsätzlich im MINT-Bereich vorkommenden, bereits in unterschiedlichen Studien untersuchten Gender-Differenzen werden im Folgenden vorgestellt.

Mädchen unterschätzen ihre naturwissenschaftlich-mathematischen Kompetenzen, während die Jungen eher zu einer Überschätzung neigen (Biester 1992, S. 163 f.; Fend 1997, S. 368 f.; Zeinz und Köller 2006, S. 186 ff.). Aus der Unterschätzung resultiert bereits im Grundschulalter beim naturwissenschaftlichem Lernen „eine stärkere Leistungsängstlichkeit und ein geringeres Zutrauen bei Mädchen“ (Heinzel und Prengel 2014, S. 202). Außerdem kann eine generell negative subjektive Einstellung gegenüber MINT-Fächern entstehen (Hannover und Bettge 1993, S. 18). Diese ablehnende Haltung gegenüber den Naturwissenschaften entwickelt sich u.a. aus fehlenden weiblichen Vorbildern. Die Angst als „unweiblich“ bzw. männlich zu gelten, wenn z.B. ein MINT-Beruf ergriffen wird, erscheint Mädchen besonders groß (Hannover und Bettge 1993, S. 27 ff.).

Die unterschiedliche Einschätzung der eigenen naturwissenschaftlichen Leistungsfähigkeit spiegelt sich auch in internationalen Leistungsvergleichsstudien durch bessere Leistungen der Jungen in Chemie und Physik wider (z.B. TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study) (Wendt et al. 2016b; Reilly et al. 2019, S.37 ff.). Die Mädchen erzielten dagegen eher positive Resultate im Fach Biologie (Lohaus und Vierhaus 2019, S. 223). Ein entsprechender Leistungsunterschied ließ sich jedoch nicht in allen Ländern nachweisen, was auf unterschiedlichen Einflüssen von Gesellschaft und Kultur beruht (Hempel und Coers 2015, S. 368) und offensichtlich darauf hindeutet, dass die ermittelten Unterschiede nicht natürlichen Ursprungs sein können (Wendt et al. 2016c, S. 277 f.) (s. Kap. 2.5.1). Entsprechende Studien bergen „die Gefahr der Reproduktion stereotyper Vorstellungen“, da sie die unterschiedlichen Leistungsniveaus und Lernvoraussetzungen in Abhängigkeit vom „gender“-Begriff immer wieder stark in den Fokus rücken (Hempel und Coers 2015, S. 368). Bei der Durchführung von Erhebungen in Abhängigkeit vom Geschlecht muss dieser Zusammenhang daher immer wieder reflektiert und berücksichtigt werden.

Die Erforschung genderbezogener Fragestellungen im unterrichtlichen Kontext basiert auf unterschiedlichen Studien. Vor allem im Bereich der Sekundarstufe I wurde eine Vielzahl an Erhebungen durchgeführt, die auch auf den Bereich der Sachunterrichtsdidaktik bezogen werden können (Kaiser 2012a, S. 261). Ein Beispiel stellt die Kieler Delphi-Studie dar, deren Ergebnisse die bereits erwähnten genderbezogenen Interessensunterschiede im MINT-Bereich untermauern (Hoffmann 1989, S. 202 ff.).

„Mädchen zeigen relativ hohes Interesse an Naturphänomenen sowie Phänomenen, die mit der sinnlichen Wahrnehmung zu tun haben. Der Bezug zum Menschen, soziale Implikationen, die praktische Anwendbarkeit sowie die Anbindung an alltägliche Erfahrungen haben für sie hohe Bedeutung. Beispielsweise Humanbiologie, medizinische Anwendungen oder Naturphänomene als Kontext für die Erarbeitung physikalischer Inhalte sowie Themen der Gesundheit oder Umwelt würden den Interessen der Mädchen und Jungen entgegen kommen.“
(Hoffmann 1997, S. 45)

Eine Kontextorientierung im naturwissenschaftlichen Fachunterricht kann bei Schülerinnen eine interessierte Grundhaltung erzeugen. Hoffmann schlägt dazu vor, die gesellschaftliche Bedeutung naturwissenschaftlicher Inhalte hervorzuheben sowie an die Erfahrungswelt der Schülerinnen anzuknüpfen (s. Kap. 2.3.2) (Hoffmann und Lehrke 1986, S. 201 f.). Insbesondere die Unterrichtsinhalte, die sich lediglich mit Formeln und Gesetzen beschäftigen und ohne Kontext oder konkretes Naturphänomen vermittelt werden, wirken dem Aufbau von naturwissenschaftlichem Interesse entgegen (Hoffmann 1997, S. 43 f.). Der Wunsch nach Kontextualisierung spiegelt sich auch in den Lernstrategien der Schüler*innen wider: Mädchen lernen meist mit Hilfe von Memorierstrategien, wogegen Jungen häufiger Elaborationstaktiken anwenden. Die Mädchen versuchen stets neu gelernte Fachinhalte in einen Alltagsbezug einzubetten und sie dadurch mit ihrer Lebenswelt und damit verbundenen, bereits gelerntem Wissen zu verknüpfen (Schneeberger und Petanovitsch 2004, S. 14).

In der oben erwähnten TIMS-Studie erzielten die Mädchen, im Vergleich zu den Jungen, bessere Leistungen im Fach Biologie (Reilly et al. 2019, S. 37 ff.). Das positive Ergebnis ist vermutlich auf das biologisch ausgerichtete Interesse der Mädchen zurückzuführen. Die Verknüpfung chemischer oder physikalischer Fachinhalte mit biologischen Aspekten, z.B. mit dem menschlichen Körper, kann dazu ausgenutzt werden, die Bereitschaft zu erhöhen, sich mit den „harten“ Naturwissenschaften auseinanderzusetzen (Lohrmann und Hartinger 2014, S. 278). Das Fachgebiet der (bio-) chemischen Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden stellt einen entsprechenden interdisziplinären Ansatz dar. Eine Thematisierung im Unterricht verbindet offenkundig biologische Phänomene mit chemisch-physikalischen Aspekten, die die Auswirkungen von Inhaltsstoffen unterschiedlicher Heilpflanzen auf den menschlichen Körper erklären. Auf diese Weise wohnt heilpflanzlichen Experimentiereinheiten die grundsätzliche Möglichkeit inne, einen gendergerechten Sachunterricht zu gestalten.

Neben bestehenden genderbezogenen Interessensunterschieden schreiben Mädchen und Jungen sich eine unterschiedlich hohe Ausprägung an naturwissenschaftlichen Kompetenzen zu. Wie bereits erläutert wurde, unterschätzen sich Mädchen meist und verlieren an Selbstvertrauen. Darüber hinaus unterstützt eine geringere Erwartungshaltung durch die Lehrperson gegenüber den Schülerinnen die Abnahme des eigenen naturwissenschaftlichen Selbstbewusstseins maßgeblich. Die Begleitforschung einer Reformschule in Kassel konnte diese Zusammenhänge bestätigen (Thies und Röhner 2000, S. 138 f.).

„Die beobachteten Mädchen unterschätzen ihre technische Kompetenz zugunsten einer ‚Ich-kann-nicht-Haltung‘ [...]. Dagegen finden die beobachteten Jungen in ihrer Arbeit Selbstbestätigung.“ (Thies und Röhner 2000, S. 138 f.) *„Mädchen definieren sich im Spiegel der männlichen Terrainbesetzung bereits vorab als nicht kompetent und werden in ihrer Einschätzung durch die Lehrerin bestätigt.“* (Thies und Röhner 2000, S. 176)

Die beschriebenen Merkmale reproduzieren selbst die Sozialisation von Genderstereotypen und sind darüber hinaus besonders für die Entwicklung derjenigen Schüler*innen problematisch, die „geschlechtsunstereotype[...]“ Interessen und Verhaltensweisen zeigen (Thies und Röhner 2000, S. 147). Thies und Röhner sprechen sogar von einer strukturellen Benachteiligung, insbesondere von Mädchen und Frauen (Thies und Röhner 2000, S. 16). Durch die eigene Unterschätzung naturwissenschaftlicher Kompetenzen übernehmen die Mädchen in unterrichtlichen Handlungsformen (z.B. beim Experimentieren) meist eine Helferrolle. Sie überlassen den Jungen die aktive Durchführung der Tätigkeit und unterstützen sie lediglich bei der Ausführung (Budde et al. 2008, S. 244).

Die Ursache der genderspezifischen Entwicklung von Interesse und Selbstvertrauen im Kontext naturwissenschaftlicher Fachinhalte im Verlauf der weiterführenden Schule beruht nicht auf einer entsprechenden Gestaltung des Sachunterrichts, sondern die Gründe sind außerschulischer Natur zu suchen. Mädchen und Jungen sammeln außerhalb der Schule durch die individuelle Auseinandersetzung mit Naturwissenschaften bereits unterschiedliche Vorerfahrungen, welche zu einem möglichen Interessensaufbau beitragen und den Anschluss an Inhalte des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts erleichtern können (Blumberg et al. 2008, S. 61). Vor allem Jungen sammeln in ihrer Freizeit umfangreiche Vorkenntnisse im Umgang mit Werkzeugen oder anderen technischen Spielzeugen (Hoffmann 1996, S. 116 f.).

Eine zentrale Tätigkeit im naturwissenschaftlichem (Sach-) Unterricht stellt das handlungsorientierte Experiment dar. Prechtl konnte in seiner Studie (2005) zeigen, dass beim Experimentieren die Mädchen meist die bereits angesprochene passive Helferrolle einnehmen und durch Hilfestellungen, z.B. in Bezug auf Sicherheit, die aktive experimentelle Arbeit der Jungen unterstützen (Prechtl 2005, S. 286). In diesem Zuge übernehmen sie außerdem die bei den Jungen eher unbeliebte Aufgabe der schriftlichen Fixierung der Beobachtungen (Heinicke et al. 2016, S. 159). Die Durchführung des Experiments durch die Jungen zeichnet sich oft durch ein offensives und exploratives Vorgehen aus, welches sich nicht exakt an der vorgegebenen Experimentieranleitung orientiert (Heinicke et al. 2016, S. 159). Wird das Experiment jedoch von Mädchen bearbeitet, tasten sie sich zunächst zögerlich an das Experimentiersetting heran, indem sie die vorgegebenen Durchführungsschritte exakt und gewissenhaft befolgen (Heinicke et al. 2016, S. 159). Bei einem positiven Experimentierergebnis kommunizieren Jungen häufig lautstark ihren Erfolg. Sie sprechen ihrem eigenen Tun ein hohes Maß an Bedeutung bei. Eine entsprechende positive emotionale Äußerung kann bei Mädchen eher selten beobachtet werden (Heinicke et al. 2016, S. 160). Obwohl die Mädchen die Durchführung sehr gewissenhaft und aufmerksam befolgen, sinkt im Verlauf der Experimentiertätigkeit das Interesse immer weiter ab: In Bezug auf die Erklärung eines Experiments ist das Interesse der Jungen deutlich stärker ausgeprägt (Herget et al. 2004, S. 56). Dabei kann jedoch eine Interventionsstudie von Hannover und Bettge (1993) belegen, dass sich auch Schülerinnen für naturwissenschaftliche Fachinhalte interessieren, „wenn es gelingt, den Umgang mit Naturwissenschaften und Technik für sie zu einem positiven Erlebnis zu machen“ (Hannover und Bettge 1993, S. 158). Unterschiedliche Möglichkeiten, wie eine hohe Kontextorientierung oder die Verknüpfung mit Inhalten der belebten Natur, wurden oben bereits vorgestellt. Wie schon erwähnt, bieten heilpflanzliche Experimentiereinheiten die grundsätzliche Möglichkeit, interdisziplinär durch die Verknüpfung unterschiedlicher Fachdisziplinen zu arbeiten. Inwiefern die allgemein beschriebenen geschlechterspezifischen Unterschiede im Bereich der Naturwissenschaften auch speziell im Rahmen der Durchführung heilpflanzlicher Experimentiereinheiten beobachtet werden können, ist u.a. Teil des Forschungsinteresses der vorliegenden Studie.

Bei der Betrachtung aller Unterschiede und Differenzen zwischen den Geschlechtern darf jedoch nicht vergessen werden, dass „die interindividuellen Unterschiede in den jeweiligen Geschlechtergruppen oft größer sein können als zwischen den Geschlechtern“ (Hempel und Coers 2015, S. 368). Durch die Vermeidung starrer Rollenklischees sowie genderspezifischen

Erwartungshaltungen sollen allen Schüler*innen alle Lernwege, unabhängig von ihrem Geschlecht, zur Verfügung stehen. Für die optimale Unterstützung im Lernprozess ist der individuelle Blick auf die Schüler*innen deutlich entscheidender (Kaiser 2012a, S. 265). „Gerade die stereotype Sozialisierung und damit Polarisierung schränkt Mädchen und Jungen gleichermaßen ein, die gesellschaftlich definierten Grenzen an Denk- und Verhaltensweisen zu überschreiten“ (Kaiser 2012a, S. 265 f.).

Zusammenfassung: Geschlechtsspezifische Unterschiede basieren auf sozialen Konstruktionsprozessen der Gesellschaft und entstammen damit nicht eines natürlichen Ursprungs. Bereits die Schüler*innen der Grundschule sehen sich mit entsprechenden Rollenerwartungen konfrontiert. Durch bestimmte Verhaltensweisen versuchen sie, diesen Erwartungen, oft auch meist unbewusst, gerecht zu werden.

Auffallend divergente geschlechtsbezogene Differenzen zeigen sich u.a. im MINT-Bereich. Insbesondere die Chemie sowie die Physik gelten als „Jungenfächer“ und regen durch eine meist fehlende Kontextorientierung im Unterricht das Interesse der Mädchen weniger an. Schülerinnen begeistern sich eher für Fachinhalte der belebten Natur, da hier der Lebensweltbezug augenscheinlich deutlicher gegeben ist. Die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten ermöglichen einen interdisziplinären Blick auf die unterschiedlichen MINT-Fächer. Für die wissenschaftliche Erklärung der Wirkungsweise von heilpflanzlichen Inhaltsstoffen auf den menschlichen Körper müssen sowohl biologische, als auch chemisch-physikalische Aspekte herangezogen werden. Auf diese Weise wohnt den heilpflanzlichen Experimentiereinheiten die grundsätzliche Möglichkeit inne, die Interessen beider Geschlechter anzusprechen und somit einen gendergerechten sowie vielperspektivischen Sachunterricht zu ermöglichen.

2.6 Die Kernaspekte der theoretischen Grundlagen in Bezug zur Untersuchung

Die vorherigen Kapitel haben die theoretischen Grundlagen für die Planung und Durchführung der Untersuchung geliefert. Ein Blick in bereits vorhandene heilpflanzliche Unterrichtsinhalte für die Grundschule konnte zeigen, dass noch keine Experimentiereinheiten vorliegen, die die

(bio-) chemische Wirkungsweise heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden auf den menschlichen Körper thematisieren. Aus diesem Grund wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf fachdidaktisch fundierter Grundlage entsprechende handlungsorientierte Experimente entwickelt und anschließend in der Praxis erprobt und evaluiert. Der grundsätzliche Einsatz von Experimenten im naturwissenschaftlichem Sachunterricht begründet sich aus entwicklungspsychologischer Sicht mit dem von Erikson beschriebenen Werksinn.

Die Herausforderung bestand vor allem darin die wissenschaftlichen Hintergründe aus den Fachgebieten der (Bio-) Chemie und der Physik sowie die jeweiligen Experimentiersettings adressatengerecht aufzubereiten. Daher spielten bei der Experimentierentwicklung die Merkmale der didaktischen Reduktion eine entscheidende Rolle. Die in diesem Zuge erstellten Vermittlungsmöglichkeiten fachlicher Inhalte, z.B. in Form von Modellen oder animistischer Darstellungsformen, mussten ebenfalls diesen Ansprüchen genügen. Darüber hinaus bestimmten die grundlegenden Anforderungen an Grundschulexperimente maßgeblich die Entwicklung und Gestaltung der experimentellen Einheiten mit.

Durch den Einsatz in unterschiedlichen Grundschulklassen wurden die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimente erprobt und evaluiert. Aussagen über die Akzeptanz durch die Schüler*innen können ihre Verhaltensweisen und Reaktionen bei der experimentellen Tätigkeit liefern. Dazu vermittelt die Körpersprache in Bezug auf die Art und Weise des Tuns wertvolle Hinweise zur Affektivität.

Die Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden auf den menschlichen Körper vereint biologische Phänomene mit chemisch-physikalischen Aspekten in einem vielperspektivischen Sinne. Daher wohnt den Experimentiereinheiten die grundsätzliche Möglichkeit inne, beide Geschlechter gleichermaßen zu interessieren und eine positive Zuwendung zu naturwissenschaftlichen Inhalten zu erzeugen. Aus diesem Grund erfolgte im Zuge der Evaluierung auch die Beobachtung (affektiver) Reaktionen in Abhängigkeit vom Geschlecht.

Im nachfolgenden Kapitel werden der grundlegende Aufbau der empirischen Erhebung sowie die in diesem Zusammenhang eingesetzten Untersuchungsmethoden vorgestellt. Ebenso erfolgt eine detaillierte Beschreibung der einzelnen fachlichen Hintergründe der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten.

3 Empirische Untersuchung

Die theoretischen Grundlagen tragen als Fundament den Kern der vorliegenden Arbeit. Jener liegt in der empirischen Untersuchung, welche sich in drei zeitlich abgegrenzte Phasen einteilen lässt (s. Abb. 4). Zu Beginn stand die Entwicklung von neuen Experimentiereinheiten im Mittelpunkt, welche anschließend in einer ersten explorativen Voruntersuchung durch eine teilnehmende Beobachtung getestet wurden. Beruhend auf dieser Vorevaluation konnte Unterrichtsmaterial optimiert werden, welches in Unterrichtsentwürfen für die folgenden drei empirischen Hauptuntersuchungen mündete. Das verwendete qualitative Untersuchungsdesign sowie das detaillierte methodische Vorgehen sollen im Folgenden begründet dargestellt werden. Die Erhebung wurde an konkret formulierten Forschungsfragen orientiert, so dass ein sinnstiftender und zielführender Untersuchungsgegenstand die empirische Studie leitete.



Abb. 4: Zeitlicher Ablauf der empirischen Untersuchung. [*Aufgrund der beginnenden Corona-Pandemie im Frühjahr 2020 konnte die geplante Follow Up-Phase der dritten empirischen Phase nicht stattfinden.]

3.1 Eine Untersuchung der qualitativen Sozialforschung

Bei der Gestaltung einer wissenschaftlichen Untersuchung stellt sich zunächst immer die Frage, ob der Untersuchungsgegenstand mit Hilfe quantitativer oder qualitativer Methoden erschlossen werden soll. Jede Methodik bietet für sich verschiedene Vor- und Nachteile. Die Methode der Wahl richtet sich letztendlich nach dem Erkenntnisziel. Steht die Überprüfung

einer Hypothese zu einem bestehenden theoretischen Sachverhalt im Zentrum des Forschungsinteresses, findet eine quantitative Methode ihre Anwendung im Forschungsprozess (Brüsemeister 2008, S. 19). Der subjektive Blickwinkel des Forschenden rückt stark in den Hintergrund (Baur und Blasius 2019, S. 7). Sachzusammenhänge sollen in einem sozialen Kontext mit einer möglichst großen Stichprobengröße überprüft werden (Brüsemeister 2008, S. 19). Dem gegenüber steht die qualitative Sozialforschung. Qualitative Forschungsprojekte nutzen eine deutlich geringere Fallzahl. Die Begründung liegt in der Natur der Sache: Qualitative Forschungsansätze zielen auf die Generierung von neuen Zusammenhängen sozialer Situationen ab (Brüsemeister 2008, S. 19). „Die Begriffe ‚Überprüfung‘ und ‚Entdeckung‘ bezeichnen den Hauptunterschied, aus dem sich alle weiteren Unterschiede zwischen den Methoden ergeben“ (Brüsemeister 2008, S. 19).

Im Unterschied beider Forschungsansätze begründet sich die Verwendung von qualitativen Methoden für das vorliegende Forschungsvorhaben: Die Erprobung und Evaluierung neuer handlungsorientierter Experimente stellt eine für diese Schulversuche noch nie dagewesene Interaktion zwischen den Schüler*innen und den Experimentiereinheiten dar. Diese neuartige soziale Interaktion muss „‘von innen heraus‘ aus der Sicht der handelnden Menschen“ beschrieben werden (Flick et al. 2017b, S. 14). Dadurch eröffnet sich ein besseres Verständnis für die experimentelle Realität der Wirkung von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden in der Grundschule. Die qualitative Forschung bietet durch diesen explorativen Charakter die notwendige Offenheit gegenüber dem Forschungsfeld. Infolgedessen schaffen qualitative Methoden, im Vergleich zu quantitativen Ansätzen mit stärker objektivierten Sichtweisen, eine größere Nähe zum Untersuchungsgebiet (Flick et al. 2017b, S. 17). Der Aspekt der Offenheit stellt eines der zentralen Gütekriterien bzw. Prinzipien der qualitativen Sozialforschung dar (Lamnek und Krell 2016, S. 33). Um die Wissenschaftlichkeit der vorliegenden Forschungsarbeit zu unterstreichen, werden die Gütekriterien sowie ihre Verwirklichung in dieser Arbeit kurz erläutert.

Das bereits angesprochene Gütekriterium der **Offenheit** und die damit verbundene Möglichkeit einer explorativen Forschung unterstreicht den entdeckenden Charakter qualitativer Sozialforschung (Lamnek und Krell 2016, S. 33 f.). Neue soziale Sinnzusammenhänge können nur aufgedeckt werden, wenn der gesamte Forschungsprozess offen für neue und unerwartete Informationen bleibt (Heiser 2018, S. 44 ff.). Der offene Zugang auf neue soziale Situationen

bedeutet natürlich keine „Theoriefeindlichkeit“ (Mayring 2016, S. 28). Eine inhaltliche Vorstrukturierung, wie zum Beispiel mit Hilfe von Forschungsfragen und Hypothesen, bietet eine sinnvolle Möglichkeit, bekanntes Vorwissen oder andere theoretische Zusammenhänge im Vorfeld aufzuarbeiten (Mayring 2016, S. 28). Während der Erhebung muss jedoch der Blick für neue Informationen offenbleiben. In dieser Arbeit wurde genau dieses Vorgehen eingehalten: Das zu interessierende Forschungsfeld wurde zu Beginn der Untersuchung durch Forschungsfragen vorstrukturiert, die eine erste Richtung für das Forschungsziel geben konnten.

Bei der Erforschung neuer sozialer Situationen kommt es unweigerlich zur Interaktion zwischen dem Forschenden und dem Probanden. Eine Interaktion im Rahmen von qualitativer Forschung beinhaltet immer eine Art der **Kommunikation** (Lamnek und Krell 2016, S. 34 f.). Sie wird als „Element des Verstehensprozesses“ gesehen (Gläser-Zikuda 2011, S. 110). Durch die Gestaltung von beispielsweise Interviews, wird ein solcher Verstehensprozess ausgelöst. Während eines Interviews stehen sich Interviewer und Interviewter in einem gleichberechtigten Verhältnis gegenüber (Gläser-Zikuda 2011, S. 110). Um dies zu erreichen, wird „die forschungsspezifische Kommunikationssituation [...] möglichst weit an die kommunikativen Regeln des alltagsweltlichen Handelns [angenähert]“ (Hoffmann-Riem 1980). Im Hinblick auf Interviews im Setting der Grundschule spielt dieser Aspekt eine bedeutende Rolle und wurde entsprechend bei der Gestaltung der Gesprächssituationen berücksichtigt. Der Interviewleitfaden beinhaltet einfach formulierte Fragestellungen, die die Schüler*innen in ihrer Erfahrungswelt abholen. Dabei wird der Interviewte „als prinzipiell orientierungs-, deutungs- und theoriemächtiges Subjekt“ behandelt (Schütze 1978, S. 118). Dem Interviewten wird eine Expertenrolle zugeschrieben: Dieser berichtet aus seiner subjektiven Wahrnehmung das Erlebte in Bezug auf die neu entwickelten handlungsorientierten Experimentiereinheiten zu verschiedenen Wirkstoffen von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden.

Im Rahmen einer qualitativen Forschungsarbeit, die soziale Szenarien untersucht, treten nicht nur unterschiedliche Kommunikationsanlässe auf, sondern die Forschung ist auch immer als **Prozess** zu verstehen (Lamnek und Krell 2016, S. 35). Soziale Phänomene unterliegen einer Entwicklung und gelten nicht als „statische Repräsentationen eines unveränderlichen Wirkungszusammenhangs“ (Lamnek und Krell 2016, S. 35). Dies gilt sowohl für den Forschungsakt selbst, als auch für den untersuchten Forschungsgegenstand. Beides wurde in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt. Unterricht verlangt, sich ständig an soziale Szenarien anzupassen

und angemessen zu reagieren. Dies wurde in den Erlebnisprotokollen, die zu jeder Experimentiereinheit angefertigt wurden, festgehalten. Im Verlauf einer Unterrichtsreihe kam es so immer wieder zur Adaption des geplanten Unterrichtsentwurfs.

Eine ständige Anpassung im Forschungsakt an den Forschungsgegenstand erfordert ein hohes Maß an **Reflexivität** – in Bezug auf den Gegenstand selbst, aber auch hinsichtlich der anschließenden Analyse (Lamnek und Krell 2016, S. 36). Menschliches Verhalten, und da sei hingestellt, ob verbaler oder nonverbaler Natur, ist immer in einen sozialen Kontext eingebettet. Daher ist jede Handlung oder jeder Ausdruck ein Indiz für die Gesamtsituation (Lamnek und Krell 2016, S. 36). Das Verständnis für die einzelne Handlung bzw. für den einzelnen Ausdruck setzt ein Kontextverständnis voraus. Daraus ergibt sich eine Zirkularität der Verstehensleistung (Gadamer 2011, S. 93). Im Zuge dieser Untersuchung wurden die Kommunikationsanlässe (z.B. Interviews) stets in das Licht des Gesamtkontextes gerückt.

Das vorletzte Prinzip qualitativer Sozialforschung ist weniger als Gütekriterium zu betrachten, sondern „eher als Forderung“ (Lamnek und Krell 2016, S. 36). Die Forderung nach **Explikation** sorgt für eine Nachvollziehbarkeit des Forschungs- und Interpretationsprozesses. Alle Untersuchungsschritte der vorliegenden Forschungsarbeit werden daher detailliert und nachvollziehbar aufgeführt, um die Intersubjektivität der Forschungsergebnisse zu wahren (Lamnek und Krell 2016, S. 36).

Das letzte von Lamnek aufgeführte Prinzip qualitativer Sozialforschung beschäftigt sich mit der **Flexibilität**. Aus qualitativer Sicht ist das soziale Leben ein sich ständig veränderndes Konstrukt, was vom Forscher ein hohes Maß an Offenheit und Flexibilität verlangt (Lamnek und Krell 2016, S. 38). Dies macht eine ständige flexible Neugestaltung der Forschungsmethoden und das Einschlagen neuer Forschungsrichtungen erforderlich. Das bedeutet jedoch auf keinen Fall eine „richtungslos[e]“ Untersuchung, sondern, dass zunächst ein offener forschender Blick eingenommen wird, der sich im Forschungsverlauf immer weiter zuspitzt (Lamnek und Krell 2016, S. 38). Besonders auf der Grundlage dieses Prinzips begründet sich der explorative Charakter des Forschungsvorhabens. Bei der Durchführung werden stets der Blick sowie die Gestaltung der Forschungsmethoden offengehalten, um neue Aspekte in Bezug auf den Forschungsgegenstand enthüllen zu können.

Basierend auf den sechs vorgestellten Prinzipien der qualitativen Sozialforschung sowie ihrer Verortung in der vorliegenden Studie, gilt es nun den Untersuchungsgegenstand in Form von

Forschungsfragen vorzustellen. Sie geben der Untersuchung eine Richtung und verhelfen zu einer Nachvollziehbarkeit des grundsätzlichen Vorhabens.

3.2 Untersuchungsgegenstand: Die Forschungsfragen

Erst die Erarbeitung und Analyse des ausführlichen Sachstandes zum experimentellen Nachweis von heilpflanzlichen Wirkungsweisen auf den menschlichen Körper in der Grundschule erlaubt die detaillierte Formulierung des Untersuchungsgegenstandes in Form von Forschungsfragen (Döring und Bortz 2016, S. 145). Dieser Arbeitsschritt steht in keinem Widerspruch zum Offenheits-Prinzip der qualitativen Forschung. Die theoretische Vorarbeit sorgt für eine „Zusammenfassung und Strukturierung allen bisherigen Wissens über den Untersuchungsgegenstand“ (Mayring 2016, S. 28). Insofern sind die Forschungsfragen nicht als starre Konstrukte zu betrachten, sondern vielmehr als ein erster, breit angelegter Vorstoß, dem Forschungsvorhaben ein grundlegendes Gerüst zu verleihen, ohne den Blick für neue Aspekte zu verlieren. Vor diesem Hintergrund wurde darauf verzichtet, spezifische Untersuchungsgegenstände zu formulieren. Eine Konkretisierung erfolgt erst im Verlauf der Forschungsarbeit durch die Darstellung und Diskussion der gewonnenen Erkenntnisse (Lamnek und Krell 2016, S. 97).

Forschungsfrage 1:

*Welche (affektiven) Reaktionen²² zeigen Grundschüler*innen bei der Durchführung und Bearbeitung von handlungsorientierten Experimentiereinheiten zu einer Auswahl von heilpflanzlichen Inhaltsstoffen sowie traditionell naturheilkundlichen Methoden?*

Bisherige Unterrichtskonzepte zu Heilpflanzen beschäftigen sich vor allem mit botanischen Aspekten auf phänomenologischer Ebene. Chemische bzw. biochemische Unterrichtsentwürfe, die sich mit der Wirkungsweise von Heilpflanzen auf den menschlichen Körper beschäftigen, liegen für die Grundschule noch nicht vor. In dieser Arbeit wird versucht, diese didaktische Lücke zu schließen und entsprechende handlungsorientierte Experimentiereinheiten zu entwickeln. Da es sich um neue bzw. teilweise auch um weiterentwickelte Experimentierverfahren handelt, stehen zunächst die (affektiven) Reaktionen der Grundschüler*innen, als

²² Im Rahmen der ersten Forschungsfrage werden die unterschiedlichen reaktiven Verhaltensmuster der Grundschüler*innen während experimenteller Tätigkeiten im heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Unterricht untersucht. Dabei liegt der Schwerpunkt besonders auf den affektiven Reaktionen.

Folge auf ihr Erleben bei der Durchführung dieser neuen Experimente im Vordergrund. Grundschüler*innen am Ende der vierten Jahrgangsstufe stehen naturwissenschaftlichen Experimenten im Allgemeinen sehr positiv gegenüber und bekunden Neugierde gegenüber naturwissenschaftlichen Fragestellungen (Prenzel et al. 2003, S. 177). Das Hauptinteresse konzentriert sich folglich zunächst auf die Frage, ob die positive Zugewandtheit der Schüler*innen und die Freude am Tun auch bei den neu entwickelten Experimenten zu beobachten ist.

Forschungsfrage 2:

*In welchem Maße erfassen Grundschüler*innen kognitiv das didaktisch reduzierte Fachwissen von handlungsorientierten Experimentiereinheiten zu einer Auswahl von heilpflanzlichen Inhaltsstoffen sowie traditionell naturheilkundlichen Methoden?*

Im Grundschulalter steht aus entwicklungspsychologischer Sicht das Tun im Mittelpunkt (Erikson 1968, S. 95). Trotzdem spielt natürlich, neben der Freude am Experimentieren, das kognitive Erfassen im Kontext Schule eine übergeordnete Rolle. Es stellt sich die Frage, in welchem Grad ein Wissensaufbau bzw. ein Wissenszuwachs bei den Schüler*innen ermittelt werden kann. In diesem Zusammenhang ist die adressatengerechte Aufbereitung der fachlichen Inhalte im Zuge der didaktischen Reduktion ein ebenfalls nicht zu missachtender Aspekt. Dieser soll im Rahmen der zweiten Forschungsfrage untersucht werden.

Forschungsfrage 3:

Wie unterscheiden sich die (affektiven) Reaktionen von Mädchen und Jungen (der vierten Jahrgangsstufe) bei der Durchführung von handlungsorientierten Experimentiereinheiten zu einer Auswahl von heilpflanzlichen Inhaltsstoffen sowie traditionell naturheilkundlichen Methoden?

Aus der Zugewandtheit zum Experiment kann besonders auf das Interesse des beobachteten Lernenden geschlossen werden. Wie dieser dem Experiment begegnet und im wahrsten Sinne des Wortes gegenübertritt, birgt ein hohes Aussagepotential über das Interesse des Schülers in Bezug auf den Experimentiergegenstand. Die Einstellung von Mädchen gegenüber den „harten Naturwissenschaften“ ist eher distanziert und zeugt von Desinteresse sowie Ablehnung. Die einzige Ausnahme bildet hier die Biologie (Kaiser 2008, S. 67). Um Mädchen im Bereich der Naturwissenschaften zu fördern, bietet es sich an, sinnvolle Kontexte oder Materialien aus ihrer Alltagswelt zu verwenden (Kaiser 2008, S. 84 f.). Die Heilpflanzen und naturheilkundli-

chen Methoden, die zunächst augenscheinlich rein biologischer Natur sind, können eine sinnvolle Verknüpfung mit chemischen bzw. physikalischen Inhalten darstellen. Genau dieser Zugang soll mit den neu entwickelten Experimentiereinheiten genutzt werden.

3.3 Untersuchungsdesign

Eine häufig geäußerte Kritik an der Entwicklung neuer Lehr-Lern-Methoden macht sich an der fehlenden Verzahnung in der Praxis fest (Gräsel 2010, S. 8). Diese Theorie-Praxis-Problematik gilt auch für die Implementierung von neuen, empirisch geprüften Unterrichtskonzepten (Einsiedler 2010, S. 70). Bei dem *Design-Based-Research*-Ansatz handelt es sich um einen jungen und vielversprechenden Forschungsansatz, mit dessen Hilfe es gelingen soll, „Innovationsleistungen der Lehr-Lernforschung zu erhöhen und gleichzeitig Erkenntnisse zum Lehr-Lernprozess im konkreten Praxisbezug zu gewinnen“ (Klees und Tillmann 2015, S. 92). Der von Euler entwickelte Ansatz kann als Antwort auf das Theorie-Praxis-Problem verstanden werden (Euler 2014, S. 16). Dabei gilt es zunächst theoriebasiert, neue Konzepte für den Unterricht zu gestalten und zu entwickeln (*Design*). Anschließend erfolgt die Untersuchung des neuen Konzepts in einem zirkulären, iterativen Prozess (*Research*), bei dem die entwickelten Konzepte immer wieder angepasst werden dürfen (Euler 2014, S. 17 f.). Dabei wird die Gestaltung der Methodik nicht vorgegeben, sondern muss vom Forscher an die jeweilige Fragestellung angepasst werden. Empfohlen wird jedoch auch bei diesem Forschungsansatz die Verwendung von multiplen Methoden, um einen umfangreichen Blick auf den Untersuchungsgegenstand zu erhalten (Reinmann 2005, S. 63). In der Literatur wird der *Design-Based-Research*-Ansatz oft mit der Entwicklung von neuen didaktischen Handlungskonzepten in Verbindung gebracht (Euler 2014, S. 16; Hueber 2016, S. 20). Aus diesem Grund orientiert sich das Untersuchungsdesign an dem vorgestellten Forschungsansatz: Neue Unterrichtskonzepte, die theoriebasiert entwickelt werden, müssen in der Praxis erprobt, evaluiert und gegebenenfalls angepasst werden. Dazu gliedert sich das Vorgehen entlang des *Design-Based-Research*-Ansatzes in drei Phasen (Huang et al. 2019, S. 184) (s. Abb. 5).

3 Empirische Untersuchung

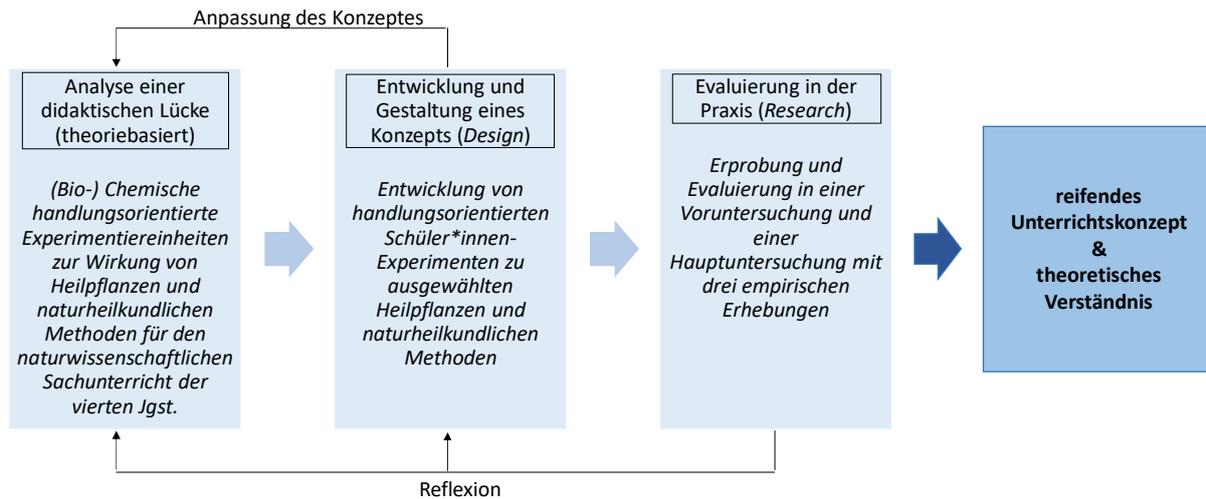


Abb. 5: Untersuchungsdesign in Anlehnung an den *Design-Based-Research*-Ansatz (Abb. erstellt nach McKenney und Reeves (McKenney und Reeves 2019, S. 83)).

In der ersten Phase (**Analysieren und Explorieren**) wurde die didaktische Lücke von handlungsorientierten Experimentiereinheiten zur Wirkung von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht in der Jahrgangsstufe vier theoriebasiert festgestellt. Kern der identifizierten didaktischen Lücke ist das in den letzten Jahren aufkommende sowie wiederkehrende Interesse an Heilpflanzen und den medizinischen Wirkungen auf den menschlichen Körper (Beiser 2016). Für die Grundschule liegen lediglich Unterrichtskonzepte zur Biologie von Heilpflanzen auf phänomenologischer Ebene vor. Da ein wichtiger Bestandteil des Sachunterrichts die Gesundheitserziehung ist (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 37 ff.) und die Schüler*innen zu diesem Zeitpunkt im Alter zwischen fünf und zehn Jahren eine sehr prägende Lebensphase durchlaufen (Schrader et al. 2008, S. 11), ist eine Implementierung von handlungsorientierten, (bio-) chemischen Experimenten zur Wirkungsweise von Heilpflanzen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule durchaus sinnvoll. Die zweite Phase (**Design und Konstruktion**) brachte eine erste Entwicklung bzw. ein erstes *Design* von solchen Experimenten sowie den entsprechenden Unterrichtsmaterialien und -entwürfen hervor. Um eine Implementierung von neuen Experimenten in die Schulpraxis zu erreichen, ist ihre Umsetzbarkeit im Unterricht zu erproben. Eine erste Überprüfung wurde im Rahmen einer explorativen Voruntersuchung in einer Kleingruppe von fünf Schüler*innen mit einer teilnehmenden Beobachtung durchgeführt. Der Fokus der Beobachtung lag dabei auf dem Umgang der Schüler*innen

mit dem Experimentier- und Arbeitsmaterial. So konnten Schwierigkeiten und Hürden im Experimentier- und Unterrichtsverlauf aufgedeckt werden. Die erzielten Ergebnisse brachten in einer dritten Phase (**Evaluierung und Reflexion**) verschiedene Überarbeitungen und Anpassungen am Unterrichtsmaterial hervor. Jene Überarbeitungen wurden anschließend in einem zweiten Forschungszyklus einer weiteren, sich wiederholenden Überprüfung unterzogen (Hauptuntersuchung mit drei empirischen Phasen). Die Hauptuntersuchung fand dabei in drei verschiedenen vierten Klassenverbänden statt. Basierend auf den jeweiligen Datenlagen wurde das Material zu den Experimentiereinheiten immer wieder überarbeitet und verfeinert und entsprechend in den empirischen Phasen getestet. Im Mittelpunkt der Hauptuntersuchung standen – wie schon erwähnt – die Fragen nach den affektiven Reaktionen beim Experimentieren, auch mit dem Blick auf mögliche Genderunterschiede sowie dem kognitiven Erfassen von Fachinhalten während der unterschiedlichen Experimentierphasen. Dazu wurden verschiedene Forschungsmethoden aus der qualitativen Sozialforschung kombiniert.

3.4 Methodisches Vorgehen

An mehreren Stellen der vorliegenden Arbeit ist deutlich geworden, dass es sich bei dem eröffneten Forschungsfeld um eine didaktische Lücke im naturwissenschaftlichen Sachunterricht handelt, die bisher noch nicht ausgefüllt wurde. Folglich ist es notwendig, diesem neuen „Forschungsgegenstand [im Rahmen einer explorativen Studie] möglichst nahe [zu] kommen“, um ihn vollkommen und in jeglicher Tiefe zu erfassen (Mayring 2007, S. 4). Dafür ist es wichtig, ein methodisches Vorgehen zu wählen, das einen möglichst offenen und umfassenden Blick ermöglicht. „Offenheit [...] [ist] ein integraler Bestandteil explorativer Forschung“ (Kleining 2001, S. 27). Für den umfassenden Blick auf den Forschungsgegenstand ist es unumgänglich, verschiedene Methoden zu kombinieren (Lamnek und Krell 2016, S. 145). Jede Methode bietet eine andere Perspektive und erlaubt so, in der Summe, Erkenntnisse auf unterschiedlichen Ebenen zu erfassen (Flick 2011, S. 12).

Die verwendeten Methoden unterliegen in den folgenden Kapiteln einer detaillierten Darstellung. Dabei werden jeweils ihre Vor- und Nachteile gegenübergestellt sowie die Grenzen der betrachteten Erhebungsmethode diskutiert. Letztendlich wird die Wahl der unterschiedlichen Methoden begründet. Die Struktur der folgenden Kapitel folgt dabei dem chronologischen

Ablauf der empirischen Erhebung. Für eine bessere Übersicht werden alle Methoden in untenstehender Tabelle mit ihrem jeweiligen zeitlichen Einsatz in der Untersuchung aufgeführt.

Tab. 2: Übersicht über die verwendeten Methoden mit dem jeweiligen Einsatzzeitpunkt im Rahmen der vorliegenden Studie.

Art der Untersuchung	Erhebungsmethode	Zeitpunkt des Einsatzes
Voruntersuchung	teilnehmende Beobachtung	nach jeder Experimentiereinheit
Hauptuntersuchung	teilnehmende Beobachtung	nach jeder Experimentiereinheit
	Videographie	in jeder Experimentiereinheit der ersten empirischen Phase
	problemzentriertes Interview	Post- und Follow Up-Phase nach der Experimentiereinheit
	Wissenstests	Post- und Follow Up-Phase nach der Experimentiereinheit

Zunächst wird in Kap. 3.4.1 die teilnehmende Beobachtung als eine in dieser Arbeit zentralen Methode vorgestellt. Die wesentlichen Kennzeichen der Videographie, die in der ersten empirischen Phase als Ergänzung zur teilnehmenden Beobachtung ihre Anwendung fand, werden im weiteren Verlauf aufgeführt (s. Kap. 3.4.2). Nachfolgend wird auf das problemzentrierte Interview eingegangen (s. Kap. 3.4.3) sowie auf die anschließende Transkription der Audiodateien und des videographischen Materials (s. Kap. 3.4.4). Die Datenauswertung nach den Prinzipien der qualitativen Inhaltsanalyse wird in Kap. 3.4.5 erläutert. Als Ergänzung zu den qualitativen Erhebungsmethoden wird der Wissenstest als Methode verwendet, um das kognitive Erfassen von Fachinhalten der Schüler*innen zu untersuchen. Die Konzeption der Wissenstests wird in Kap. 3.4.6 dargestellt. Er wurde in Kombination mit dem problemzentrierten Interview in einem Post- / Follow Up-Design durchgeführt, welches in Kap. 3.4.7 genauer betrachtet wird. Das Kapitel zum methodischen Vorgehen schließt mit einer Vorstellung zur durchgeführten Triangulation (s. Kap. 3.4.8) ab, welche die Ergebnisse aller Methoden miteinander in Relation setzt.

3.4.1 Teilnehmende Beobachtung

Um in der qualitativen Forschung das menschliche Handeln und Verhalten empirisch in der natürlichen Lebensumgebung untersuchen zu können, sind grundsätzlich zwei verschiedene Ansätze denkbar: Es können retrospektiv Gespräche mit den Probanden über ihr Handeln in einer speziellen Situation geführt werden, um wertvolle Informationen über den zu interessierenden Forschungsgegenstand zu gewinnen (Lüders 2017, S. 384). Es ist aber auch denkbar, dass der Forscher selbst an der Situation in der natürlichen Lebensumgebung partizipiert (Mayring 2016, S. 80).

„Die Idee ist denkbar einfach: Will man etwas über andere Menschen herausfinden, geht man einfach zu ihnen hin, bleibt eine Weile, macht das mit, was diese Menschen dort normalerweise treiben, und lernt sie so durch eigene Erfahrungen besser kennen.“ (Bachmann 2009, S. 248)

Durch die persönliche Teilnahme des Forschers an einer natürlichen, sozialen Situation, schafft sich dieser eine größere Nähe zum Untersuchungsgegenstand. Er nimmt den Blick des Probanden ein; er erhält eine „Innenperspektive“ und schafft so detailliertere Daten, als eine Perspektive von außen je erheben könnte (Mayring 2016, S. 80 f.). Aus diesem Grund wird die Methode vor allem in Forschungsbereichen verwendet, die noch nicht hinreichend untersucht wurden (Lamnek und Krell 2016, S. 516). Die teilnehmende Beobachtung stellt somit eine geeignete Erhebungsmöglichkeit dar, neu entwickelte Experimentiereinheiten in ihrem natürlichen Setting des Sachunterrichts erproben und evaluieren zu können.

Die wissenschaftliche, teilnehmende Beobachtung ist deutlich von der Alltagsbeobachtung abzugrenzen, die, wie der Name vermuten lässt, alltäglich im menschlichen Leben Anwendung findet (Lamnek und Krell 2016, S. 519). Letztere ist „eher pragmatisch, emotional-teilnehmend“ und dadurch nicht zielführend bezüglich einer wissenschaftlichen Fragestellung (Lamnek und Krell 2016, S. 519). Eine wissenschaftliche Beobachtung ist „kognitiv-betrachtend und analytisch“ (Lamnek und Krell 2016, S. 519) und muss „systematisch-geplant, aufgezeichnet und analysiert“ werden (Lamnek und Krell 2016, S. 531). Ihr Ausgangspunkt liegt bei einem konkreten Forschungsgegenstand mit wissenschaftlicher Fragestellung. Trotzdem gilt es zu beachten, die teilnehmende Beobachtung als qualitative Methode offen und damit höchstens halb-standardisiert zu gestalten (Mayring 2016, S. 81). Eine standardisierte Beobachtung beinhaltet einen Beobachtungsbogen, auf dem eine auftretende Beobachtung lediglich ange-

kreuzt und damit quantitativ erhoben werden kann. Eine solche Art der Beobachtung ermöglicht nicht das Herausarbeiten von neuen Aspekten oder die qualitative Aufnahme von ausführlichen (und im Vorfeld unvorhersehbaren) Beobachtungskommentaren von Seiten des Forschers (Mayring 2016, S. 81). Für eine qualitative teilnehmende Beobachtung im halbstandardisierten Sinne werden vor Beobachtungsbeginn wichtige Beobachtungsdimensionen aus der Theorie abgeleitet und in einem Leitfaden zusammengetragen (Mayring 2016, S. 81 f.). Das Forschungsfeld ist somit eingerahmt, aber es besteht genügend Freiraum, neue Aspekte in die Beobachtung mit aufzunehmen.

Um wissenschaftlichen Daten mit Hilfe einer teilnehmenden Beobachtung erheben zu können, ist es notwendig, die Beobachtungsdaten zu protokollieren. Dazu stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Häufig findet das Gedächtnis- bzw. Erlebnisprotokoll seine Anwendung. Dabei ist es unerlässlich, zeitig nach der Beobachtung ein entsprechendes Protokoll anzufertigen. Dadurch wird verhindert, dass wichtige Details vergessen werden. Je detaillierter ein Erlebnisprotokoll ausfällt, desto besser kristallisiert sich während der Datenaufbereitung und -auswertung heraus, welchen Beobachtungen eine besondere Bedeutung zukommt (Lamnek und Krell 2016, S. 581).

„Generell ist jedoch zu beachten, dass der Forscher im Feld immer mit einer begrenzten Perspektive agiert“ (Mikos 2017, S. 364). Der Beobachter tätigt die aus seiner subjektiven Sicht wichtigen und für den Untersuchungsgegenstand relevanten Beobachtungen. Es ist ihm nicht möglich, das Untersuchungsfeld in seiner völligen Gänze zu erfassen. Somit ist es für eine umfassende Beobachtung unerlässlich, sich unterschiedlicher Hilfsmittel, z.B. eines weiteren Beobachters, zu bedienen (Mikos 2017, S. 364).

Die teilnehmende Beobachtung der Vor- und Hauptuntersuchung

Die teilnehmende Beobachtung fand im Rahmen der Vor- und Hauptuntersuchung als zentrale Methode ihre Anwendung. Dazu wurden nach der Durchführung jeder Experimentiereinheit zeitnah Erlebnisprotokolle angefertigt. Das Festhalten von Notizen während der Beobachtung war der Unterrichtenden nicht möglich, da sie selbst aktiv am Geschehen teilnahm. Sie übernahm die Durchführung der Experimentiereinheiten im Sachunterricht mit dem jeweiligen Klassenverband. Um nicht nur die subjektive Sichtweise der Studienleiterin auf das Geschehen festzuhalten, wurde diese von passiv teilnehmenden Beobachtern begleitet, die ebenfalls unabhängig ein Erlebnisprotokoll anfertigten und entsprechend auswerteten.

Um in dieser Arbeit die Offenheit der qualitativen Forschung zu wahren und den neuartigen Untersuchungsgegenstand erfassen zu können, wurde im Vorfeld auf das Erstellen eines detaillierten Beobachtungsleitfadens verzichtet. Lediglich die Fragestellungen zeichneten eine grobe Richtung dieser unstrukturierten Beobachtung. Es wurden alle „visuellen und verbalen Beobachtungsdaten zum interessierenden Beobachtungsgegenstand, ohne jegliche Vorgabe von Beobachtungsrichtlinien erhoben“ (Döring und Bortz 2016, S. 328). Im Fokus der Beobachtung standen (affektive) Reaktionen der Schüler*innen während der unterschiedlichen Experimentierphasen. Besonders interessierte die Zugewandtheit zum Experiment während seiner Durchführung.²³

3.4.2 Videographie

Die Videographie als Methode der qualitativen Sozialforschung „stellt ein interpretatives Verfahren zur Analyse kommunikativer Handlungen dar – und zwar so, wie sie in ihrem ‚natürlichen‘ Kontext vorkommen“ (Tuma et al. 2013, S. 8). Dadurch wird ein – im Vergleich zur wissenschaftlichen Beobachtung – erweiterter Zugang zum beobachteten Geschehen in einem natürlichen Untersuchungsfeld realisiert (Dinkelaker und Herrle 2009, S. 9). Der Einsatz sowie das methodische Vorgehen einer empirischen videographischen Forschung ist vergleichbar mit dem Vorgehen anderer qualitativer Forschungsmethoden und damit maßgeblich von der zu untersuchenden Fragestellung abhängig (Dinkelaker und Herrle 2009, S. 9; Tuma et al. 2013, S. 13 f.).

Der große Vorteil von videographischen Untersuchungen ist die Kombination von bewegtem Bild und Ton auf einem Medium. Durch die Möglichkeit des wiederholbaren Abspielens des Videomaterials können tiefere Einblicke in das Untersuchungsfeld sowie die ablaufenden Interaktionen gewonnen werden (Dinkelaker und Herrle 2009, S. 15). Der Vergleich mit einem „soziologische[n] Mikroskop“ scheint an dieser Stelle sehr passend (Tuma et al. 2013, S. 34). Zu beachten gilt, ähnlich wie bei der Bildauswahl des zu vergrößernden Objektes in der Mikroskopie, dass bereits der fokussierte und gefilmte Bildausschnitt, den der Forscher wählt, eine Selektion des zu beobachtenden Forschungsfeldes darstellt (Tuma et al. 2013, S. 12). Dabei gilt es zu bedenken, dass auch die Videoaufnahme keine detailgetreue Wiedergabe der

²³ Exemplarisch ist im Anhang ein Erlebnisprotokoll (s. Kap. 6.1) hinterlegt.

Realität darstellt. Die Wahrnehmung von zum Beispiel Gerüchen, persönlichen Empfindungen des Erlebten oder gar dem Körpergefühl, kann auch eine Videokamera nicht festhalten (Dinkelaker und Herrle 2009, S. 15 f.). Es bietet sich also an, die Videographie mit einer anderen qualitativen Methode, bspw. der teilnehmenden Beobachtung, zu kombinieren (Breidenstein 2006, S. 30).

Vor der Durchführung einer videographischen Untersuchung sollte sich der Untersuchende stets die Frage nach ihrer Notwendigkeit stellen. Neben dem differenzierteren Einblick auf den Untersuchungsgegenstand, birgt die videographische Erhebung eine immense Komplexität im Bereich der Datenaufbereitung und -auswertung aufgrund der „verbale[n] Kommunikation mit dem stetigen Wandel von Körperhaltungen, Gesten, Gesichtsausdrücken und Blicken im Raum“ (Dinkelaker und Herrle 2009, S. 15). Darüber hinaus bringt die Videographie einen erhöhten Aufwand in ihrer Durchführung mit sich. Die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Bestimmungen, besonders beim Filmen von Schüler*innen im Unterrichtsetting der Grundschule, verlangt die Einwilligung der Erziehungsberechtigten. Zusätzlich stellt die Verwendung einer Videokamera im Untersuchungsfeld einen großen Eingriff in jenes dar (Dinkelaker und Herrle 2009, S. 16). Praetorius et al. konnten jedoch in einer empirischen Studie zur Aufmerksamkeitsablenkung der Schüler*innen durch eine Kamera herausfinden, dass diese Ablenkung lediglich einen kurzen Zeitraum zu Beginn der Erhebung einnimmt. Danach scheint sich die Kamera natürlich in die Umgebung des Klassenverbandes einzufügen (Praetorius et al. 2017, S. 71).

Die Videographie der ersten empirischen Erhebung der Hauptuntersuchung

Die Methode der Videographie wurde aufgrund ihrer aufwändigen Durchführung lediglich in der ersten empirischen Erhebung der Hauptuntersuchung eingesetzt.²⁴ Sie sollte einen tieferen Einblick beim ersten explorativen Vordringen in das Untersuchungsfeld gewähren. In einer Experimentiereinheit wurde jeweils ein zufällig ausgewählter Gruppentisch mit fünf bis sechs Schüler*innen gefilmt. So ergab sich über die gesamte Experimentierreihe aller sechs Experimente ein Gesamtbild des Klassenverbandes. Auf eine Aufnahme der gesamten Lerngruppe

²⁴ Die Ausschnitte der Unterrichtsstunden wurden mit Hilfe einer Videokamera festgehalten. Zu einer Erhebung von solchen sensiblen personenbezogenen Daten muss durch die Erziehungsberechtigten der Grundschüler*innen eine schriftliche Einwilligung erteilt werden. Etwa zwei Wochen vor Beginn der Experimentierreihe im Sachunterricht wurden die Einwilligungserklärung sowie die Teilnehmer*innen-Information an die Schüler*innen verteilt. Zusätzlich wurde die Erhebung durch die Ethik-Kommission der Universität Bielefeld als ethisch unbedenklich eingestuft. Die Dokumente können im Anhang (s. Kap. 6.7) eingesehen werden.

wurde, aufgrund der Komplexität des Videomaterials, bewusst verzichtet. Der Beobachtungsfokus bei der Betrachtung des Videomaterials lag – ergänzend zur teilnehmenden Beobachtung – ebenfalls auf den affektiven Reaktionen der Schüler*innen während der einzelnen Experimentierphasen.

3.4.3 Problemzentriertes Interview

In der qualitativen Sozialforschung werden Interviews in unterschiedlichen Forschungssettings eingesetzt. Sie erfüllen jedoch eine besonders wichtige Rolle bei den Forschungsprojekten, die auf einer teilnehmenden Beobachtung basieren. „Sie dienen hier u.a. der Ermittlung von Expertenwissen über das jeweilige Forschungsfeld, [sowie] der Erfassung und Analyse der subjektiven Perspektive der Beobachteten“ (Hopf 2017, S. 350). Für das qualitative Interview liegen viele verschiedene Techniken vor (Mayring 2016, S. 66). Die Technik des problemzentrierten Interviews findet in der vorliegenden Arbeit ihre Anwendung. Mit dem Begriff des problemzentrierten Interviews werden alle Varianten der offenen, halbstrukturierten Befragung assoziiert (Mayring 2016, S. 67).

„Das Interview lässt den Befragten möglichst frei zu Wort kommen, um einem offenen Gespräch nahe zu kommen. Es ist aber zentriert auf eine bestimmte Problemstellung, die der Interviewer einführt, auf die er immer wieder zurückkommt. Die Problemstellung wurde vom Interviewer bereits vorher analysiert; er hat bestimmte Aspekte erarbeitet, die in einem Interviewleitfaden zusammengestellt sind und im Gesprächsverlauf von ihm angesprochen werden.“
(Mayring 2016, S. 67)

Durch das problemzentrierte Interview soll der Befragte eine offene Erzählhaltung einnehmen können. Verschiedene Antwortmöglichkeiten werden ihm nicht zur Verfügung gestellt. Die Aufgabe des Interviewers liegt darin, die Erzählung auf die zu interessierende Problemstellung zu lenken. Es handelt sich hierbei um die bereits thematisierte Halb-Strukturierung eines Interviews. Durch den zugrundeliegenden Leitfaden ist es außerdem gut möglich, die verschiedenen Aussagen von Befragten miteinander zu vergleichen (Kurz et al. 2007, S. 465).

Der ursprünglich von Witzel geprägte Begriff des problemzentrierten Interviews unterliegt drei Grundprinzipien: Problemzentrierung, Gegenstandsorientierung und Prozessorientierung (Witzel 1982, S. 70 f.). Die Problemzentrierung meint den bereits oben angesprochenen Leitfaden, der die vom Forscher im Vorfeld theoretisch erarbeitete Frage- bzw. Problemstellung

beinhaltet. Die Gegenstandsorientierung beschäftigt sich mit der Überlegung, dass sich die konkrete Gestaltung des Interviews an den jeweiligen Untersuchungsgegenstand anpassen muss. Die Übernahme von konkreten und ausgestalteten Instrumentarien ist nicht sinnvoll. Schließlich geht es bei der Prozessorientierung darum, das im Vorfeld entwickelte Interviewdesign durch eine reflexive Grundhaltung flexibel an den Forschungsprozess weiter zu entwickeln und anzupassen (Mayring 2016, S. 68). Mayring selbst ergänzt die drei Grundprinzipien um ein weiteres Merkmal. Er unterstreicht, wie wichtig das Prinzip der Offenheit ist: Der Interviewte soll im Gespräch stets die Möglichkeit erhalten, frei zu antworten. Vorgegebene Antworten dürfen nicht existieren (Mayring 2016, S. 68).

Bei der Durchführung und Auswertung von Interviews sind die möglichen Fehlerquellen im Blick zu behalten. Bei Interviews im Schulsetting können sich vor allem sozial erwünschte Antworten häufen (Häder 2010, S. 222). Wenn der Untersuchende zugleich auch unterrichtet, ist die Wahrscheinlichkeit als sehr hoch einzustufen, dass so genannte Gefälligkeitsantworten gegeben werden.

Das problemzentrierte Interview der Hauptuntersuchung

Für die vorliegende Studie wurde das problemzentrierte Interview in offener und halb-strukturierter Durchführung gewählt. Durch die Verwendung eines Leitfadens mit offen formulierten Fragen zu unterschiedlichen Aspekten, sollte durch die ebenso offen formulierten Antworten der interviewten Schüler*innen ein umfassender Zugang zum Untersuchungsgegenstand geschaffen werden. Weiterhin sorgte der Leitfaden dafür, dass alle im Vorfeld theoretisch erarbeiteten Aspekte im Gespräch thematisiert werden und verhilft zur Orientierung des Interviewers und damit zur Problemzentrierung während des Gesprächs (Gläser und Laudel 2010, S. 111). Bei der Erstellung der Leitfäden für die in dieser Studie durchgeführten Interviews wurde besonders die Probandengruppe berücksichtigt. Da an den Interviewsituationen Kinder beteiligt waren, wurde auf folgende Aspekte geachtet: Zunächst wurde ein angemessenes Sprachniveau gewählt, um die Verständlichkeit der Fragen für die interviewten Kinder zu gewährleisten (Krüger 2006, S. 91). In der Kindheitsforschung besteht ein Konsens darüber, dass auch ältere Kinder nur über eine geringe narrative Kompetenz verfügen. Aus diesem Grund muss der Interviewer stets neue Anreize schaffen, um den Erzählmodus des interviewten Kindes aufrecht zu erhalten (Mey 2003, S. 9 f.). In den durchgeführten Interviews wurde dies

durch die Halb-Strukturierung sowie durch eingesetzte Hilfestellungen (Experimentiermaterialien und Abbildungen der Teilchenmodelle) erreicht. Noch wichtiger als die Strukturierung der Gesprächssituation, ist ihre räumliche Gestaltung: Die Interviews finden sinnvollerweise an einem ruhigen und vertrauten Ort statt. Dabei ist unbedingt darauf zu achten, dass das Interview nicht gestört wird (Mey 2003, S. 10). Um dies zu erreichen, wurden die Befragungen dieser Studie in separaten Räumen durchgeführt. In der Interview-Planung ist der zeitliche Rahmen zu berücksichtigen. Mit fortschreitender Länge des Gesprächs kann die Bereitschaft des Kindes zur Teilnahme sinken (Mey 2003, S. 10). Um diesem Problem entgegenzuwirken, wurden die Interviews im Voraus auf 20 – 30 Minuten beschränkt. Schließlich sollte „die Grundhaltung der Interviewenden dem Kind gegenüber [...] möglichst freundlich, unterstützend, ermutigend, geduldig, zugewandt, rücksichtsvoll, vorsichtig, abwartend etc. sein“ (Mey 2003, S. 10).

Die Interviews wurden in allen drei Klassen der drei empirischen Erhebungen (Hauptuntersuchung) durchgeführt. Die Teilnahme an den Befragungen war freiwillig – auch bei Einwilligung der Erziehungsberechtigten entschieden letztendlich die Schüler*innen über ihr Mitwirken.²⁵ Schwerpunktmäßig wurden im Rahmen der Interviews auf die heilpflanzlichen Experimentierreinheiten Bezug genommen:

➤ **Die Experimente**

Die entsprechenden Fragen thematisierten vor allem die Erinnerungsfähigkeit der interviewten Schüler*innen bezüglich der von ihnen durchgeführten Experimente. Dabei wurde im Interviewleitfaden – in Anlehnung an den Dreiklang eines Experimentierprotokolls – zwischen Durchführung, Beobachtung und Deutung unterschieden. Bei Bedarf standen den Schüler*innen Hilfestellungen in Form von Experimentiermaterialien und Abbildungen von im Unterricht verwendeten Teilchenmodellen zur Verfügung. Da es sich bei diesem Aspekt nicht nur um eine Wissensabfrage handelte, wurde auch die Akzeptanz bzw. die Ablehnung der Schüler*innen in Bezug auf die Experimente erfragt.

²⁵ Die Interviews mit den Schüler*innen wurden mit Hilfe eines Diktiergerätes aufgenommen. Zu einer Erhebung von solchen sensiblen personenbezogenen Daten muss durch die Erziehungsberechtigten der Grundschüler*innen eine schriftliche Einwilligung erteilt werden. Etwa zwei Wochen vor Beginn der Experimentierreihe im Sachunterricht wurden die Einwilligungserklärung sowie die Teilnehmer*innen-Information an die Schüler*innen verteilt. Zusätzlich wurde die Erhebung durch die Ethik-Kommission der Universität Bielefeld als ethisch unbedenklich eingestuft. Die Dokumente können im Anhang (s. Kap. 6.7) eingesehen werden.

Um einen umfassenden Einblick in die Einstellung der Schüler*innen zu erhalten, interessierten besonders die entsprechenden Begründungen.

Neben der ausführlichen Besprechung der heilpflanzlichen Experimentiereinheiten bekamen die befragten Schüler*innen zum Abschluss des Interviews kurz die Gelegenheit über eigene mögliche Erfahrungen mit Heilpflanzen im Alltag berichten zu können.

➤ **Heilpflanzen im Alltag**

Der zweite Aspekt teilte sich inhaltlich in zwei Unterthemen auf: Um weitere Informationen zur Akzeptanz bzw. Ablehnung zu erfassen, wurde untersucht, ob und in welchem Ausmaß die Schüler*innen im Anschluss an die heilpflanzlichen Experimentiereinheiten zu Hause ihren Eltern bzw. Familien von diesen berichtet haben.

Anschließend konnten die Schüler*innen mögliche eigene Erfahrungen mit Heilpflanzen und / oder naturheilkundlichen Methoden thematisieren.²⁶

Die erstellten Interviewleitfäden der Hauptuntersuchung können dem Anhang entnommen werden (s. Kap. 6.2.1 und 6.2.2).

3.4.4 Transkription

Die problemzentrierten Interviews wurden mit einem Audiogerät aufgenommen. Für die Auswertung der erhobenen Daten ist es unerlässlich, die gesprochene Sprache in eine schriftliche Fassung zu überführen (Mayring 2016, S. 89). So wird Gesprochenes für eine wissenschaftliche Analyse dauerhaft festgehalten und verfügbar gemacht (Kowal und O'Connell 2017, S. 438). Der Vorgang des Verschriftlichens wird als Transkription (lat. trans-scribere = umschreiben) bezeichnet. Schon während der Transkription findet eine Reduktion und erste Interpretation der Daten statt (Dresing und Pehl 2010, S. 724). Daher ist es für wissenschaftliches Arbeiten unerlässlich, den Transkriptionsvorgang transparent und damit nachvollziehbar zu gestalten

²⁶ Bei der Erstellung der Interviewleitfäden war der Studienleiterin bewusst, dass die Schüler*innen im Grundschulalter möglicherweise noch keine detaillierten Kenntnisse über Inhaltsstoffe von bisher eingenommenen Medikamenten besitzen. Aus diesem Grund stellt der Aspekt „Heilpflanzen im Alltag“ auch keinen gleichwertigen Gesprächsschwerpunkt zum ersten Interviewinhalt („Die Experimente“) dar. Trotzdem wurden die entsprechenden Fragen in den Interviewleitfäden aufgenommen, um den Schüler*innen einen Raum zu schaffen, von eigenen heilpflanzlichen Erfahrungen berichten zu können.

(Dresing und Pehl 2010, S. 723). Dies gelingt durch das Formulieren von Transkriptionsregeln. In dieser Arbeit wurde nach den von Gläser und Laudel aufgestellten Regeln transkribiert²⁷:

- „es wird in Standardorthographie verschriftet und keine literarische Umschrift verwendet [...],
- nichtverbale Äußerungen (z.B. Lachen, Räuspern, Husten, Stottern) werden nur dann transkribiert, wenn sie einer Aussage eine andere Bedeutung geben,
- Besonderheiten der Antwort [...], (z.B. zögernd, gedehnt, lachend) werden vermerkt,
- Unterbrechungen im Gespräch werden vermerkt,
- Unverständliche Passagen werden gekennzeichnet.“²⁸ (Gläser und Laudel 2010, S. 194)

Für eine ausführliche Interpretation der im Interview generierten Daten wurde eine wortwörtliche Transkription des Audiomaterials durchgeführt (Mayring 2016, S. 89 f.). Die Entscheidung für diese Art der Transkription begründet sich an dem inhaltlichen Interesse der Schüler*innen-Aussagen. Einige der Interviewpartner*innen zeigten nur ein sehr geringes sprachliches Niveau. Für eine bessere Lesbarkeit wurde das Gesprochene in normales Schriftdeutsch transkribiert, ohne die Sinnhaftigkeit zu verändern. Jedem befragten Schüler wurde ein Kürzel zugeteilt, durch welches nicht auf die Person geschlossen werden kann. Bei persönlichen Aussagen wird so die Privatsphäre der Befragten gewahrt.

Die Transkription von videographischem Material

Neben problemzentrierten Interviews kam im Rahmen der ersten empirischen Erhebung – wie schon beschrieben – auch die Methode der Videographie zum Einsatz. Auf eine umfassende Video-Transkription wurde an dieser Stelle verzichtet. Die Kombination verschiedener Transkriptionsweisen unterstützte eine systematische Auswertung des videographischen Materials, um sich der Komplexität von Videographie anzunähern (Moritz 2014, S. 38). Dazu zählt zum einen das Verbaltranskript, welches die gesprochene Sprache wortwörtlich verschriftlicht (Moritz 2014, S. 38) (s. Kap. 6.2.3: Transkriptionsvorschrift für Audiomaterial). Das Codetranskript bildet dagegen unter anderem die Mimik und Gestik der gefilmten Personen ab (Moritz

²⁷ Die ausführlichen und vollständigen Transkriptionsregeln sind im Anhang aufgeführt (s. Kap. 6.2.3). Entsprechende Transkriptionsbeispiele eines Interviews sowie von videographischem Material können ebenfalls nachgelesen werden (s. Kap. 6.2.4 und 6.2.5).

²⁸ Die falsche Orthographie wurde aus dem Zitat übernommen.

2014, S. 38). Das Vorgehen ähnelte dabei dem Anfertigen eines Beobachtungs- bzw. Erlebnisprotokolls (s. Kap. 3.4.1). Durch die Kombination der verschiedenen Transkriptionsweisen entstand eine Art Beobachtungsprotokoll zu inhaltlich relevanten Videosequenzen. Für eine leichtere Orientierung wurden auch die entsprechenden Minutenangaben notiert.

3.4.5 Qualitative Inhaltsanalyse

Die Technik der Inhaltsanalyse stammt ursprünglich aus den Kommunikationswissenschaften. Heute findet sie in unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen ihre Anwendung (Mayring 2017, S. 469). In den 80er Jahren bettete Mayring die Inhaltsanalyse in einen qualitativen Kontext, welche seitdem die qualitative Sozialforschung in ihrer Datenauswertung bereichert (Mayring 2010, S. 601).

„Qualitative Inhaltsanalyse will Texte systematisch analysieren, indem sie das Material schrittweise mit theoriegeleitet am Material entwickelten Kategoriensystemen bearbeitet.“ (Mayring 2016, S. 114).

Mayring unterscheidet grundsätzlich vier verschiedene Vorgehensweisen von qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring 2017, S. 472 f.). Im Folgenden wird das Verfahren vorgestellt, das in der vorliegenden Studie für die Datenauswertung verwendet wurde. Bei der zusammenfassenden, qualitativen Inhaltsanalyse wird der zu analysierende Text in überschaubare Einheiten reduziert.

„Zusammenfassende Inhaltsanalysen bieten sich immer dann an, wenn man nur an der inhaltlichen Ebene des Materials interessiert ist und eine Komprimierung zu einem überschaubaren Kurztext benötigt.“ (Mayring 2017, S. 472)

Bei der Analyse entwickelt sich am Text ein Kategoriensystem (Mayring 2017, S. 472). Kategorien stellen inhaltlich knapp zusammenfassende Analyseeinheiten dar (Mayring 2015, S. 71) und bilden damit die Auswertungsaspekte zur Beantwortung der Forschungsfragen (Mayring 2010, S. 603). Für ein systematisches sowie wissenschaftlich nachvollziehbares Vorgehen ist es unerlässlich, die Kategorien für die Analyse genau zu definieren. Eine Zuordnung einer Textstelle zu einer Kategorie erfolgt daher nach festgelegten Regeln. Um diese Zuordnung zu präzisieren und damit zu erleichtern, werden jeder Kategorie typische Textauszüge, sogenannte Ankerbeispiele, zugeordnet (Mayring 2017, S. 473). Die Zusammenstellung von Kategorien,

Kategoriedefinitionen und Ankerbeispielen wird als Kodierleitfaden bezeichnet. Eine automatische Zuordnung von Textstellen und Kategorien erfolgt jedoch nicht. Bei der Kodierung handelt es sich um eine interpretative Aufgabe (Mayring 2010, S. 603). „Rückkopplungsschleifen“ nehmen in diesem Analyseprozess eine zentrale Stellung ein (Mayring 2010, S. 603). Nach einem ersten Durchgang von etwa 10 – 50 % des Materials werden die gebildeten Kategorien überarbeitet, und das Material wird erneut durchgegangen, um die Trennschärfe der Kategoriedefinitionen sowie die Relevanz in Bezug auf die Forschungsfragen zu überprüfen. Erst danach wird das restliche Material untersucht. Auch hier kann es zur Bildung neuer Kategorien kommen (Mayring 2017, S. 472). Bei Änderungen am Kategoriensystem muss das gesamte Material eine erneute Auswertungsschleife durchlaufen (Mayring 2015, S. 87). Auf diese Weise entstehen „stabile“ Kategorien, die bereits das Ergebnis der Analyse darstellen können (Mayring 2010, S. 604). Oft tritt jedoch der Fall ein, dass Kategorien mehrfach dem Material zugeordnet werden können. Hier bietet sich eine quantitative Auswertung zur Auftretenshäufigkeit an, um somit die Relevanz einzelner Kategorien zu unterstreichen (Mayring 2015, S. 53).

Bei dem hier beschriebenen Vorgehen handelt es sich um einen induktiven Vorgang: Die Auswertung findet aus dem Analysematerial heraus statt und wird nicht im Vorfeld deduktiv sowie theoriegeleitet herausgearbeitet (Mayring 2016, S. 115). Lediglich bei der Erstellung der Interviewleitfäden konnten einige Kategorien im Vorfeld der Untersuchung deduktiv gebildet werden. Aufgrund des explorativen Charakters der Untersuchung war es jedoch auch jederzeit möglich, neue Kategorien – aufgrund unerwarteter Aussagen der Schüler*innen – induktiv abzuleiten und in das bestehende Kategoriensystem mit aufzunehmen (Mayring 2015, S. 85).

Die Auswertung von videographischem Material mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse

Die Auswertung von videographischem Material orientiert sich an der oben dargestellten qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring. Die Analyse der Videotranskripte findet daher induktiv, in einer zusammenfassenden Inhaltsanalyse statt und resultiert in einer Erstellung eines Kodierleitfadens am Videomaterial. Dazu werden die Transkripte zum videographischen Material in einzelne inhaltliche Segmente untergliedert. Die Kodierung erfolgt dann „ereignisbezogen“. Es findet eine Zuordnung einer Kategorie statt, wenn ein Ereignis eintritt, das Relevanz für die

Forschungsfrage zeigt. Auf diese Weise wird das gesamte Textmaterial systematisch durchgearbeitet und analysiert (Mayring et al. 2005, S. 6).²⁹

3.4.6 Wissenstest

Dieses Kapitel verlässt das Feld der qualitativen Sozialforschung. Um die kognitive Behaltensleistung von Schüler*innen zu untersuchen, kann ein Wissenstest verwendet werden. Möglich sind verschiedene Varianten, um einen solchen zu erstellen. Für die Erfassung einer großen Bandbreite von Leistungen orientiert sich die Erstellung des Wissenstests aus der vorliegenden Forschungsarbeit an den fünf Kompetenzstufen der Naturwissenschaften der TIMS-Studie aus dem Jahr 2015 (Wendt et al. 2016a, S. 155). Die fünf aufeinander aufbauenden Kompetenzstufen werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Die **Kompetenzstufe I** umfasst *rudimentäres Anfangswissen*, über welches die Schüler*innen verfügen. Bei **Kompetenzstufe II** kann *elementares Fachwissen reproduziert* werden. Den Schüler*innen ist es möglich, ihr einfaches Basiswissen wiederzugeben, z.B. in Form von kurzen schriftlichen Erläuterungen bei Aufgaben, die naturwissenschaftliche Fakten erfragen. Auf **Kompetenzstufe III** wird *grundlegendes Alltagswissen angewandt*. Diese Kompetenzstufe geht über die bloße Reproduktion von Wissen hinaus und möchte vorhandenes Basiswissen auf naturwissenschaftsbezogene Alltagsprobleme anwenden. Auch die Interpretation von Abbildungen, Diagrammen, etc. ist relevant. **Kompetenzstufe IV** umfasst das *Erklären von Alltagsphänomenen*. Es geht nun nicht mehr nur darum, Wissen in alltäglichen, sondern auch in abstrakteren Kontexten anzuwenden. Die Schüler*innen besitzen „elementare Kenntnisse und Fähigkeiten bezüglich naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen“. Sie können selbst aus Experimenten oder Abbildungen (z.B. von Teilchenmodellen) Schlussfolgerungen ziehen und diese miteinander vergleichen oder gegenüberstellen. Ihr Wissen über naturwissenschaftliche Fachinhalte hilft bei der Lösung von lebensweltlichen oder auch abstrakteren Problemstellungen. Die höchste **Kompetenzstufe V** repräsentiert das *beginnende naturwissenschaftliche Denken*. Neben einem grundlegenden naturwissenschaftlichen Verständnis,

²⁹ Eine Auflistung der gebildeten Categoriesysteme kann dem Anhang entnommen werden (s. Kap. 6.3).

haben sich die Schüler*innen auch die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen angeeignet. Dies umfasst die Planung von einfachen Experimenten, ihre Durchführung sowie die Interpretation der Ergebnisse. Auch das Ziehen sowie Bewerten von Rückschlüssen aus Beschreibungen und Diagrammen sind den Schüler*innen auf der fünften Kompetenzstufe möglich (Wendt et al. 2016a, S. 155).

Der Wissenstest der Hauptuntersuchung

Bei der Planung der Wissenstests wurden zwei Aspekte berücksichtigt: die Kompetenzstufen sowie der tatsächliche Ablauf des Unterrichts in den unterschiedlichen Erhebungsklassen. Bei Letzterem spielt auch das vorhandene Vorwissen der Schüler*innen eine entscheidende Rolle. Gerade durch die Berücksichtigung des Unterrichtsverlaufs resultieren jeweils leicht unterschiedliche Wissenstests für die drei Erhebungsklassen.

Die Konzeption der Wissenstests orientiert sich an den Kompetenzstufen II bis IV. Die Kompetenzstufe V wurde bewusst, aufgrund der großen Bandbreite an unterschiedlichen, nicht aufeinander aufbauenden Inhalte innerhalb der Experimentierreihe ausgeklammert. Hinzu kommt das oft eher geringe naturwissenschaftliche sowie experimentelle Vorwissen der Schüler*innen in den Erhebungsklassen. Die Schwierigkeit bei der Erstellung des Tests lag jedoch vor allem in der großen Bandbreite der thematisierten, nicht aufeinander aufbauenden Fachinhalte innerhalb der Experimentierreihe. Durch diese große Quantität wurde versucht darauf zu achten, den Test nicht zu umfangreich zu gestalten. Daraus könnte eine ablehnende Schüler*innen-Haltung sowie ein Überschreiten des zeitlichen Rahmens resultieren, was ungewollt zu einem schlechteren Ergebnis führen würde. Die Reihenfolge der Aufgaben orientierte sich an ihren Kompetenzstufen: Um zu Beginn des Tests eine motivierte Arbeitshaltung bei den Schüler*innen auszulösen, wurden zunächst die einfacheren Aufgaben und Fragestellungen gestellt. Erst zum Ende des Tests durften die Schüler*innen auch Aufgaben mit einer höheren Kompetenzstufe lösen.

Bei der Konzeption des Wissenstests wurde darauf geachtet, dass jedes Experiment durch eine Aufgabe vertreten wird. Ein Großteil der Aufgaben zielte dabei auf die Reproduktion von Wissen (Kompetenzstufe II) ab. Hier kamen besonders das Vervollständigen von Zeichnungen zu Teilchenmodellen oder das Ausfüllen von Lückentexten zum Einsatz, die während des Unterrichts verwendet wurden. Im Verlauf eines Tests wurden dann auch anspruchsvollere Aufga-

ben, die einer höheren Kompetenzstufe zugeordnet werden können, gestellt. Neben der reinen Reproduktion sollte gelerntes Wissen über Heilpflanzen auf alltägliche Probleme, etwa die Linderung von Erkältungsbeschwerden, angewandt werden (Kompetenzstufe III und IV). An dieser Stelle wurde auch vermehrt das Produzieren von eigenen kurzen Texten verlangt.³⁰

3.4.7 Post- / Follow Up-Design

Um die Wirkung einer Intervention oder Maßnahme im Rahmen qualitativer Sozialforschung zu überprüfen, wird häufig ein Messwiederholungsdesign mit Prä- (vor der Intervention) und Post- (kurzfristig nach der Intervention) Test gewählt (Döring und Bortz 2016, S. 728). Das Prä- / Post-Design kann – je nach Untersuchungsgegenstand – um einen Follow Up-Test erweitert werden. Ein solcher untersucht die langfristige Wirkung einer Maßnahme (Gollwitzer und Jäger 2007, S. 212). Für die menschliche Gedächtnisleistung spielen das Vergessen sowie das Behalten eine entscheidende Rolle (Häbe et al. 2018, S. 84).

Exkurs: Vergessen und Behalten

Besonders wichtig ist das Vergessen im schulischen Kontext. Damit neues Wissen nicht vergessen wird, bedarf es einer Aufbereitung, Wiederholung und Vertiefung (Wellenreuther 2013, S. 95). Vergessen kann definiert werden als „[...] nicht mehr erinnern, nicht reproduzieren können oder nicht wiedererkennen von früheren Bewusstseinsinhalten“ (Wirtz 2014, S. 1740). Es existieren unterschiedliche Ansätze, die versuchen, das Vergessen zu erklären (Häbe et al. 2018, S. 86). An dieser Stelle werden lediglich die Theorien, die im Kontext Unterricht bedeutend sein können, kurz vorgestellt. Die Fading-Theorie beispielsweise geht davon aus, dass das Vergessen von Informationen im direkten Zusammenhang zur vergangenen Zeit steht (Häbe et al. 2018, S. 86). Die Verzerrungstheorie beleuchtet dagegen einen anderen Aspekt. Wie der Name schon vermuten lässt, wird Vergessen als ein „Durcheinanderbringen oder Verzerrern von Informationen“ gedeutet (Häbe et al. 2018, S. 86). Dabei bleibt die Grundstruktur einer Information erhalten, Details gehen jedoch verloren. Das Resultat kann ein unstimmliges Gesamtbild der noch vorhandenen Informationen sein (Häbe et al. 2018, S. 86). In diesem Zuge soll eine letzte Theorie genannt werden: das Abrufversagen. Lernen findet immer in einem bestimmten Kontext sowie einer bestimmten Umgebung statt. Jene beinhalten die Gefühle, Einstellungen sowie Stimmungen, die die Person in der Situation wahrgenommen hat und können die Erinnerung unterstützen (Vuilleumier 2005, S. 585). Dem Vergessen steht das Behalten gegenüber. Behalten meint die „Speicherung von Gedächtnisinhalten“ (Häbe et al. 2018, S. 87). Ob eine Information im Gedächtnis bleibt oder nicht, ist von verschiedenen Faktoren abhängig: entscheidend sind der Inhalt, das Ausmaß des Lernens sowie die Abruftechnik (Häbe et al. 2018, S. 87). Inhalte, die nicht genügend miteinander vernetzt werden und für die Person eher irrelevant sind, werden voraussichtlich erst gar nicht im Langzeitgedächtnis gespeichert. Bei ausführlicher Beschäftigung mit einem neuen Inhalt kann das Gelernte

³⁰ Die erstellten Wissenstests sind dem Anhang beigelegt (s. Kap. 6.4).

in die bereits vorhandenen Gedächtnisstrukturen eingefügt und vernetzt werden (Wellenreuther 2013, S. 95). Für eine sinnvolle Verknüpfung gelernter Inhalte durch die Nutzung unterschiedlicher Gedächtnisleistungen – im Vergleich zum reinen, sinnfreien Auswendiglernen von Faktenwissen – spricht sich auch der Bremer Gehirnforscher Gerhard Roth in seinem Buch „Aus Sicht des Gehirns“ aus (Roth 2003, S. 89 ff.).

Die Behaltensleistung kann durch drei verschiedene Formen gemessen werden (Myers 2014, S. 344). Gelernte Inhalte aus dem Gedächtnis können durch Abruf in das Bewusstsein zurückgeholt werden. Diese Form der Erinnerungsfähigkeit wird gemessen, indem sich Personen aktiv an vergangene gelernte Informationen aktiv erinnern müssen (Myers 2014, S. 344). Dies kann z.B. durch das Ausfüllen eines Lückentextes geschehen (Häbe et al. 2018, S. 88). Eine weitere Form des Messens von Behaltensleistung stellt das Wiedererkennen dar (Myers 2014, S. 344). Bei einem Multiple Choice-Test müssen im Vorfeld gelernte Inhalte wiedererkannt werden (Häbe et al. 2018, S. 88). Die letzte Messvariante sind wiederholte Lernversuche (Myers 2014, S. 344). Bereits gelernte Inhalte können bei einem erneuten Lerndurchgang schneller erfasst werden. Gemessen wird dabei jeweils die Lernzeit derselben Informationen (Myers 2014, S. 345).

Das Post- / Follow Up-Design der Hauptuntersuchung

Im Rahmen der drei empirischen Untersuchungen wurde auf eine Datenerhebung während der Prä-Phase verzichtet. Es würde sich dabei um eine Art Zurschaustellung des Nicht-Wissens in Bezug auf die medizinische Wirkung von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden handeln. Die Abfrage von Inhalten, welche erst im Rahmen einer Unterrichtsreihe gelernt werden und zu denen es vermutlich kaum Vorwissen gibt, ist nicht sinnvoll. Aus ethischer Sicht wurde auf eine entsprechende Erhebung in der Prä-Phase verzichtet, um die Schüler*innen nicht „vorführen“ zu wollen. Aus diesem Grund fällt für diese Studie die Wahl auf ein Post- / Follow Up-Design.

Sowohl in der Post-, als auch in der Follow Up-Phase der Hauptuntersuchung wurden problemzentrierte Interviews mit der Durchführung von Wissenstests kombiniert. Die Post-Phase ordnete sich zeitlich etwa zwei Wochen nach der Experimentierreihe ein, die Follow Up-Phase etwa sechs bis acht Wochen später. Für die Interviews wurden in jeder Erhebungsklasse jeweils vier zufällig ausgewählte Schüler*innen sowohl zu affektiven als auch zu kognitiven Aspekten befragt. Eine detaillierte Erläuterung des Interviewleitfadens kann in Kap. 3.4.3 nachgelesen werden. Grundsätzlich sind die Post- und Follow Up-Interviewleitfäden ähnlich strukturiert. Die befragten Schüler*innen wurden aufgefordert, ein Experiment, das ihnen besonders gut gefallen hatte, bzgl. der Durchführung, Beobachtung und Deutung zu erläutern. Besonders der Transfer des im Modellexperiment Gelernten auf das jeweilige Alltagsphänomen spielte eine wichtige Rolle. Anschließend wurde entweder ein weiteres „Lieblingsexperiment“

besprochen oder ein Experiment, das den Schüler*innen nicht so gut gefallen hatte. Neben der kognitiven Behaltensleistung wurde vom Interviewer auch immer eine Begründung zur Bewertung der Experimente eingefordert. Zum Abschluss des Interviews konnten die Schüler*innen von eigenen Erfahrungen mit Heilpflanzen und / oder von möglichen Gesprächen daheim mit den Eltern basierend auf den durchgeführten Experimentiereinheiten berichten. Beim Follow Up-Interview lag der Fokus eher auf dem Aspekt des Erinnerens. Die Erinnerungen an die Experimentierdurchführungen, -beobachtungen sowie -deutungen wurden nicht so intensiv im Detail besprochen, wie dies bei den Post-Interviews der Fall war. Die Wissenstests dagegen wurden eingesetzt, um die reine kognitive Erfassung der Fachinhalte zu untersuchen. Die Post- und Follow Up-Tests unterschieden sich bzgl. der Aufgabenstellungen in ihrer Intensität und Tiefe. Während im Post-Test viele Aufgaben gestellt wurden, die die Vervollständigung von Zeichnungen und Lückentexten oder das Formulieren von kurzen eigenen Texten verlangte, beinhaltete der Follow Up-Test auch einige Multiple Choice-Aufgaben, bei denen „lediglich“ die korrekte Antwort ausgewählt werden musste. Der Grund für die Wahl von Aufgaben mit niedrigerer Kompetenzstufe bzw. mit einem niedrigeren Anforderungsniveau liegt im Vergessen von gelernten Inhalten in Abhängigkeit von vergangener Zeit (Häbe et al. 2018, S. 86). Der Fokus lag hier mehr auf dem Verständnis von grundlegenden Inhalten und weniger auf Detailwissen, wie es im Post-Test abgefragt wurde. Weitere Informationen zur Konzeption der Wissenstests können dem Kap. 3.4.6 entnommen werden.

3.4.8 Triangulation der Methoden

„Zunächst ist Triangulation eine Metapher, die aus der Militärstrategie und der Navigation stammt und meint, durch multiple Bezugspunkte die genaue Position eines Objektes bestimmen zu können. Unter Rekurs auf basale Prinzipien der Geometrie erlauben mehrere Bezugspunkte eben eine genauere Ortsbestimmung.“ (Lamnek und Krell 2016, S. 261)

Im Hinblick auf die qualitative Sozialforschung ermöglicht die Triangulation durch die Verwendung unterschiedlicher Erhebungsmethoden einen multiperspektivischen Blickwinkel auf den Untersuchungsgegenstand (Flick 2011, S. 12). Die Kombination kann außerdem „die Begrenztheit der Einzelmethoden methodologisch [...] überwinden“ (Lamnek und Krell 2016, S. 15) sowie die Validität der qualitativen Forschungsergebnisse sichern (Flick 2017a, S. 310). Bei dieser

Variante der Triangulation handelt es sich um die Methodentriangulation (Lamnek und Krell 2016, S. 155).³¹

Die Triangulation der erhobenen Daten der Hauptuntersuchung

Im Rahmen der Untersuchung wurden drei bzw. vier verschiedene Erhebungsmethoden verwendet und im Rahmen der Datenauswertung trianguliert (s. Abb. 6). Die teilnehmende Beobachtung nahm bei allen drei empirischen Erhebungen der Hauptuntersuchung eine zentrale Stellung ein. Erlebnisprotokolle wurden sowohl von der Studienleiterin selbst, als auch von weiteren Personen angefertigt. Da die Erlebnisprotokolle Erlebtes aus subjektiver Sicht festhalten, wurde in der ersten empirischen Erhebung zusätzlich eine Videographie der Unterrichtsstunden durchgeführt. Da, basierend auf Beobachtungen, auch nur bedingt Aussagen über die affektiven Reaktionen der Schüler*innen während der Durchführung der Experimente gemacht werden konnten, wurde die Methode des problemzentrierten Interviews ergänzt. Sie erlaubt den Schüler*innen aus ihrer persönlichen Sicht, das Erlebte zu schildern und die Experimentiereinheiten individuell zu bewerten. Neben den affektiven Aspekten interessierte auch das kognitive Erfassen bzgl. der erlernten Fachinhalte zu den einzelnen Experimentiereinheiten. Jenes ist nur im Gespräch mit den Schüler*innen im Interview zu erheben, oder mit Hilfe eines Wissenstests, bei dem Aufgaben zu den Fachinhalten gelöst werden müssen.

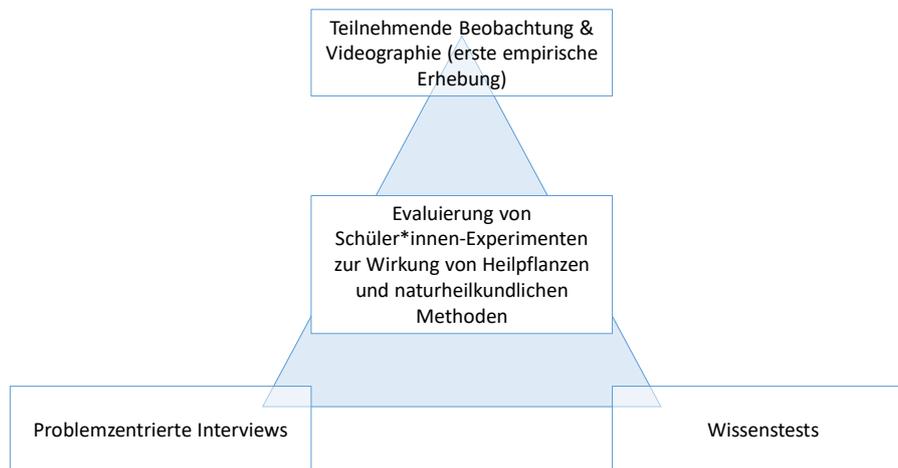


Abb. 6: Methodentriangulation der Untersuchung.

³¹ Die anderen drei Triangulationsformen werden in dieser Arbeit nicht erläutert, da sie im Rahmen der Studie nicht zum Einsatz kommen.

3.5 Fachliche Inhalte der entwickelten Experimentiereinheiten

Für die Durchführung der vorliegenden Studie sind nicht nur die geeigneten Erhebungsmethoden von Bedeutung. Das Herzstück sind die für den Sachunterricht der Jahrgangsstufe vier entwickelten Experimentiereinheiten zur medizinischen Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden. Der Entwicklungsweg zu den sechs handlungsorientierten Experimenten wird im Folgenden begründet dargestellt. Dazu wird auch ein Blick auf die Fachinhalte – in ausführlicher sowie für die Grundschüler*innen in didaktisch reduzierter Form – geworfen. Die Experimentieranleitungen sind im Anhang hinterlegt (s. Kap. 6.5.1).

3.5.1 Auswahl geeigneter heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Inhalte

Bei der Entwicklung der Experimentiereinheiten spielte zunächst die Auswahl geeigneter Heilpflanzen sowie naturheilkundlicher Methoden eine entscheidende Rolle. Dabei wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

➤ **Verfügbarkeit der Heilpflanze**

Um Experimente mit Heilpflanzen durchführen zu können, ist es unbedingt notwendig, dass diese leicht zu erhalten sowie jederzeit verfügbar sind. Eine zeitliche Bindung an die Jahreszeiten stellt eine sehr unflexible Möglichkeit dar, die Experimente in den Sachunterricht einzubinden. Darüber hinaus ist das botanische Wissen über Heilpflanzen sicherlich nicht bei allen Lehrer*innen so sicher, dass sie die Pflanzen eigenständig in der Natur sammeln könnten. Auch das sowieso schon sehr knappe Zeitkontingent im Schulalltag bietet wenig Möglichkeit zum Selbststudium. Daher beschränkte sich die Wahl der möglichen Heilpflanzen auf jene, die in getrockneter Form leicht erhältlich sowie preisgünstig im lokalen Einzelhandel (z.B. Apotheke, Fachgeschäft für Pflanzenbedarf) zu erwerben sind.

➤ **Fachlicher Hintergrund**

Obwohl die fachlichen Hintergründe zu den einzelnen Experimentiereinheiten für den Einsatz im Sachunterricht didaktisch reduziert werden müssen, gibt es einige fachliche Inhalte, die für einen Einsatz in der Grundschule ungeeignet sind. Dazu gehören fachliche Hintergründe, die ein umfangreiches, biochemisches Wissen über den menschlichen Körper voraussetzen. Heilpflanzen, die bspw. an den synaptischen Endigungen

im Nervensystem wirken, sind für Grundschulexperimente zu komplex. Die entwickelten Experimente müssen mit einfachen Teilchenmodellen sowie thematisch in sich abgeschlossenen Einheiten in einer Unterrichtsstunde bearbeitet werden können.

➤ **Lebensweltbezug**

Ein wichtiges Kriterium beim Experimentieren in der Grundschule stellt der Lebensweltbezug dar (Lück 2018, S. 148 ff.). Dies gilt auch für die Heilpflanzen bzw. naturheilkundlichen Methoden der vorliegenden Arbeit. Die Thematisierung von medizinischen Wirkungen bzw. Erkrankungen, die in der Grundschule noch nicht relevant sind, schafft für die Schüler*innen keine Sinnhaftigkeit für die Durchführung eines Experiments. Stattdessen wurden vor allem Heilpflanzen in der Literatur gesichtet, die bei der Behandlung von Erkältungskrankheiten oder anderen alltäglichen Problemen medizinischer Art (z.B. kleine Schnittverletzungen) eingesetzt werden können. Jedes Kind im Grundschulalter kann sich mit Erkältungsleiden, wie z.B. Husten, Schnupfen oder Fieber, aus seinem persönlichen Alltag identifizieren. Daraus kann eine gesteigerte Motivation resultieren, sich mit der medizinischen Wirkung von Heilpflanzen im Experiment zu beschäftigen.

➤ **Praktische Durchführung**

Letztendlich ist die praktische Durchführbarkeit der entwickelten Experimente maßgeblich dafür verantwortlich, ob es zu einem Einsatz im Sachunterricht kommt. Die Experimente müssen mit einfachen und ungefährlichen Haushaltsmaterialien durchgeführt werden können (Lück 2018, S. 148 ff.). Die Verwendung von komplizierten Versuchsaufbauten ist an dieser Stelle nicht sinnvoll und kann zu Verunsicherungen führen, da der Umgang mit entsprechendem Material eher unbekannt ist.

Der Vollständigkeit halber soll an dieser Stelle auch erwähnt werden, dass selbstverständlich keine Experimente entwickelt werden dürfen, die am eigenen Körper durchgeführt werden. Die medizinische Wirkungsweise der unterschiedlichen Heilpflanzen muss über Modellexperimente erarbeitet werden können.

3.5.2 Übersicht der Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden der Experimentiereinheiten

Basierend auf den in Kap. 3.5.1 vorgestellten Kriterien für die Entwicklung von „Heilpflanzen-Experimenten“ für die Grundschule (s. Kap. 2.3.4), konnte zu folgenden Inhalten jeweils eine Experimentiereinheit entwickelt werden (s. Tab. 3):

Tab. 3: Übersicht über die entwickelten Experimentiereinheiten zur medizinischen Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden.

Name der Experimentiereinheit	Inhaltlicher Schwerpunkt	(Bio-) Chemische / Physikalische Inhalte
Das grüne Pflaster für unterwegs	Untersuchung der wundheilungsfördernden Wirkung von Spitzwegerich bei kleinen Schnittverletzungen	Reaktion von Gerbstoffen mit Eiweiß (Eiklar)
Den Duft aus Pflanzen gewinnen	Gewinnung des Hydrolats aus Ätherisch Öl-Drogen (Thymian)	Verdunsten und Kondensieren; Löslichkeit von wasserlöslichen Duftmolekülen
Abwarten, Tee trinken und gesund werden?	Untersuchung der Wirkungsweise von Antioxidantien in grünem Tee	Reaktion der Braunfärbung frisch aufgeschnittener Apfelstücke; Reaktion von Antioxidantien mit Sauerstoff
Die Funktionsweise von Wadenwickeln	experimenteller Nachweis der kühlenden Wirkung von Wadenwickel bei Fieber	Übertragung von Wärme; Verdunsten
Die tropfende Gurke	Darstellung der Wirkungsweise von (hypertonem) Salz-Nasenspray bei Schnupfen	Osmose (Darstellung mit Hilfe einer eingesalzenen Gurkenscheibe)
Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen	Untersuchung der wohltuenden Wirkung von Isländisch Moos-Halstabletten bei kratzenden Halsschmerzen	Schleimbildung durch die im Isländisch Moos enthaltenen Schleimstoffe

Die Hervorhebungen in Tab. 3 weisen auf **Neuentwicklungen** von Experimenten für den Einsatz im Sachunterricht hin. Die anderen Experimentiereinheiten basieren auf Weiterentwicklungen von bestehenden Grundschulexperimenten. Hier wurde der Kontext auf die Thematik der Naturheilkunde angepasst bzw. es wurden einzelne Aspekte aus bestehenden Versuchsanleitungen (z.B. zur wundheilungsfördernden Wirkung) für die „Heilpflanzen-Experimente“ angepasst. Dies ist jeweils in den folgenden Unterkapiteln vermerkt und wird dort detaillierter

erläutert.³² Daneben wird für jede Experimentiereinheit die Experimentiervorschrift mit der entsprechenden Beobachtung kurz vorgestellt. Anschließend erfolgt die Erläuterung des fachlichen Hintergrundes. Dieser stellt bereits eine didaktische Reduktion dar. Die fachwissenschaftlichen Inhalte zum Versuch soll dem Grundschullehrer / der Grundschullehrerin bei der Unterrichtsvorbereitung unterstützen. Abschließend erfolgt jeweils die didaktische Reduktion des Fachinhalts für die Grundschüler*innen der Jahrgangsstufe vier.

Auf eine umfassende biochemische Betrachtung sowie einer experimentellen Analyse der Experimentiereinheiten, die sich mit Heilpflanzen beschäftigen (Spitzwegerich und Isländisch Moos), wurde in dieser didaktisch ausgerichteten Studie verzichtet. Der Nachweis und die Analyse von heilpflanzlichen Inhaltsstoffen gestaltet sich durch die große Bandbreite von chemischen Substanzen, die in einer einzelnen Heilpflanze vereint werden, als sehr große Herausforderung. Die Wirkung einer Heilpflanze ergibt sich meist aus dem gesamten Spektrum der Inhaltsstoffe sowie ihrem Zusammenspiel untereinander (Teuscher et al. 2004, S. 11). Eine detaillierte Beschreibung dieser Herausforderung im Rahmen der Experimentierentwicklung gibt Kap. 3.5.3.

Die ausführlichen Experimentiervorschriften können dem Anhang (s. Kap. 6.5.1) entnommen werden.

3.5.2.1 Das grüne Pflaster für unterwegs

Der Versuch im Überblick

Kalter Spitzwegerich-Tee wird zusammen mit Eiklar in eine Petrischale gegeben. Nach kurzem Schwenken können in der Flüssigkeit kleine weiße, fadenförmige Flocken, die teilweise miteinander vernetzt sind, beobachtet werden (s. Abb. 7).

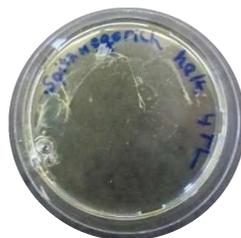


Abb. 7: Beobachtung zum Spitzwegerich-Versuch: Gerinnung von Eiweiß.

³² Die Entwicklung der Experimente fand unter Mithilfe von Barke 2018, Özcan 2019 und Remche 2019 statt.

Bei dem Versuch handelt es sich um eine Weiterentwicklung eines bereits bestehenden Experiments zur blutstillenden Wirkung von Rasiersteinen. Rasiersteine bestehen aus Alaun und bewirken eine Gerinnung von austretendem Blut (z.B. bei einer Schnittverletzung während der Rasur). Um die blutstillende Wirkung darzustellen, wurde auf Eiklar zurückgegriffen (Blume 2002). Dieser Teil der Versuchsanleitung diente als Inspiration bei der Experimentierentwicklung. Für die Auswertung wurde der theoretische Hintergrund für den Einsatz in der Grundschule neu didaktisch reduziert und aufbereitet.

Fachlicher Hintergrund

Spitzwegerich (*Plantago lanceolata* L.s.l.) fällt durch „schmal[e] lanzettliche Blätter [auf], die durch eine parallele Nervatur gekennzeichnet sind und eine Grundrosette bilden“ (Sticher et al. 2015, S. 527). Die Blätter der Spitzwegerich-Pflanze enthalten bis zu 6,5 % Gerbstoffe (van Wyk et al. 2004, S. 246).³³ Mit Eiweißen (wie z.B. dem Hühnereiweiß) können die Gerbstoffe in Wasser schwerlösliche Verbindungen eingehen (Wagner et al. 2007, S. 116). Die Gerbstoffmoleküle lagern sich über verschiedene Wechselwirkungen an einzelne Aminosäuren an und verändern die Struktur der Proteine. Dadurch verlieren sie ihre Wasserlöslichkeit. Beim Zusammenfügen von Eiweiß und kaltem Spitzwegerich-Tee wird die Bildung der schwerlöslichen Verbindungen durch das Auftreten von kleinen, fadenförmigen Flocken erkennbar.

Der Zusammenhang zwischen ausgefälltem Hühnereiweiß und der wundheilungsfördernden Wirkung zeigt sich durch die adstringierende Wirkung von Gerbstoffen auf die menschliche Haut (Schneider und Hiller 1999, S. 127; Büechi und Wegener 2005). Durch diese zusammenziehende Eigenschaft wirken Gerbstoffe wundheilungsfördernd (Mayer und Will 2018). Sie beschleunigen darüber hinaus die Blutgerinnung (Büechi und Wegener 2005).

Die menschliche Haut kann grob betrachtet in drei Schichten eingeteilt werden (s. Abb. 8): Epidermis (Oberhaut), Dermis (Lederhaut) und Subkutis (Unterhaut) (Kerscher 2004, S. 2 ff.).

³³ Im Labor wurde ein qualitativer Gerbstoff-Nachweis mit dem im Schüler*innen-Experiment verwendeten kalten Teeauszug nach Rahfeld durchgeführt (Rahfeld 2017, S. 392). Die detaillierte Versuchsvorschrift kann dem Anhang (s. Kap. 6.6) entnommen werden. Gerbstoffe reagieren, nach Zugabe einer Eisen(III)chlorid-Lösung, mit einer blauschwarzen bzw. grünscharzen Färbung. Der kalte Spitzwegerichteeteefarbte sich direkt nach Zugabe der Eisen(III)chlorid-Lösung grünscharz.

Die Dermis besteht zu einem großen Teil aus Kollagenfasern (orange)³⁴. Außerdem durchziehen Blutgefäße (rot) die mittlere Hautschicht (Kerscher 2004, S. 12).

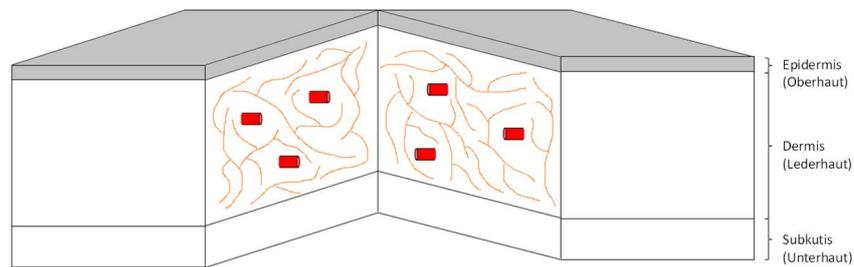


Abb. 8: Querschnitt durch die menschliche Haut. Nach den Informationen aus dem Text nach Kerscher wurde die Abbildung erstellt (Kerscher 2004, S. 2 ff.). Eine detaillierte Erläuterung kann dem Fließtext entnommen werden.

Abb. 9 zeigt die adstringierende Wirkung der Gerbstoffe (grün) auf der Hautoberfläche, die sie dort lokal entfalten. Durch eine Zusammenlagerung mit den Kollagen-Proteinen bildet sich eine wasserunlösliche Schutzschicht. Diese Schutzschicht wird auch als Koagulationsmembran bezeichnet. Diese dichtet das verletzte Gewebe oberflächlich ab und wirkt auf diese Weise reizmildernd, entzündungswidrig und sekretionshemmend (Sticher et al. 2015, S. 813). Durch den adstringierenden Effekt „schrumpft“ die betroffene Haut zusammen und die oberflächliche Durchblutung nimmt ab, da die kleinen Kapillargefäße abgedichtet werden (Bühning und Girsch 2016, S. 332). Aus chemischer Sicht bilden sich in einem reversiblen Vorgang zwischen den Gerbstoffmolekülen und den unterschiedlichen Aminosäureresten des Proteins verschiedene Wechselwirkungen aus³⁵ (Wagner et al. 2007, S. 116).

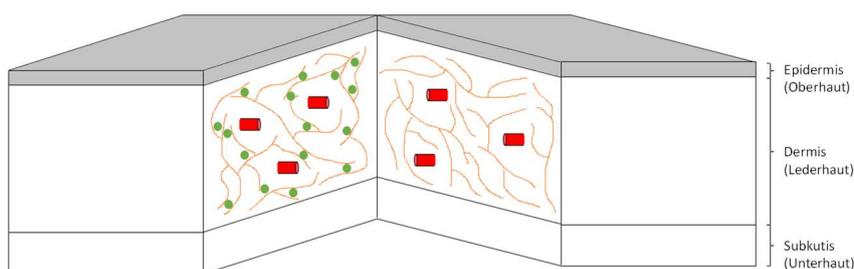


Abb. 9: Wechselwirkung zwischen Kollagen-Fasern und Gerbstoffen im Querschnitt durch die menschliche Haut. Nach den Informationen aus dem Text nach Kerscher wurde die Abbildung erstellt (Kerscher 2004, S. 2 ff.). Eine detaillierte Erläuterung kann dem Fließtext entnommen werden.

³⁴ Kollagen ist ein wichtiges Stütz- und Strukturprotein der Haut (Wagner et al. 2007, S. 277).

³⁵ Bei einer Kondensationsreaktion zwischen einem Gerbstoff und einer basischen Aminosäure entsteht eine Wasserstoffbrückenbindung. Bei einer Kondensationsreaktion zwischen Gerbstoff und einer Hydroxyaminosäure bildet sich eine ionische Bindung aus (Wagner et al. 2007, S. 117).

Weitere Inhaltsstoffe im Spitzwegerich besitzen eine keimhemmende Wirkung, die dafür sorgt, dass keine Bakterien und andere Fremdkörper in die Wunde eindringen können (Mayer und Will 2018). Dadurch wird der Wundheilungsprozess optimal unterstützt.

Bezüglich der positiven Auswirkung der Gerbstoffe auf die Wundheilung fehlen bislang experimentelle Nachweise (Sticher et al. 2015, S. 813; Scholz 1994). Es gibt lediglich erste *in vitro*- und *in vivo*-Versuche, die darauf hindeuten, dass Gerbstoffe eine Wirkung auf die Blutgerinnung und die Wundheilung ausüben (Büechi und Wegener 2005). Der Volksmedizin ist die äußerliche Anwendung von Spitzwegerich als wundheilendes und entzündungshemmendes Mittel schon lange bekannt (Sticher et al. 2015, S. 528).

Didaktisch reduzierte Erklärung für die Grundschule³⁶

Es entstehen kleine weiße, fadenförmige Flocken, wenn zum Eiklar kalter Spitzwegerich-Tee hinzugegeben wird. Eiklar besteht zu einem großen Anteil aus Eiweiß (McGee 2016, S. 92). Der Aufbau von Eiweißteilchen ist vergleichbar mit langen, gegeneinander beweglichen Fäden. Jeder Eiweißfaden ist zu einer bestimmten Struktur verknäult – ganz ähnlich, wie bei einem Wollknäuel. Jedes „Eiweiß-Wollknäuel“ ist in Wasser löslich (McGee 2016, S. 98).

Der Spitzwegerich enthält sogenannte Gerbstoffe. Wird Spitzwegerich-Tee zu Eiklar hinzugegeben, lagern sich die Gerbstoffteilchen an die Eiweiß-Teilchen an (s. Abb. 10). Dazu sind die Gerbstoffteilchen mit kleinen Haken ausgestattet, um sich mit den Eiweißfäden vernetzen zu können.

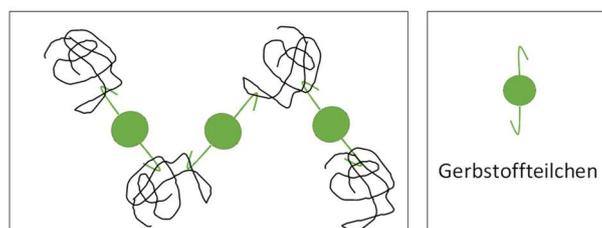


Abb. 10: Die Vernetzung von Eiweißteilchen durch Gerbstoffteilchen.

³⁶ Wenn nicht anders angegeben, basieren die fachlichen Informationen auf denselben Literaturangaben, wie in der vorherigen fachlichen Erklärung.

Die oben beschriebene Wollknäuel-Struktur verändert sich. Dadurch löst sich der Komplex aus Eiweiß und Gerbstoff nicht mehr in Wasser und die kleinen weißen, fadenförmigen Flocken können im Experiment beobachtet werden.

Es stellt sich nun die Frage, wie das Experiment mit dem Thema der Wundheilung zusammenhängt. Dazu wird zunächst die Entstehung einer Wunde in den Fokus gerückt. Bei einem versehentlichen Schnitt in den Finger werden nicht nur die Haut, sondern auch die Blutgefäße, die sich durch diese ziehen, verletzt. Dadurch tritt Blut aus der Wunde aus. Der Körper hat von Natur aus bereits ein sehr gutes System entwickelt, um einen zu hohen Blutverlust zu verhindern (Campbell 2016, S. 1246 f.). Durch die äußere Behandlung mit Spitzwegerich kann dieses Erste Hilfe-System jedoch optimal unterstützt werden. Die Gerbstoffteilchen aus dem Spitzwegerich können – genau wie beim Hühnereiweiß – mit den Eiweißen auf der Haut reagieren. Dabei verändert sich ebenfalls wieder die Struktur der Hauteiweiße, so dass sich der Gerbstoff-Protein-Komplex nicht mehr in Wasser löst und sich wie eine Schutzschicht über die Wunde legt – ähnlich wie ein Pflaster. Dadurch wird diese vor äußeren Einflüssen geschützt. Gleichzeitig wird auch ein weiterer Austritt von Blut aus der Wunde verhindert.

Da der Spitzwegerich häufig an Wegesrändern wächst, und damit schnell und oft verfügbar ist, gilt er auch als *Grünes Pflaster für unterwegs* (Ganz 2014).

3.5.2.2 Den Duft aus Pflanzen gewinnen

Der Versuch im Überblick

Kochendes Wasser wird zusammen mit Thymian in eine große Glasschale gegeben, in die anschließend eine kleinere Schale positioniert wird. Ein Stück Frischhaltefolie bedeckt die Öffnung der großen Schale. Abschließend wird ein Stein mittig auf die Frischhaltefolie platziert (s. Abb. 11). Kleine Tropfen setzen sich an der Glasinnenwand der großen Schale sowie auf der Innenseite der Frischhaltefolie ab, laufen mittig zum tiefsten Punkt der Frischhaltefolie und tropfen letztendlich in die kleine Schale. Von dort können sie in ein Schnappdeckelglas pipettiert und einer Geruchsprobe unterzogen werden.

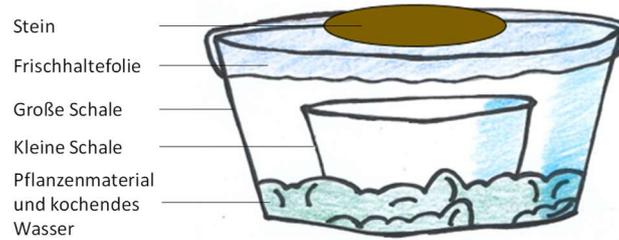


Abb. 11: Aufbau für das Experiment zur Duftgewinnung aus Thymian.

Ausgangspunkt und Inspiration der Entwicklung zur Duftgewinnung waren die Wasserdampfdestillation (s.u.) sowie unterschiedliche Internetquellen, die Vorschriften für das Destillieren zu Hause mit einfachen Haushaltsmaterialien vorschlagen.³⁷

Fachlicher Hintergrund

Pflanzen, die zu den sogenannten Ätherisch Öl-Drogen zählen, enthalten diverse Aroma- und Duftstoffe. Es handelt sich dabei um ätherische Öle – flüchtige und schwer wasserlösliche Substanzen (Gietz et al. 2014, S. 44).

„Fast alle Arten aus den Familien der Apiaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Pinaceae, Piperaceae, Rutaceae und Zingiberaceae führen ätherisches Öl. Seit langem ist bekannt, dass hauptsächlich solche Pflanzen Öl liefern, die sich durch das Vorkommen morphologisch differenzierter Gebilde auszeichnen, die als Exkretbehälter – auch als Ölbehälter und Öldrüsen – bezeichnet werden.“
(Sticher et al. 2015, S. 666)

In diesem Versuch wird Thymian zur Duftgewinnung verwendet. Thymian besteht aus den getrockneten Stängeln von *Thymus vulgaris* L. und / oder *Thymus zygis* L. (beide Fam. Lamiaceae), die von ihren Blättern und Blüten befreit wurden. Der Geruch von Thymian lässt sich als würzig beschreiben (Sticher et al. 2015, S. 716).

Die Wasserdampfdestillation stellt eine Möglichkeit dar, das ätherische Öl aus der Pflanze zu gewinnen (Wagner et al. 2007, S. 47). Das zerkleinerte Pflanzenmaterial wird dazu in kochendes Wasser gegeben. In diese Mischung wird Wasserdampf eingeleitet. „Die leicht flüchtigen

³⁷ Bsp.: Beitrag des Bayerischen Rundfunks „Heilendes Kräuterwasser – Destillat aus Blüten und Blättern“ vom 30.06.2017 im Rahmen der Sendung „Unser Land“. In diesem Beitrag wird gezeigt, wie mit einfachen Haushaltsgegenständen Lavendelhydrolat gewonnen werden kann. Die Folge kann in der BR-Mediathek angeschaut werden (Vogel 2017).

Aromastoffe werden durch den heißen Dampf mitgerissen“ (Gietz et al. 2014, S. 44). Das Destillat, welches am Ende der Apparatur abgekühlt wird und damit kondensiert, enthält zwei Phasen. Die ätherischen Öle können dann leicht mit einer Pipette abgetrennt werden. Eine einfache Destillation kommt an dieser Stelle nicht in Frage, da sich die ätherischen Öle bei höheren Temperaturen zersetzen (Gietz et al. 2014, S. 44).

Das Destillat einer Wasserdampfdestillation besteht zu einem großen Teil aus dem Hydrolat (duftendes Wasser). In diesem befinden sich überwiegend die wasserlöslichen Wirkstoffe der Pflanze. Das ätherische Öl schwimmt in einer dünnen Schicht meist auf dem Hydrolat (Aazza et al. 2012). Hydrolate sind im Vergleich zu ätherischen Ölen in ihrer Wirkung etwas schwächer und daher auch sehr gut in der Pädiatrie, in Rücksprache mit dem behandelnden Kinderarzt, einsetzbar (Fischer-Rizzi 2011, S. 26; Kastner und Kubelka 2019, S. 259).

Durch den Vergleich des Aufbaus einer Wasserdampfdestillation mit dem in der Experimentiereinheit verwendeten Versuchsaufbau (s. Abb. 11), fällt der Unterschied deutlich auf. Um den Versuch in der Grundschule durchführen zu können, sind experimentelle Reduktionen notwendig. Da in dieser Variante auf das Einleiten von Wasserdampf sowie auf das Erhitzen der Pflanzen-Wasser-Mischung verzichtet wird, wird das ätherische Öl – wenn überhaupt – nur in sehr kleiner Ausbeute gewonnen. Bei dem aufgefangenen Destillat handelt es sich größtenteils um das Hydrolat, welches jedoch auch schon ein zur jeweiligen Pflanze passendes Dufterlebnis bietet.

Didaktisch reduzierte Erklärung für die Grundschule³⁸

Viele Pflanzen enthalten ein breites Spektrum an Duft- und Aromastoffen. Unterschieden werden wasserlösliche Duftstoffe von wasserunlöslichen. Vor allem letztere verleihen der Pflanze den für sie charakteristischen Duft (und Geschmack). Es handelt sich dabei um die sog. ätherischen Öle. Pflanzen mit ätherischen Ölen sind z.B. Thymian, Pfefferminze oder Eukalyptus. Auch die wasserlöslichen Duft- und Aromastoffe tragen zum typischen Aroma einer Pflanze bei – jedoch in schwächerer und milderer Form.

Mit der in diesem Experiment verwendeten Methode ist es möglich, den Duft aus Pflanzen zu gewinnen. Dazu werden zerkleinerte Pflanzenstücke mit kochendem Wasser übergossen. Die

³⁸ Wenn nicht anders angegeben, basieren die fachlichen Informationen auf denselben Literaturangaben, wie in der vorherigen fachlichen Erklärung.

wasserlöslichen Duftteilchen lösen sich im Wasser und steigen mit dem Wasserdampf auf. Dieser Vorgang wird als Verdunstung bezeichnet (s. Abb. 12). Sobald die Wasserteilchen im Wasserdampf (blaue Kreise) mit den Duftteilchen (weiße Kreise) auf die kalte Frischhaltefolie treffen, entsteht wieder flüssiges Wasser. Das ist an den Tropfen erkennbar, die sich an der Frischehaltefolie bilden. Dieser Vorgang wird als Kondensation bezeichnet. Das flüssige Wasser läuft nun – aufgrund der Absenkung durch den Stein – in die Mitte der Frischhaltefolie und tropft an der tiefsten Stelle in die kleine Schale ab. Die Duftteilchen befinden sich ebenfalls in der kleinen Schale und geben der Flüssigkeit den für die verwendete Pflanze charakteristischen Geruch. Mit dieser Methode werden vor allem die wasserlöslichen Duftteilchen gewonnen. Die Ausbeute der wasserunlöslichen Bestandteile ist dagegen verschwindend gering. Das Hydrolat hält sich bei Zimmertemperatur wenige Tage – im Kühlschrank etwas länger.

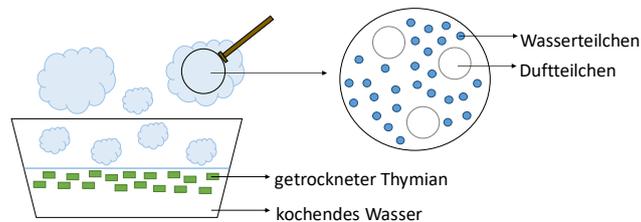


Abb. 12: Die wasserlöslichen Duftteilchen aus den Thymianblättern lösen sich im Wasser.

Um die Gewinnung der wasserlöslichen Duftteilchen zu veranschaulichen, wurde für die Deutung dieser Experimentiereinheit ein haptisches Teilchenmodell aus Styroporkugeln entwickelt (s. Abb. 13). Die weiße Styroporkugel symbolisiert das Duftteilchen. Die kleineren, blauen Styroporkugeln stellen die Wasserteilchen dar. Das gegenseitige Anheften der Klettverschlüsse verdeutlicht den Lösungsvorgang der Duftteilchen in Wasser. Durch das Anheben eines Wasserteilchens (Vorgang des Verdunstens) werden alle anderen Teilchen mit angehoben.



Abb. 13: Teilchenmodell zur Erklärung der Gewinnung von wasserlöslichen Duftteilchen.

3.5.2.3 Abwarten, Tee trinken und gesund werden?

Der Versuch im Überblick

Ein frisch aufgeschnittener Apfel wird mit grünem Tee beträufelt und beobachtet. Zum Vergleich wird ein unbehandeltes Apfelstück danebengelegt. Mit der Zeit verfärbt sich die Schnittstelle des unbehandelten Apfels bräunlich. Das mit grünem Tee behandelte Apfelstück bleibt unverändert bzw. verfärbt sich nur geringfügig braun (s. Abb. 14).

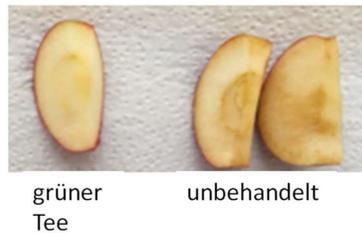


Abb. 14: Beobachtung der Braunfärbung nach der Behandlung eines Apfelstücks mit grünem Tee (links) bzw. eines unbehandelten Apfels (rechts). Die Fotografie wurde aus der Masterarbeit von Regina Remche (2019) entnommen.

Die Experimentiervorschrift wurde verändert und angepasst nach der von Lück entwickelten Vorschrift zur Untersuchung der Antioxidantien in Zitronensaft (Lück 2013b, S. 58 ff.).

Fachlicher Hintergrund

Wenn ein Apfel frisch aufgeschnitten wird, dann verfärbt sich die Schnittstelle nach einiger Zeit bräunlich (Abele 2011, S. 109). Dafür ist die im Apfel enthaltene Monophenol-Monooxygenase verantwortlich. Das Enzym kann in Gegenwart von Sauerstoff auf pflanzliche Phenole einwirken und diese oxidieren. Die dabei entstehenden Reaktionsprodukte zeigen eine bräunliche Färbung (Wagner et al. 2007, S. 88). Darüber hinaus schützen sie den Apfel vor pathogenen Mikroorganismen. Die Braunfärbung kann durch sogenannte Antioxidantien hinausgezögert bzw. verhindert werden. Bei Antioxidantien handelt es sich um komplexe, chemische Verbindungen (Matissek und Baltes 2016, S. 239 f.). Von Natur aus enthalten Äpfel bereits das Antioxidans Vitamin C. Im Vergleich zu anderen Obstsorten, z.B. Zitronen, ist der Vitamin C-Gehalt jedoch eher gering. 100 g Äpfel weisen 12 mg Vitamin C auf, Zitronen dagegen 50 – 80 mg pro 100 g (Berlitz et al. 2008, S. 420; Streller und Roth 2009, S. 51). Neben

Zitronen enthält auch grüner Tee große Mengen an Antioxidantien (McGee 2016, S. 509). Hierbei handelt es sich um phenolische Verbindungen (Flavonoide, Phenolsäuren) (Matissek und Baltes 2016, S. 16).

Die im grünen Tee enthaltenen Antioxidantien können frisch aufgeschnittene Apfelstücke vor einer starken Braunfärbung schützen. Antioxidantien verhindern, dass eine andere Substanz oxidiert werden kann. Stattdessen werden die Antioxidantien selbst oxidiert (Matissek und Baltes 2016, S. 239 ff.). Je mehr Antioxidans enthalten ist, desto stärker wird die Braunfärbung der Apfelstücke verhindert.

Didaktisch reduzierte Erklärung für die Grundschule³⁹

Wenn ein Apfel frisch aufgeschnitten wird, dann verfärbt sich die Schnittstelle nach einiger Zeit bräunlich. An die Schnittflächen des Apfels gelangen Sauerstoffteilchen aus der Luft (s. Abb. 15). Diese reagieren mit dem Apfelstückchen. Eine Reaktion mit Sauerstoff wird auch als Oxidation bezeichnet. Dort, wo die Oxidation stattfindet, verfärbt sich der Apfel braun. Der Apfel sieht zwar nicht mehr so ansprechend aus, aber er ist immer noch genau so gesund, wie vorher.

Die Braunfärbung von Apfelstückchen sowie von anderen Obstsorten kann hinausgezögert bzw. verhindert werden. Dazu werden sogenannte Antioxidantien benötigt. Antioxidantien sind z.B. in Zitronen oder in grünem Tee enthalten. Bei dem Antioxidans in Zitronen handelt es sich um das Vitamin C.

Antioxidantien können mit dem Luftsauerstoff reagieren. Sie werden also selbst oxidiert (s. Abb. 15): Antioxidantien opfern sich sozusagen auf. Dadurch verhindern sie die Reaktion von Luftsauerstoff mit dem Obst. Je mehr Antioxidantien auf das Apfelstückchen gegeben werden, desto stärker kann die Braunfärbung hinausgezögert bzw. verhindert werden (Auswertung nach Lück (Lück 2013b, S. 58 ff.)).

³⁹ Wenn nicht anders angegeben, basieren die fachlichen Informationen auf denselben Literaturangaben, wie in der vorherigen fachlichen Erklärung.

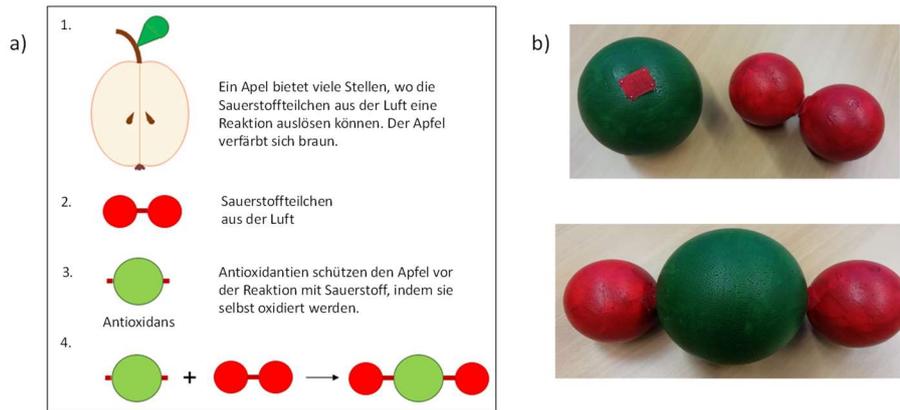


Abb. 15: Schematische Darstellung (a) und haptisches Modell (b) zur Wirkung von Antioxidantien auf Teilchenebene.

Abschließend muss die Frage beantwortet werden, ob Tee wirklich so gesund ist, dass er sogar Krankheiten bekämpfen kann. Natürlich ist Tee kein Wunderheilmittel und sollte auch nicht den Gang zum Arzt sowie die Einnahme von Medikamenten ersetzen. Im menschlichen Körper gibt es eine Vielzahl von Reaktionen mit Sauerstoff, die unerwünscht sind und aus denen verschiedene Krankheiten resultieren können. Um diese Reaktionen zu verhindern, können, genau wie beim Apfel, Antioxidantien helfen. Antioxidantien kann der menschliche Körper nicht selbst herstellen. Er muss diese mit der Nahrung aufnehmen – z.B. über das Trinken von grünem Tee. Der Verzehr von Tee und Zitronen unterstützt also eine gesunde Lebensweise.

3.5.2.4 Die Funktionsweise von Wadenwickeln

Der Versuch im Überblick

Zwei gleich große Konservendosen werden mit etwa 45 °C warmem Wasser gefüllt. Eine der beiden Dosen wird mit nassem Küchenpapier umwickelt. Mit Hilfe von zwei Thermometern wird die sich verändernde Wassertemperatur in den beiden Dosen gemessen (s. Abb. 16). Der Temperaturunterschied nach drei Minuten wird notiert. Die Temperatur des Wassers in der Konservendose, die mit dem nassen Küchenpapier umwickelt wurde, ist im Vergleich zur Wassertemperatur in der anderen Konservendose deutlich stärker gesunken.

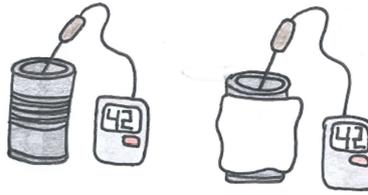


Abb. 16: Aufbau des Versuchs zur Untersuchung der Funktionsweise von Wadenwickeln.

Die Experimentieranleitung wurde in Anlehnung an der von Lück erstellten Vorschrift zur Kühlung eines Getränks ohne Kühlschrank entwickelt (Lück 2016, S. 34 f.).

Fachlicher Hintergrund

Die Gesamtheit aller Teilchen in einem gegebenen Volumen flüssigen Wassers weist eine statistische Geschwindigkeitsverteilung auf. Die tatsächlichen einzelnen Geschwindigkeiten aller Teilchen sind nicht bekannt. Eine Beschäftigung mit „statistischen Aussagen über die Teilchengeschwindigkeiten“ genügt (Elstner 2017, S. 262). Dabei tritt der Fall auf, dass nur die schnellen Wassermoleküle mit einer ausreichend hohen kinetischen Energie den Flüssigkeitsverband verlassen und in die Gasphase übertreten können (Brown et al. 2018, S. 486). Der Wechsel vom flüssigen zum gasförmigen Aggregatzustand wird zusätzlich durch die Wechselwirkungen (hier: Wasserstoffbrückenbindungen) zwischen den Wassermolekülen beeinflusst (Elstner 2017, S. 276 f.). Der Energieaufwand für die Überwindung der Wechselwirkungen erhöht sich entsprechend.

Kinetische Energie E_{kin} kann auch als Bewegungsenergie bezeichnet werden. Sie ist von der Masse m der Teilchen und der Geschwindigkeit v abhängig (Bannwarth et al. 2019, S. 285).

$$E_{kin} = 1/2m \times v^2 \quad (1)$$

Auf makrophysikalischer Ebene äußert sich eine hohe kinetische Energie von Teilchen durch eine höhere Temperatur. Je höher die Temperatur des Wassers ist, desto schneller bewegen sich die Wassermoleküle im Mittel (Bannwarth et al. 2019, S. 285).

Wie oben bereits erwähnt, können zunächst die schnellen Wassermoleküle den Flüssigkeitsverband verlassen und verdunsten (Bannwarth et al. 2019, S. 181). Aber auch die Wassermoleküle mit einer geringeren kinetischen Energie streben einen Wechsel in den gasförmigen

Zustand an. Bei diesem handelt es sich im Vergleich zum flüssigen Zustand stets um den wahrscheinlicheren. Dieser Zusammenhang wird durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik formuliert: Stoffe und Energie zeigen die Tendenz, „sich in einer weniger geordneten Weise zu verteilen“ (Blumenthal et al. 2006, S. 135). Im gasförmigen Zustand steht den Wassermolekülen, im Vergleich zum flüssigen Aggregatzustand, eine größere Anzahl an Anordnungsmöglichkeiten zur Verfügung. Dieser Zusammenhang wird durch die Entropie S definiert. Die Änderung der Entropie kann folgendermaßen beschrieben werden:

$$ds = \frac{dq_{rev}}{T} \quad (2)$$

Bei einem reversiblen Prozess kennzeichnet der Quotient der ausgetauschten Wärmemenge q_{rev} und der Temperatur T die Änderung der Entropie S (Blumenthal et al. 2006, S. 136). Prozesse, wie z.B. die Verdunstung, werden in die Richtung einer zunehmenden Entropie begünstigt (Blumenthal et al. 2006, S. 135).

Damit die Wassermoleküle mit einer geringeren kinetischen Energie ebenfalls in den gasförmigen Zustand wechseln können, benötigen sie zusätzliche Energie. Diese wird dem flüssigen Wasser in Form von thermischer Energie (Verdampfungswärme) entzogen. Daraus resultiert eine Abkühlung des Wassers, die als Verdunstungskälte definiert wird (Paschotta 2018). Diesen Effekt nutzt auch der menschliche Körper, wenn er durch die Produktion von Schweiß eine Abkühlung herbeiführt und hierdurch die Körpertemperatur reguliert (Harten 2017, S. 172).

Bei der Konservendose, die mit einem nassen Küchenpapier umwickelt wird, laufen die gerade beschriebenen Prozesse freiwillig ab. Das im Küchenpapier eingeschlossene flüssige Wasser erwärmt sich beim Umwickeln um die warme Konservendose. Die zugeführte thermische Energie aus der Dose ermöglicht die Verdunstung der Wassermoleküle aus dem Küchenpapier. Das warme Wasser in der Dose wiederum kühlt ab (Verdunstungskälte). Ein trockenes Küchenpapier wirkt dagegen eher isolierend, da der Wärmeaustausch mit der Umgebung unterbrochen wird.

Bei einem Wadenwickel wird mit einem nassen Tuch die warme Wade des Patienten umwickelt. Die Verdunstungskälte wird ausgenutzt, um die aufgrund des Fiebers erhöhte Körpertemperatur langsam abzusenken.

Didaktisch reduzierte Erklärung für die Grundschule⁴⁰

Wasserteilchen können vom flüssigen in den gasförmigen Zustand wechseln. Dieser Übergang wird als Verdunstung bezeichnet. Abb. 17 zeigt beide Zustände. Die Wasserteilchen werden durch blaue Kreise symbolisiert. Im flüssigen Wasserverband bewegen sich alle Wasserteilchen mit einer unterschiedlichen Geschwindigkeit. Darüber hinaus ziehen sie sich untereinander an. Auf der Abbildung wird deutlich, dass die Wasserteilchen im gasförmigen Zustand mehr Möglichkeiten besitzen, sich anzuordnen. Ferner sinkt die Anziehungskraft zwischen den einzelnen Wasserteilchen. Aufgrund dessen ist der gasförmige Zustand der von Wasserteilchen bevorzugte.

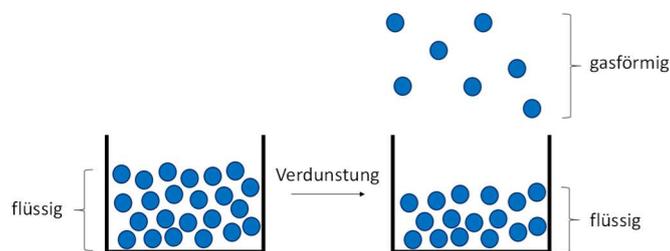


Abb. 17: Darstellung der Verdunstung auf Teilchenebene.

Die Wasserteilchen mit einer hohen Geschwindigkeit können leicht in den gasförmigen Zustand wechseln. Durch die schnelle Bewegung können sie sich der Anziehungskräfte der benachbarten Wasserteilchen widersetzen. Aber auch die Wasserteilchen mit geringeren Geschwindigkeiten streben einen Wechsel in den gasförmigen Zustand an. Dazu benötigen sie Starthilfe in Form von Wärme, die vom Wasser aus der Dose zur Verfügung gestellt wird (s.u. Teilchenmodell in Abb. 18). Aus diesem Grund kühlt sich das Wasser in der Dose ab. Dieser Zusammenhang ist vergleichbar mit dem Prozess des Aufwärmens bei einer sportlichen Aktivität.

Das gerade beschriebene Prinzip findet ebenfalls auf dem Küchenpapier um die warme Konservendose statt bzw. beim Umwickeln einer warmen Wade eines fiebrigen Patienten mit einem nassen Tuch. Mit einem trockenen Tuch kann dieser Effekt nicht erzielt werden, da dieses

⁴⁰ Wenn nicht anders angegeben, basieren die fachlichen Informationen auf denselben Literaturangaben, wie in der vorherigen fachlichen Erklärung.

eher eine isolierende Wirkung besitzt – ganz ähnlich, wenn im Winter eine Jacke getragen wird.⁴¹

Im angefeuchteten Wadenwickel befinden sich die Wasserteilchen im flüssigen Zustand. Damit diese in den gasförmigen Zustand wechseln können, benötigen sie Energie, die in Form von Wärme zur Verfügung gestellt wird. Die Wärme wird in diesem Fall dem fiebrigen Körper entzogen. Bei Fieber leidet der Patient an einer erhöhten Körpertemperatur, welche mit Hilfe des Wadenwickels gesenkt werden soll.

Exkurs: Verwendung eines Animismus zur Erklärung der Wärmeübertragung zwischen Teilchen

In Wasser befinden sich viele Wasserteilchen. Die Wasserteilchen nehmen im flüssigen Wasser nicht einen festen Platz ein, sondern sie bewegen sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Wenn Wasser erwärmt wird (wie das Wasser in der Konservendose), dann nimmt insgesamt die Geschwindigkeit aller Wasserteilchen zu. Daraus resultiert, dass vermehrt Wasserteilchen aneinanderstoßen und dabei Wärme übertragen können. Das Konzept „Wärme“ ist vergleichbar mit einem kleinen Paket, welches die Wasserteilchen tragen. Die Wasserteilchen können das Wärmepaket an benachbarte Wasserteilchen übertragen, die selbst noch keines besitzen. So wird die Wärme immer von dem Ort mit der höheren Temperatur zu dem Ort mit der niedrigeren Temperatur transportiert (s. Abb. 18).⁴²

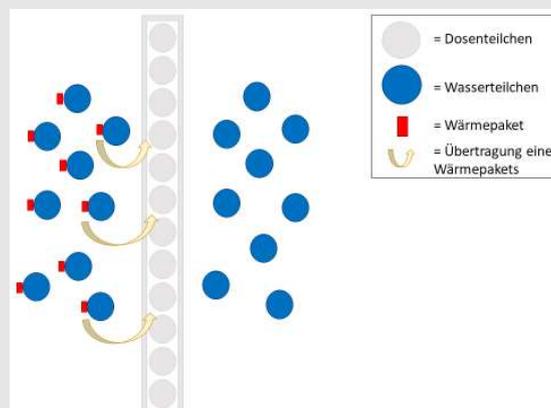


Abb. 18: Die Übertragung von Wärme zwischen Wasser- und Dosenteilchen.

⁴¹ Die Wärmekapazität von Luft ist, im Vergleich zu Wasser, sehr gering (Langeheinecke et al. 2017, S. 458). Die Gasteilchen in der Luft können die Wärme (-pakete) nicht gut aufnehmen. Wasser dagegen – mit einer sehr hohen Wärmekapazität – nimmt die Wärme (-pakete) sehr gerne auf.

Anmerkung: Die Erklärung der Wärmeübertragung zwischen Teilchen mithilfe von Wärmepaketten wird im Exkurs (s.o.) detaillierter erläutert.

⁴² Anmerkung:

- hohe Temperatur = viele Wärmepakete
- niedrige Temperatur = wenige Wärmepakete

Wärmepakete können ebenfalls an die Teilchen, die sich in der Dosenwand befinden, abgegeben werden (s. Abb. 18). Die „Dosenpartikel“ wiederum können die Wärmepakete an die Wasserteilchen im Küchenpapier abgeben. Da das Wasser im Küchenpapier eine niedrigere Temperatur misst, als das Wasser in der Konservendose, können die Wärmepakete an die Wasserteilchen im Küchenpapier abgegeben werden.

Dadurch, dass die Wasserteilchen in der Konservendose ihre Wärmepakete abgeben, sinkt die Temperatur des Wassers in der Konservendose.

3.5.2.5 Die tropfende Gurke

Der Versuch im Überblick

Eingesalzene Gurkenscheiben werden aufgespießt auf eine kleine Schale gelegt und beobachtet (s. Abb. 19). Nach kurzer Zeit beginnen die Gurkenscheiben zu tropfen.



Abb. 19: Versuchsaufbau zur tropfenden Gurke.

Die Vorschrift zur tropfenden Gurke wurde in Anlehnung an ein Experiment entwickelt, welches aus dem von Lück erstellten Praktikumsskript für die Ausbildung der Lehramtsstudierenden des Sachunterrichts stammt. In diesem Versuch wird der Gewichtsunterschied zwischen einer in Kochsalzlösung und in destilliertem Wasser eingelegten Kartoffelscheibe ermittelt. Für den „Nasenspray-Versuch“ wurde jedoch die Gurkenscheibe gewählt, da der Wassergehalt einer Gurke bei 97 % liegt (Heseker und Heseker 2013, S. 62). Auf diese Weise kann die wasserentziehende Wirkung von Salz durch die Grundschüler*innen eindrucksvoller beobachtet werden.

Fachlicher Hintergrund

Die Salatgurke besteht zu 97 % aus Wasser. Der natürliche Salzgehalt liegt dagegen bei annähernd 0 %. (Heseker und Heseker 2013, S. 62). Nach Zugabe von Kochsalz bildet sich zwischen

der Gurke und der Umgebung ein Konzentrationsgefälle. Um das Konzentrationsungleichgewicht auszugleichen, „diffundiert [das Wasser] so lange vom Ort höherer Konzentration zum Ort niedrigerer Konzentration, bis die Konzentrationen ausgeglichen sind“. Dazu diffundiert das Wasser entlang des Konzentrationsgefälles (Campbell 2016, S. 171). Da dieses im Beispiel der Gurke besonders groß ist, kommt es zur Bildung von Wassertropfen. Bei Erreichen einer bestimmten Größe tropfen diese von der Gurke in das Schälchen.

Um den Zusammenhang zwischen einer tropfenden Gurke und der Wirkungsweise von Salz-Nasenspray verstehen zu können, muss zunächst das Phänomen Schnupfen erklärt werden. Die Nasenschleimhaut schwillt an und verursacht eine schlechte Nasenatmung.⁴³ Abhilfe kann ein hypertones Salz-Nasenspray schaffen. Der natürliche Salzgehalt der Nasenschleimhaut liegt bei 0,9 % (Lingenhöhl 1999).⁴⁴ Hypertone Salz-Nasensprays beinhalten eine etwa 2,2 %ige Salzlösung und gelten damit im Vergleich zum Salzgehalt des menschlichen Körpers als hypertone.⁴⁵ Durch die Verwendung eines hypertonen Nasensprays entsteht ein Konzentrationsgefälle: Das Nasenspray entzieht der angeschwollenen Nasenschleimhaut das überschüssige Wasser. Die Schleimhaut schwillt ab und eine freie Nasenatmung ist wieder möglich (HNO-Nachrichten 2009). Das entzogene Wasser macht sich durch eine „tropfende Nase“ und einen damit vermehrten Bedarf an Taschentüchern bemerkbar.

Hypertone Salz-Nasensprays besitzen gegenüber den Nasensprays mit chemisch-synthetischen Wirkstoffen (Sympathikomimetika) einen entscheidenden Vorteil. Bei zu langer Anwendung von entsprechenden abschwellenden Nasensprays kann ein Gewöhnungseffekt auftreten: „Je stärker die abschwellende Wirkung der [...] Nasentropfen ist, desto stärker ist auch die nach 4 – 6 h auftretende reaktive Hyperämie der Nasenschleimhaut“ (Lenarz und

⁴³ Bei einem virusbedingten Schnupfen treten virale Krankheitserreger über die Nase in den menschlichen Körper ein und führen zu Schleimhautveränderungen in der Nase. Es entstehen Schleimhautödeme (Ödem = Flüssigkeitsansammlung in der Haut, die zu einer Schwellung des Gewebes führt). Darüber hinaus sammeln sich vermehrt Abwehrzellen in dem betroffenen Gewebe an, die für die Beseitigung der Krankheitserreger verantwortlich sind. Außerdem stellen sich die Blutgefäße weit. Es handelt sich um körpereigene Abwehrvorgänge, die für eine Reizung der Nasen- und Rachenschleimhaut verantwortlich sind. Durch die weiter gestellten Gefäße kommt es zu einer verstärkten Durchblutung (Hyperämie) sowie einer vermehrten Produktion von Nasensekret. Das Durchatmen wird deutlich erschwert (Riechelmann und Klimek 1997, S. 121).

⁴⁴ Eine 0,9 %ige Natriumchlorid-Lösung besitzt denselben osmotischen Druck wie das menschliche Blut (Lingenhöhl 1999).

⁴⁵ Bsp.: Wick VapoSpray® mit Meerwasser – Hypertonisches Spray zur Nasenspülung. Dieses Nasenspray enthält eine hypertone Salzlösung mit natürlichem Meerwasser (2,3 % Salz) (Procter & Gamble 2020).

Boenninghaus 2012, S. 188). Der Betroffene muss dann erneut zu den abschwellenden Nasentropfen greifen und ein Gewöhnungseffekt entsteht (Lenarz und Boenninghaus 2012, S. 188). Die abschwellende Wirkung dieser Nasensprays beruht auf einer Reduktion der Durchblutung der Nasenschleimhaut, dadurch nimmt die Schleimproduktion ab und die freie Nasenatmung ist wieder möglich (Loew Dieter et al. 1997, S. 182).

Didaktisch reduzierte Erklärung für die Grundschule⁴⁶

Die Salatgurke besteht zu einem sehr großen Anteil aus Wasser. Kochsalz ist natürlicherweise kaum bis gar nicht enthalten. Durch die Zugabe von Kochsalz entsteht ein großer Konzentrationsunterschied zwischen der Gurke und der Umgebung.

Um den Konzentrationsunterschied auszugleichen (s. Abb. 20), wandern die Wasserteilchen (blaue Kreise) aus der Gurke heraus. Das Wasser fließt von einem Ort mit niedrigerer Salzkonzentration zu einem Ort mit höherer Salzkonzentration (Salzteilchen = rote Kreise). Das aus der Gurke austretende Wasser zeigt sich im Experiment durch kleine Tropfen. In Abb. 20 wird das austretene Wasser durch die schwarzen Pfeile symbolisiert. Theoretisch würde so viel Wasser aus der Gurke herauswandern, bis die Salzkonzentrationen innerhalb und außerhalb der Gurke ausgeglichen sind. Da jedoch in diesem Experiment sehr viel Salz eingesetzt wird, reicht dazu die natürliche Wassermenge in einer Gurkenscheibe nicht aus. Über einen längeren Zeitraum hinweg würde die Gurkenscheibe eintrocknen.

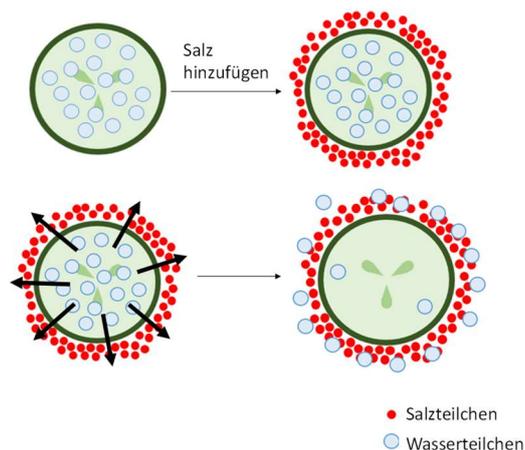


Abb. 20: Vorgänge auf der Teilchenebene auf der Oberfläche einer eingesalzenen Gurkenscheibe.

⁴⁶ Wenn nicht anders angegeben, basieren die fachlichen Informationen auf denselben Literaturangaben, wie in der vorherigen fachlichen Erklärung.

Im Folgenden wird der Zusammenhang zwischen der tropfenden Gurke und der Wirkungsweise von Salz-Nasenspray bei Schnupfen erklärt. Bei einem Schnupfen wird die Atmung durch die Nase erschwert, da das Innere der Nase u.a. durch die Anlagerung von Wasser anschwillt. Die Nasenschleimhaut ist entzündet. Diese natürliche Abwehrreaktion des menschlichen Körpers sorgt dafür, dass viele Abwehrzellen in die Nase transportiert werden. Trotzdem kann dieser Zustand für die betroffene Person, vor allem während des Schlafens, anstrengend sein. Um Abhilfe zu schaffen, kann ein Salz-Nasenspray mit einem im Vergleich zum menschlichen Körper höheren Salzgehalt verwendet werden. An der Nasenschleimhaut entsteht ein Konzentrationsunterschied – ganz ähnlich wie bei der Gurke. Das überschüssige Wasser aus der Nasenschleimhaut wird durch den höheren Salzgehalt des Nasensprays entzogen. Das Innere der Nase schwillt ab und die Nasenatmung ist wieder möglich.

3.5.2.6 Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen

Der Versuch im Überblick

Eine aufgekochte Mischung aus Wasser und getrocknetem Isländisch Moos wird noch heiß durch ein Sieb gepresst. Die aufgefangene Flüssigkeit geliert in kurzer Zeit (s. Abb. 21). Um die wohltuende Wirkung von Isländisch Moos zu untersuchen, wird ein Teil des Gels auf ein Stück raues Schleifpapier gestrichen. Nach einer Lagerung über Nacht im Kühlschrank fühlt sich das behandelte Schleifpapier glatt an.



Abb. 21: Isländisch Moos - Gel.

Das Experiment zur Wirkungsweise von Isländisch Moos bei Halsschmerzen wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Jahrgangsstufe vier neu entwickelt.

Fachlicher Hintergrund

Isländisch Moos (*Cetraria islandica* L.) gehört zu den Strauchflechten. Es handelt sich bei Flechten um eine Symbiose zweier artfremder Organismen, die jedoch beide voneinander profitieren. Bei Isländisch Moos „liefern die Algen [...] die Photosyntheseprodukte, die Pilze [...] Mineralstoffe und Wasser“. Flechten ermöglichen sich dadurch das Überleben in einer sehr nährstoffarmen Umgebung (Sticher et al. 2015, S. 401).

Isländisch Moos enthält bis zu 50 % Schleimstoffe. Diese sind für die Bildung eines Gels beim Abkühlen des heißen Pflanzenauszuges verantwortlich. Die Hauptschleimstoffe sind Lichenin (größerer Anteil) und Isolichenin. Isolichenin löst sich in kaltem Wasser – Lichenin erst in heißem. Dies ist auch der Grund, weshalb der Pflanzenauszug erhitzt werden muss (Sticher et al. 2015, S. 401).

Lichenin und Isolichenin gehören zu der Gruppe der Polysaccharide. Diese bestehen aus vielen miteinander verknüpften Glucoseeinheiten (Zuckereinheiten) und bilden eine lange Kette.⁴⁷ Daher kann die Vorstellung eines „Schleimstoff-Fadens“ verwendet werden. Beim Abkühlen lagern sich Abschnitte mit einem ähnlichen Aufbau von verschiedenen „Schleimstoff-Fäden“ aneinander an und es entsteht ein großes dreidimensionales Netzwerk. Dabei bilden sich auch kleine Hohlräume, in denen sich die Wassermoleküle einlagern können. Es entsteht ein feuchtes Gel (s. Abb. 22) (Sticher et al. 2015, S. 354).

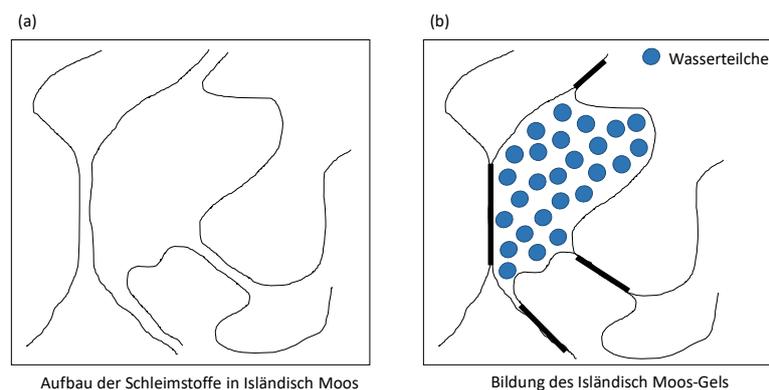


Abb. 22: Die Gelierung eines heißen Pflanzenauszuges von Isländisch Moos. (a) Aufbau der Schleimstoffe in Isländisch Moos. (b) Bildung des Isländisch Moos-Gels.

⁴⁷ Das Lichenin besteht aus Polysaccharidteilchen mit einer regulären bzw. geordneten Anordnung der einzelnen Glucoseeinheiten. Dadurch zeigen Licheninteilchen eine definierte Struktur (z.B. Helices). Isolichenin dagegen besteht aus Polysaccharidteilchen mit einer irregulären bzw. ungeordneten Anordnung der einzelnen Glucoseeinheiten. Dadurch weisen Isolicheninteilchen keine geordnete Struktur auf und liegen als „Zufallsknäuel“ vor (Sticher et al. 2015, S. 352).

Die genaue chemische Struktur des „Isländisch Moos – Gels“ ist nicht bekannt. Die Zusammensetzung der Polysaccharide (neben Lichenin und Isolichenin gibt es noch weitere) ist komplex und kann von Pflanze zu Pflanze schwanken. Damit liegt eine hohe strukturelle Variabilität vor, die sich auch in einer Veränderlichkeit der physikochemischen Eigenschaften äußert (Sticher et al. 2015, S. 390). Der „absolute Gehalt [hat daher] keine Aussagekraft für den therapeutischen Wert einer Schleimdroge“ (Sticher et al. 2015, S. 390). Es müssten viele verschiedene „anspruchsvolle analytische Methoden kombiniert werden, deren Aufwand in keinem Verhältnis zum Nutzen hinsichtlich der Verwendung von Schleimdrogen steht“ (Sticher et al. 2015, S. 390) (für detailliertere inhaltliche Informationen s. Kap. 3.5.3).

Die Oberfläche der gesunden Mund-Rachen-Schleimhaut wird durch ein Sekret vor äußeren Einflüssen geschützt (Behrbohm 2010). Bei einer entzündeten Rachenschleimhaut, wie sie bei Husten und Halsschmerzen häufig vorliegt, ist diese natürliche Schleimschicht beeinträchtigt: Die Schutz- und Barrierefunktion ist gestört (Sticher et al. 2015, S. 391). Krankheitserreger können so leichter in den Körper eindringen. Darüber hinaus liegen die Nervenendigungen in der Schleimhaut, die einen Hustenreiz auslösen können, durch die veränderte Sekretschrift frei und es kommt zu vermehrtem Husten (Sticher et al. 2015, S. 391).

Das Isländisch Moos- Gel legt sich wie eine Schutzschicht auf die gereizte, trockene Mund- und Rachenschleimhaut und kann so den Hustenreiz stillen (Sticher et al. 2015, S. 391).⁴⁸ Dieser physikalische Wirkvorgang kann mit einem rauen Schleifpapier demonstriert werden. Nach dem Ausstreichen des Gels fühlt sich die Oberfläche glatt und nicht mehr rau an.⁴⁹

Besonders bei Kindern konnte „eine gute Verträglichkeit für Lutschpastillen mit Isländisch Moos“ gezeigt werden (Behrbohm 2010).

⁴⁸ Die physikalische Wirkung von Isländisch Moos bei Halsschmerzen wurde durch den Arzneimittelhersteller Engelhard (Herstellung der isla® Pastillen mit Isländisch Moos-Extrakt) im Rahmen eines E-Mail-Verkehrs im Juli 2018 bestätigt. Der gelartige Schleim, der sich beim Lutschen aus den in den Pastillen enthaltenem Isländisch Moos-Auszug bildet, legt sich als Schutzfilm über die gereizten Stellen im Hals und kann so zu einer Linderung der Symptome führen.

⁴⁹ Das Schleifpapier soll das raue und kratzige Gefühl, das bei Halsschmerzen und Reizhusten auftritt, verdeutlichen.

Didaktisch reduzierte Erklärung für die Grundschule⁵⁰

Bei der Pflanze Isländisch Moos handelt es sich um eine besondere Pflanze: Sie enthält sogenannte Schleimstoffe, die für das „Isländisch Moos – Gel“ verantwortlich sind. Die Schleimstoffe lösen sich in Wasser, ein Teil sogar nur in heißem Wasser. Aus diesem Grund muss die Pflanzen-Wasser-Mischung auch unbedingt aufgekocht werden. Gäbe es eine Lupe, die auf Teilchenebenen vergrößern könnte, wären viele lange Fäden zu sehen. Beim Abkühlen der aufgekochten und ausgepressten Pflanzenmischung geschieht folgendes: Die einzelnen Schleimstoff-Fäden lagern sich zu einem riesigen Netzwerk – ähnlich einem Fischernetz – aneinander. Dabei entstehen kleine Hohlräume, in denen sich das Wasser ansammeln kann. Die flüssige Mischung wird fester und es bildet sich ein Gel (s. Abb. 22).

In einem gesunden Hals ist die (Schleim-) Haut mit einer schützenden Schicht aus körpereigenem Schleim überzogen. Bei Halsschmerzen oder Reizhusten fehlt an einigen Stellen die Schleimschicht. Dadurch wird die (Schleim-) Haut stark gereizt und der Hustenreiz ist erhöht. Das Isländisch Moos-Gel legt sich wie eine Schutzschicht auf die gereizte und trockene (Schleim-) Haut im Hals. Diese Wirkung kann mit dem rauen Schleifpapier demonstriert werden.

3.5.3 Die Herausforderung bei der Experimentierentwicklung am Beispiel von Isländisch Moos

Einige der in den vorherigen Kapiteln vorgestellten Experimentiereinheiten basieren auf bereits bestehenden Experimenten für die Grundschule und wurden auf dieser Grundlage weiterentwickelt bzw. hinsichtlich des Kontextes „Heilpflanzen“ angepasst. Die Experimentiereinheit zur Wirkungsweise von Isländisch Moos bei Halsschmerzen wurde dagegen im Rahmen der vorliegenden Studie neu entwickelt. Im Zuge der Experimentierentwicklung entstand die Frage nach einer qualitativen Gehaltsanalyse von Lichenin bzw. Isolichenin in dem gewonnenen Isländisch Moos-Gel des Schüler*innen-Experiments (s. Kap. 3.5.2.6). Eine entsprechende Analyse sollte die Frage beantworten, dass tatsächlich Lichenin und Isolichenin für die Gelbildung verantwortlich sind.

⁵⁰ Wenn nicht anders angegeben basieren die fachlichen Informationen auf denselben Literaturangaben, wie in der vorherigen fachlichen Erklärung.

Der Thallus von Isländisch Moos enthält insgesamt mehr als 50 % wasserlösliche Polysaccharide. Lichenin repräsentiert die Hauptkomponente. Es handelt sich um ein lineares Polysaccharid (β -D-Glucan) mit jeweils 60 – 200 Glycosyleinheiten, die zu etwa 70 % β -(1 \rightarrow 4)- und zu 30 % β -(1 \rightarrow 3)-glykosidisch miteinander verknüpft sind. Formal ergibt sich daraus folgende Struktur: Cellobiose- und Cellotrioseeinheiten sind jeweils durch Laminaribiose getrennt (s. Abb. 23). Lichenin ist nur in heißem Wasser löslich (Sticher et al. 2015, S. 401).

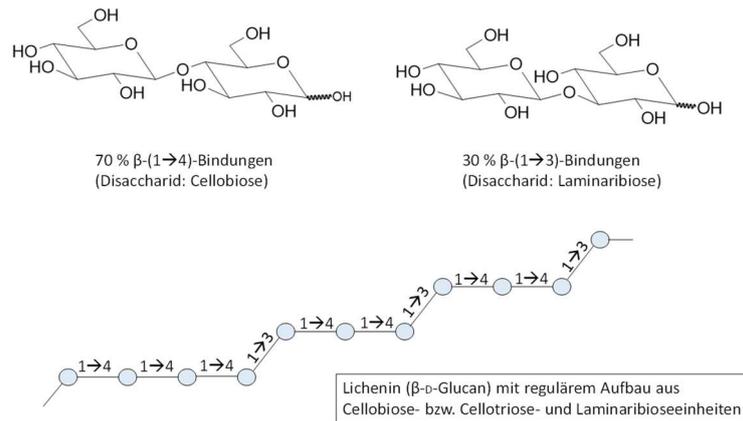


Abb. 23: Ausschnitte aus der chemischen Struktur von Lichenin. Lichenin zeigt einen regelmäßigen Aufbau von Cellobiose- und Cellotrioseeinheiten, die jeweils durch Laminaribiose getrennt sind. (Abbildung erstellt nach Sticher et al. (Sticher et al. 2015, S. 402)).

Neben der Hauptkomponente Lichenin, ist im Thallus als zweite Komponente Isolichenin enthalten. Isolichenin ist bereits in kaltem Wasser löslich und liegt ebenfalls linear vor. Jedoch zeigt dieses Polysaccharid keinen so regelmäßigen Aufbau wie das Lichenin. Das α -D-Glucan besteht aus 42 – 44 Glycosyleinheiten, die zu etwa 55 % durch α -(1 \rightarrow 3)- und zu etwa 45 % durch α -(1 \rightarrow 4)-glykosidisch verknüpft sind (s. Abb. 24). Neben den beiden genannten Polysacchariden kommen noch weitere in Isländisch Moos vor, jedoch in deutlich geringeren Anteilen (Sticher et al. 2015, S. 401).

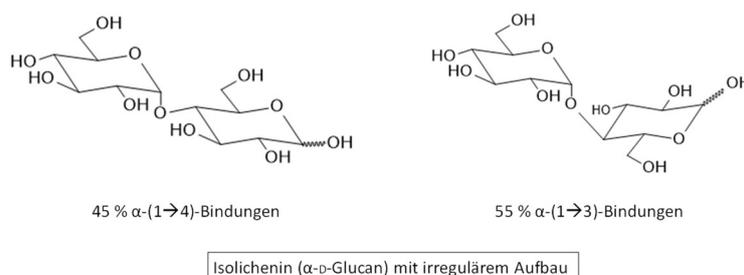


Abb. 24: Ausschnitte aus der chemischen Struktur von Isolichenin. Isolichenin zeigt einen unregelmäßigen Aufbau von Maltose- und Nigerose-Einheiten sind. (Abbildung erstellt nach Sticher et al. (Sticher et al. 2015, S. 402)).

Eine große Herausforderung für eine qualitative Analyse stellt die unbekannt sowie komplexe Zusammensetzung der Polysaccharide dar. Diese unterliegt natürlichen Schwankungen und unterscheidet sich je nach Standort von Pflanze zu Pflanze. Das Resultat ist eine sehr hohe strukturelle Variabilität. Eine Analyse, die den absoluten Gehalt an Polysacchariden sowie die Zusammensetzung ermittelt, beansprucht eine Kombination vieler verschiedener, aufwändiger Methoden.⁵¹ Der resultierende pragmatische Mehrgewinn rechtfertigt nicht den experimentellen Aufwand im Labor. (Sticher et al. 2015, S. 390).⁵² Aus diesem Grund wurde im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit auf eine umfassende Analyse des im Schüler*innen-Experiment gewonnenen Isländisch Moos-Gels verzichtet. Als „indirekter (theoretischer) Hinweis“ auf das Vorhandensein von Lichenin und Isolichenin wird die oben aufgeführte Literaturrecherche herangezogen.⁵³

⁵¹ Nachfolgend sollen einige Beispiele genannt werden:

Morris führte 1942 Untersuchungen zu Lichenin aus Hafer durch. Dazu gewann er über eine fraktionierte Fällung mit Essigsäure das Lichenin und bestimmte den optischen Drehwert. Außerdem führte er eine Kupferchloridkristallisationsanalyse durch (Morris 1942).

1982 untersuchten Dais und Perlin Lichenin mit Hilfe der ¹³C-NMR-Spektroskopie (Dais und Perlin 1982). Dazu isolierten sie nach einem von Perlin und Suzuki entwickelten (und sehr aufwändigem) Rezept das Lichenin aus der getrockneten Isländisch Moos-Pflanze (Perlin und Suzuki 1962).

2010 analysierten Du Clou und Walford Lichenin mittels einer Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung. Allerdings wurde für diese Analyse bereits reines Lichenin verwendet (Du Clou und Walford 2010).

Bereits der kurze Überblick zeigt, dass keine einheitlichen Methoden zur Analyse von Lichenin vorliegen. Ein großer Teil der Forschung zu diesem Thema fand in der Mitte des 20. Jahrhunderts statt. Danach wurden nur noch vereinzelt Arbeiten zu dieser Thematik veröffentlicht. Diese Literaturrecherche bestätigt den Eindruck der großen Herausforderung bzgl. einer Analyse von Lichenin in Isländisch Moos.

⁵² Im November 2018 fand zu der Analyse-Problematik des im Schüler*innen-Experiments gewonnenen Isländisch Moos-Gels ein Gespräch mit Frau Prof. Dr. Veronica Isabel Dodero statt. Frau Dodero ist Mitarbeiterin des Arbeitskreises *Organische Chemie III* von Herrn Prof. Dr. Norbert Sewald an der Universität Bielefeld. Neben der großen Erfahrung an unterschiedlichen Analysemethoden organischer Verbindungen, profitierte die Experimentierentwicklung zum Isländisch Moos vor allem von dem umfangreichen Wissen rund um Heilpflanzen und ihrer Analyse der Inhaltsstoffe. In diesem Gespräch bestätigte sich der durch die Literatur gewonnene Eindruck, dass eine sehr aufwändige Analyse des Isländisch Moos-Gels in keinem Verhältnis zu ihrem Nutzen stünde.

⁵³ Der „indirekte Hinweis“ wird durch einen E-Mail-Verkehr von dem Arzneimittel-Hersteller Engelhard (isla® Pastillen mit Isländisch Moos-Extrakt) im Juli 2018 gestützt: „Die in den isla® Pastillen enthaltenen Schleimstoffe setzen sich aus den Inhaltsstoffen des Isländisch Moos zusammen. Isländisch Moos (*Cetraria islandica* syn. *Lichen islandicus*) ist eine Flechte und die Inhaltsstoffe sind zu über 50 % Polysaccharide, insbesondere Lichenin und Isolichenin. Lichenin ist ein unverzweigtes, celluloseähnliches Polysaccharid, das aus 60 – 200 Glucoseresen aufgebaut ist. Die Zuckerreste sind zu 30 % β -1,3- und zu 70 % β -1,4-glykosidisch miteinander verknüpft. Isolichenin ist aus etwa 40 Glucoseeinheiten aufgebaut, die α -1,3- bzw. α -1,4-glykosidisch verknüpft sind. Wässrige Auszüge aus der Pflanze, wie sie in isla® verwendet werden, bestehen zu über 80% aus diesen Polysacchariden, die einen gallertartigen Schleim ausbilden.“

3.6 Beschreibung der Untersuchung

Mit den in Kap. 3.4 vorgestellten Erhebungsmethoden sowie den in Kap. 3.5 beschriebenen Experimentiereinheiten steht das Rüstzeug für die in dieser Forschungsarbeit durchgeführte Untersuchung, deren Beschreibung im folgenden Kapitel im Fokus steht. Ihr Ablauf sowie der organisatorische Rahmen sollen im Folgenden dargestellt werden. Zunächst wird ein kurzer Blick auf die Voruntersuchung geworfen, um dann schwerpunktmäßig auf die Hauptuntersuchung mit den drei empirischen Erhebungen einzugehen. Neben den organisatorischen Rahmenbedingungen werden die Kriterien thematisiert, die die Grundlage für das allgemeine Unterrichtskonzept der Erhebungsstunden bilden. Abschließend wird exemplarisch der Unterrichtsentwurf zu einer Experimentiereinheit dargestellt.

3.6.1 Voruntersuchung

In diesem Kapitel werden der Ablauf und die Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung im Rahmen der Voruntersuchung beschrieben. Die Voruntersuchung gilt im gesamten Untersuchungsdesign als erster explorativer Vorstoß in das Forschungsfeld nach der theoretischen Experimentier- und Unterrichtsmaterialentwicklung. Daher startete der erste Probelauf der neu entwickelten Experimentiereinheiten mit folgenden Fragen, die im Vorfeld theoretisch erarbeitet wurden:

- Inwiefern bieten Experimentiereinheiten zu Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden einen Lebensweltbezug und schaffen damit eine Sinnhaftigkeit der Experimente für die Schüler*innen?
- Wie kann ein schüler*innen-gerechtes Experimentiersetting geschaffen werden (in Bezug auf die Verständlichkeit der Durchführung und den Umgang mit den Experimentiermaterialien)?
- Wie gestaltet sich der kognitive Umgang der Schüler*innen mit den didaktisch reduzierten Fachinhalten während des Unterrichts?

Es wird deutlich, dass affektive Aspekte in Bezug auf das Erleben während der unterschiedlichen Phasen der Experimentiereinheiten in der Voruntersuchung noch nicht analysiert werden sollen. Im Fokus der Erprobung der neuen Experimente stehen zunächst rein praktische Interessen: Gelingt den Schüler*innen mit dem zur Verfügung gestellten Experimentier- und

Arbeitsmaterial die Durchführung und Bearbeitung der einzelnen Experimente? Sind die einzelnen Fachinhalte für die Jahrgangsstufe vier adressatengerecht aufbereitet und didaktisch reduziert? Hierbei ist nicht die Erinnerungsfähigkeit an Inhalte über einen bestimmten Zeitraum von Interesse. Daher wird bei der teilnehmenden Beobachtung zur Beantwortung der Frage nach der kognitiven Erfassung ein besonderes Augenmerk auf die Schüler*innen-Beiträge im Unterrichtsgespräch sowie auf die Bearbeitung der erstellten Arbeitsmaterialien gelegt.

Die Auswahl der Voruntersuchungsgruppe

Auch wenn der Fokus der Voruntersuchung nicht auf der Beantwortung der Forschungsfragen liegt, sondern viel mehr ein erstes exploratives Herantasten an den Forschungsgegenstand darstellt, muss auch hier die Untersuchungsgruppe sinnvoll gewählt werden. Die Wahl einer Stichprobe ist die Methode, um die Zielsetzung einer Untersuchung zu erreichen (Lamnek und Krell 2016, S. 180 f.).

Die theoretische Experimentierentwicklung fand mit Blick auf den Einsatz in der vierten Jahrgangsstufe der Grundschule statt. Damit ist die formale Voraussetzung für die Auswahl einer Untersuchungsgruppe gegeben. Daneben sollte die Größe der Gruppe ebenfalls berücksichtigt werden. Um in der teilnehmenden Beobachtung einen ersten, intensiven Einblick in den Umgang der Schüler*innen mit den Experimenten und den Fachinhalten erhalten zu können, sollte zunächst eine kleine Gruppengröße ausgewählt werden. Nach den genannten Kriterien wurde die Voruntersuchung in einer Sachunterrichts-AG einer Grundschule (Grundschule 1^{54, 55}) durchgeführt. Die Sachunterrichts-AG⁵⁶ wurde zu diesem Zeitpunkt von fünf Schüler*innen mehrerer vierter Klassen besucht.

⁵⁴ In Grundschule 1 wurden ebenfalls die erste und dritte empirische Erhebung der Hauptuntersuchung durchgeführt.

⁵⁵ Um die Anonymität der Schüler*innen zu wahren, wird die Grundschule nicht namentlich erwähnt, sondern mit Grundschule 1 bezeichnet.

⁵⁶ Die Sachunterrichts-AG fand im Rahmen des Förderbandes statt.

Die Grundschule

In Grundschule 1 werden etwa 300 Schüler*innen von 18 Lehrer*innen unterrichtet. Das Kollegium wird von einer sozialpädagogischen Fachkraft sowie einer Vertretungskraft unterstützt. Die Grundschule hat sich besonders die Aktivierung und Aufrechterhaltung der Neugier zum Ziel gemacht. Die Sachunterrichts-AG wurde genau zu diesem Zweck in den Stundenplan integriert. Sie findet im Rahmen der individuellen Förderung und Forderung des Förderbandes statt. Der wöchentliche Stundenplan berücksichtigt etwa zwei Stunden Förderband für alle Schüler*innen. Je nach Interesse und Leistungsstand werden die Schüler*innen auf thematisch unterschiedliche AGs verteilt.

Die Hospitation

Bevor die eigentliche Voruntersuchung durchgeführt wurde, fand eine erste Hospitationsphase von Dezember 2018 bis März 2019 zweimal wöchentlich statt. Diese Phase wurde vor allem für ein gegenseitiges Kennenlernen genutzt. Der Studienleiterin wurde die Möglichkeit geboten, einen praxisnahen Einblick in die Arbeit des Grundschulunterrichts zu erhalten, um sich auf das eigene Unterrichten im Sachunterricht einzustimmen.⁵⁷ Zu Beginn der Hospitation wurde die Beobachterin und der Grund ihres Besuches den Schüler*innen vorgestellt.

Die Sachunterrichts-AG fand in einem separaten kleinen Arbeitsraum statt. In diesem befand sich ein großer, zirkulär aufgebauter Gruppentisch, der Platz für bis zu etwa acht Schüler*innen bot. Die Lehrperson saß zusammen mit den Schüler*innen an dem Gruppentisch, so dass nicht die sonst typisch frontale Unterrichtssituation herrschte. Für die Beobachtung wurde in der Regel eine Position neben der Lehrperson am Gruppentisch gewählt. So konnten alle Schüler*innen optimal in den Beobachtungsfokus genommen werden. Während der Arbeitsphasen kam es aber auch immer wieder zu Interaktionen mit den Schüler*innen.

Während der Beobachtung wurden einige wichtige Aspekte handschriftlich festgehalten, die im Anschluss an die Unterrichtsstunde in die Erstellung eines Erlebnisprotokolls flossen.

⁵⁷ Die Studienleiterin selbst hat das Lehramtsstudium für Gymnasien und Gesamtschulen absolviert.

Der zeitliche und organisatorische Rahmen der Voruntersuchung

Im Anschluss an die Hospitation fand unmittelbar die Voruntersuchung statt. Der zeitliche Verlauf ist in Tab. 4 festgehalten. An jedem aufgeführten Datum wurde eine 45-minütige Experimentiereinheit durchgeführt.

Tab. 4: Zeitlicher Verlauf der Voruntersuchung.

Datum	Experiment
11.03.2019	Die tropfende Gurke
13.03.2019	Abwarten, Tee trinken und gesund werden?
18.03.2019	Das grüne Pflaster für unterwegs
25.03.2019	Die Funktionsweise von Wadenwickeln
27.03.2019	Den Duft aus Pflanzen gewinnen ⁵⁸
01.04.2019	Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 1
08.04.2019	Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 2

Die einzelnen Experimentiereinheiten wurden von der Untersuchungsleitung und den Schüler*innen gemeinsam durchgeführt. Die Lehrperson unterstützte lediglich in den experimentellen Phasen bei der Durchführung. Zusätzlich wurden die Unterrichtsstunden jeweils von Mitgliedern der Arbeitsgruppe besucht und beobachtet. Dazu fertigten sie, wie die Studienleiterin auch, im Anschluss ein schriftliches Erlebnisprotokoll an. Ihre Beobachtungen orientierten sich ebenfalls an den Fragen für die Voruntersuchung.

Die Ergebnisse der Voruntersuchung

Die Erlebnisprotokolle wurden zur Beantwortung der oben gestellten Fragen einer qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen. Tab. 5 zeigt eine Übersicht der gebildeten Kategorien. Diese werden anschließend auf die einzelnen Fragen bezogen. Die Tabelle zeigt die Kategorien, die thematisch in Oberkategorien zusammenfassend strukturiert wurden.

⁵⁸ In der Voruntersuchung fand das Experiment zur Duftgewinnung noch einstündig statt.

3 Empirische Untersuchung

Tab. 5: Kategorieschema der teilnehmenden Beobachtung der Voruntersuchung. Wenn nicht anders vermerkt, konnten die Kategorien in den Erlebnisprotokollen zu allen Experimentierereignissen kodiert werden [SuS = Schüler*innen; L = Lehrperson].

Oberkategorie	Kategorie	Ankerbeispiele
Sinnhaftigkeit	Unterrichtseinstieg	L gestaltet einen Unterrichtseinstieg nach den Prinzipien des Storytellings mit Alltagsbezug und schafft dadurch eine (intrinsische) Motivation.
	Alltagsbezug	Die Reaktionen und Aussagen der SuS zeigen, dass sie selber schon einmal den Inhalt des Unterrichtseinstieges erlebt haben.
Experimentiersetting	vorbereitete Lernumgebung	Das Konzept nach Montessori – die vorbereitete Lernumgebung – ist nicht direkt zu erkennen. Die Beobachterin merkt aber positiv an, dass ein solches Experimentiersetting auch gut für Sachunterrichtslehrkräfte durchführbar sei, da nicht viele (und nicht ungewöhnliche) Materialien benötigt werden.
	verständliche Durchführung	Die Aussagen bzw. die Reaktionen der SuS zeigen, dass sie die Durchführung verstanden haben.
	übersichtliches Experimentiersetting	Alle Materialien werden den Gruppen in einer kleinen Experimentierkiste zur Verfügung gestellt. Dadurch verläuft das Experimentieren strukturierter. <u>Antioxidantien im Tee:</u> Für die „Beschriftung“ der Apfelstücke wurden im Vorfeld durch L kleine Zettel vorbereitet. So gerieten die SuS mit dem Apfelstückchen nicht durcheinander.
	Gruppenaufgaben	<u>Isländisch Moos – Teil 1:</u> Die einzelnen Gruppenmitglieder bekommen bestimmte Aufgaben zugeordnet, die sie während der Experimentierphase erledigen müssen. Die Gruppenmitglieder nahmen ihre Aufgaben sehr ernst. Die Gruppenaufgaben sorgten für ein Experimentieren ohne Durcheinander.
	Reproduzierbarkeit	Alle SuS konnten bei dem Experiment dasselbe Ergebnis beobachten.
fachlicher Hintergrund	Vermutungen	Vor der eigentlichen Auswertung werden die SuS nach ihren Vermutungen befragt. Dabei kamen schon sehr gute Ideen zusammen.
	Deutungen	Die Aussagen und die Reaktionen der SuS zeigen, dass sie die didaktisch reduzierten Inhalte der Auswertung verstanden haben.
	Arbeitsmaterialien	Zur Verschriftlichung der Auswertung füllen die SuS ein Arbeitsblatt aus. Das Arbeitsmaterial ist verständlich und übersichtlich gestaltet. Es hilft die Auswertung noch einmal zu wiederholen.
	Transfer	Die SuS können das neu gelernte Wissen auf den Alltag beziehen bzw. auf das entsprechende Alltagsphänomen transferieren.
Materialüberarbeitung	Reduktion von Experimentiermaterialien	Für das zweite Experiment [Antioxidantien im Tee] sind mehr Materialien notwendig, als für das erste Experiment [Die tropfende Gurke]. Die SuS greifen in die Kiste und beginnen willkürlich mit dem Experiment. L schlägt vor, erst einmal alle Materialien aus der Kiste herauszuholen und auf dem Arbeitsplatz zu sortieren. So gelingt ein übersichtlicheres Experimentieren. Es stellt sich die Frage, ob die Menge der benötigten Materialien reduziert werden kann.

3 Empirische Untersuchung

Oberkategorie	Kategorie	Ankerbeispiele
	Differenzierung	Eine der beiden Gruppen war schneller mit dem Experiment fertig, als die andere. Als Vorschlag zur zeitlichen Differenzierung: Die SuS, die schneller experimentieren, sollen ihre Vermutungen bzgl. der Erklärung notieren.
	Vereinfachung der Durchführung	<u>Antioxidantien im Tee:</u> Bei dem Apfelstück mit dem schwarzen Tee war eine Beobachtung sehr schwierig, da der Tee selbst ja auch schon braun gefärbt war. ⁵⁹ <u>Das grüne Pflaster für unterwegs:</u> Die SuS haben die Volumenangabe von 10 mL sehr genau genommen und sich sehr lange mit dem Pipettieren aufgehalten. Die 10 mL-Angabe ist für den Versuch an sich gar nicht entscheidend. Es stellt sich die Frage, die Versuchsdurchführung dahingehend zu überarbeiten und zu vereinfachen.
	Deutung überarbeiten	<u>Wadenwickel:</u> Den SuS ist in der Auswertungsphase der Aspekt bzgl. der Wärmeübertragung und das damit verbundene Abkühlen des warmen Wassers in der Dose nicht ganz deutlich geworden ist. Dies konnte man bei der Bearbeitung des entsprechenden Arbeitsblattes feststellen.
	Fehlkonzept	<u>Antioxidantien im Tee:</u> Bevor der Unterricht begonnen hatte, unterhielten sich L und die schon anwesenden SuS über vergangene Versuche – u.a. auch über den Antioxidantien-Versuch. Hier fragt sich die Beobachterin, ob den SuS das Konzept ‚freie Radikale‘ klar ist oder ob sich nicht das Fehlkonzept ‚Sauerstoff ist gefährlich‘ hängen geblieben ist.
	Beobachtungsaufträge	Wenn bei einem Experiment die Einstellung einer Beobachtung zeitlich etwas länger dauert, werden die SuS schnell ungeduldig. Durch gezielte Beobachtungsaufträge durch L kann der Fokus jedoch wieder auf das Experiment gebracht werden.
Erste Beobachtungen affektiver Reaktionen	Begeisterung beim Experimentieren	Die SuS bauen den Versuch auf und notieren sich sehr euphorisch die Anfangswerte. Dabei arbeiten sie sehr genau und penibel.
	Interesse	Die SuS schauen schon vor Beginn der Unterrichtsstunde in die Experimentierkästen, um herauszufinden, welches Experiment in dieser Unterrichtsstunde durchgeführt wird.
	Weiterführende Nachfragen	Ein Schüler hatte nach der Unterrichtsstunde (wahrscheinlich zu Hause) über die letzte Stunde nachgedacht. Im Zuge dessen haben sich noch weiterführende Fragen ergeben.
	Ekel	Die SuS ekelten sich während der Beobachtungsphase davor den Schleim aus dem Isländisch Moos anzufassen. Sie waren alle froh, als sie sich die Hände waschen konnten. Ich hatte persönlich eher mit einer anderen Reaktion gerechnet.

⁵⁹ Im Rahmen der Voruntersuchung wurde das Experiment zur antioxidativen Wirkung von Tee zusätzlich noch mit schwarzem Tee durchgeführt. Dieser Versuchsschritt wurde jedoch im Verlauf der weiteren Entwicklung gestrichen (s. S. 144: „Überarbeitung von Material“).

- Inwiefern bieten Experimentiereinheiten zu Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden einen Lebensweltbezug und schaffen damit eine Sinnhaftigkeit der Experimente für die Schüler*innen?

Die bereits im Sachunterricht bewährte Methode des Storytellings wurde für die Unterrichtseinstiege der Experimentiereinheiten genutzt. Die gewählten Inhalte zur Behandlung von Erkältungskrankheiten (z.B. die Wirkung von Isländisch Moos-Lutschpastillen bei kratzigen Halsschmerzen) bieten den Schüler*innen die Möglichkeit, einen Bezug zu ihrer Lebenswelt herzustellen. In ihrem Alltag konnten viele Schüler*innen bereits Erfahrungen mit unterschiedlichen Erkältungskrankheiten machen. Dies teilten die Schüler*innen stets im Rahmen der Unterrichtseinstiege mit. Sie berichteten z.B. von selbst erlebten Erkältungssymptomen. Eine Identifizierung mit den unterschiedlichen heilpflanzlichen Unterrichtsinhalten sowie eine Sinnhaftigkeit für die Durchführung der Experimente sind dadurch gegeben.

- Wie kann ein schüler*innen-gerechtes Experimentiersetting geschaffen werden (in Bezug auf die Verständlichkeit der Durchführung und den Umgang mit den Experimentiermaterialien)?

Ein schüler*innen-gerechtes Experimentiersetting verlangt, neben einer übersichtlichen und adressatengerechten Vorbereitung der Materialien, eine verständliche und damit leicht durchführbare Experimentieranleitung. Die Kodierung der entsprechenden Kategorien bestätigt eine grundlegende Einhaltung der Aspekte in der Voruntersuchung. Als besonders unterstützend bei der übersichtlichen Strukturierung des Settings erwiesen sich die kleinen Experimentierkisten, die für jede Gruppe die benötigten Materialien enthielten. Für den Unterricht in einem Klassenverband mit etwa 25 Schüler*innen erscheint diese spezielle Vorbereitung der Lernumgebung als äußerst sinnvoll. Das Handling mit den in den Kisten gereichten Materialien gelang den Schüler*innen problemlos. Neben unterschiedlichen Haushaltsmaterialien (Schüssel, Teelöffel, etc.), erfolgte auch die Verwendung von Labormaterialien, wie z.B. Einmalpipetten, sehr intuitiv.

Wie bereits oben erwähnt, spielt neben den Materialien auch eine leicht verständliche Durchführung eine entscheidende Rolle für das erfolgreiche Experimentieren. Die Reaktionen der Schüler*innen sowie ihr größtenteils eigenständiges Arbeiten in den experimentellen Phasen, zeugte von einer adressatengerechten Aufbereitung der Vorschriften.

Durch die Verteilung von einzelnen Gruppenaufgaben, die den Gruppenmitgliedern unterschiedliche Verantwortungen im Rahmen der experimentellen Phase übertrugen, konnte ein strukturiertes Experimentieren ermöglicht werden – insbesondere bei den aufwändigeren Experimentiereinheiten.

Ein wichtiges Kriterium für die Durchführung von handlungsorientierten Experimenten in der Grundschule ist ihr zuverlässiges Gelingen. Es muss allen Schüler*innen möglich sein, das Experiment durch das eigene Tun zu einem erfolgreichen und positiven Abschluss zu bringen. Dieses Kriterium wurde im Rahmen der Voruntersuchung erfüllt: Die Ergebnisse der Experimentiereinheiten waren nicht nur im Laborsetting reproduzierbar, sondern auch im Unterricht.

- Wie gestaltet sich der kognitive Umgang der Schüler*innen mit den didaktisch reduzierten Fachinhalten während des Unterrichts?

Die teilnehmende Beobachtung kann keine Aussage über die innere kognitive Verarbeitung der Schüler*innen tätigen. Trotzdem ist es möglich, durch die von Schüler*innen formulierten Beiträge zum Unterrichtsgespräch oder durch die Bearbeitung von Arbeitsblättern, erste Hinweise darüber zu erhalten, ob ein Fachinhalt im Sinne der didaktischen Reduktion adressatengerecht aufbereitet wurde. Dieser Schritt gelang mit den erstellten Unterrichtsmaterialien. Die entwickelten Teilchenmodelle zur Veranschaulichung von Fachinhalten halfen beim Verstehensprozess. Dies wurde durch die Schüler*innen-Beiträge und -Nachfragen im Unterrichtsgespräch deutlich. Auch die Bearbeitung der Arbeitsblätter bestätigte diesen Eindruck.

Da keine Experimente am menschlichen Körper durchgeführt werden, müssen für die Untersuchung der medizinischen Wirkung heilpflanzlicher Inhaltsstoffe, Modellexperimente herangezogen werden. Die Schwierigkeit für die Schüler*innen liegt dann darin, dass im Modellexperiment Gelernte auf das Alltagsphänomen zu übertragen. Dazu gehört z.B. der Zusammenhang zwischen der Wirkungsweise von Isländisch Moos-Schleim bei Halsschmerzen im Vergleich zur Wirkung auf Schleifpapier. Im Rahmen der Voruntersuchung konnten die Schüler*innen diesen Transfer unter Anleitung selbstständig durchführen und nachvollziehen.

Neben den zu Beginn der Voruntersuchung theoretisch erarbeiteten Fragen haben sich durch den offenen Blick auf das Forschungsfeld im Verlauf der teilnehmenden Beobachtung zwei weitere relevante Aspekte entwickelt. Diese werden im Folgenden ebenfalls kurz erläutert.

➤ Überarbeitung von Material

Die Beobachtungen offenbarten die Notwendigkeit, die erstellten Experimentier- und Unterrichtsmaterialien punktuell zu überarbeiten. Dazu zählten vor allem die Übersichtlichkeit sowie eine klare Strukturierung des Experimentiersettings. Letztere ist explizit bei den Experimentiereinheiten mit längeren Beobachtungsphasen einzufordern. Eine nicht sofortige Einstellung eines Versuchsergebnisses kann bei den Schüler*innen zu einer (gedanklichen) Ablenkung führen. Aus diesem Anlass wurden alle entsprechenden Experimentiereinheiten überarbeitet und die längeren Phasen der Beobachtung mit konkreten Beobachtungsaufträgen strukturiert.

Besonders bei den Experimenten zu den Antioxidantien im Tee sowie der wundheilungsfördernden Wirkung von Spitzwegerich fiel der Aspekt der Übersichtlichkeit in den Fokus der Beobachtung. Beim Antioxidantien-Versuch experimentierten die Schüler*innen sowohl mit zwei verschiedenen Teesorten, als auch mit Zitronensaft. Die Begründung für die Wahl der drei verschiedenen Flüssigkeiten lag in ihrer Vergleichbarkeit bzgl. der antioxidativen Wirkung. Das Experimentiersetting wurde dadurch jedoch eher unübersichtlich – vor allem im Hinblick auf das Experimentieren in einer größeren Lerngruppe. Da der Versuch zur antioxidativen Wirkung von Zitronensaft bereits als fester Bestandteil im Repertoire der Grundschulexperimente verankert ist, wurde dieser Versuchsteil herausgestrichen. Im ersten Entwurf der Experimentiervorschrift untersuchten die Schüler*innen neben grünem Tee auch die schwarze Sorte. Durch die dunkle, eher bräunliche Verfärbung des schwarzen Tees waren möglicherweise auftretende, braune Verfärbungen auf dem aufgeschnittenen Apfelstück nur schwer zu beobachten. Dieser Einwand wurde auch von den experimentierenden Schüler*innen geäußert. In diesem Experiment wurde daher der Fokus auf den grünen Tee verlagert. Durch die hellere Färbung des grünen Tees ist die Braunfärbung auf der Apfeloberfläche im Vergleich sehr gut zu beobachten.

Eine Beobachtung zur kognitiven Erfassung der Deutung zur antioxidativen Wirkung von Tee soll nicht unerwähnt bleiben. Die Abgrenzung der unerwünschten Reaktionen von Sauerstoff im menschlichen Körper zum lebensnotwendigen Sauerstoff für die Atmung, ist bei der Auswertung zum Versuch besonders deutlich zu machen. Auf diese Weise kann bzw. muss der Bildung eines möglichen Fehlkonzepts „Sauerstoff ist generell gefährlich“ entgegengewirkt

werden. Bei der Durchführung der Hauptuntersuchung ist dieser Aspekt stets im Blick zu halten und ggf. im Unterricht zu thematisieren.

Der Spitzwegerich-Versuch machte besonders deutlich, dass es den Schüler*innen ein wichtiges Anliegen war, möglichst exakt der Versuchsvorschrift zu folgen. Dies hatte zur Folge, dass einige, eher unwichtigere Durchführungsschritte (z.B. das Pipettieren von genau vorgegebenen Flüssigkeitsmengen) sehr viel Zeit beanspruchten und von dem eigentlichen Kern ablenkten. Nicht nur der Spitzwegerich-Versuch, auch die anderen Einheiten, wurden entsprechend optimiert, indem z.B. Füllhöhen auf Bechergläsern markiert oder bereits vorportionierte Flüssigkeitsmengen vorbereitet wurden.

Das Experiment zur Wirkungsweise von Wadenwickeln erfuhr ebenfalls eine Überarbeitung im Experimentiersetting. Der in der Voruntersuchung verwendete Versuchsaufbau wurde überarbeitet und vereinfacht. Die Schüler*innen untersuchten die Abnahme der Wassertemperatur in drei verschiedenen Konservendosen: Eine Konservendose wurde mit nassem Küchenpapier umwickelt, eine andere Konservendose mit trockenem Küchenpapier und die dritte Konservendose blieb unbehandelt. Es stellte sich heraus, dass den Schüler*innen die Handhabung von drei Thermometern gleichzeitig eher schwerfiel. Darüber hinaus stellte sich die Frage, ob eine Grundschule ein Set von 20 bis 30 Digitalthermometern aufbringen kann. Aus diesem Grund wurde der Versuchsteil mit dem trockenen Küchenpapier gestrichen und als Gedankenexperiment in die didaktische Reserve der Stunde gelegt.

Ein weiterer Gedanke, der bei der Entwicklung der Experimente zunächst keine Aufmerksamkeit zugesprochen wurde, war die Differenzierung. Dies galt besonders für die Durchführung der Experimente sowie für die Bearbeitung von Arbeitsblättern. Experimentell schnelleren Schüler*innen muss die Möglichkeit gegeben werden, erste eigene Vermutungen zur Deutung zu formulieren, die im anschließenden Unterrichtsgespräch mit einfließen können. Währenddessen wird den anderen Schüler*innen die Zeit gegeben, ihr Experiment sorgfältig zu Ende führen.

Die Experimentieranleitungen in Textform wurden um Abbildungen erweitert, um die einzelnen Versuchsschritte zu veranschaulichen. Diese Hilfestellung unterstützt vor allem die Schüler*innen mit sprachlichen Schwierigkeiten. Darüber hinaus bietet auch die Arbeitsphase einen wichtigen didaktischen Ort für Differenzierungen. Für die Bearbeitung der Arbeitsblätter müssen vor allem Differenzierungsmöglichkeiten nach unten (Hilfestellungen), aber auch nach

oben geschaffen werden. Zu den Hilfestellungen zählen unterschiedliche sprachliche Unterstützung für neu gelernte Fachbegriffe oder Formulierungshilfen. Für die stärkeren Schüler*innen können Verknüpfungen zu anderen Fachbereichen, z.B. zu biologischen Inhalten, fruchtbar sein.

Eine letzte wichtige Überarbeitung erfuhr das Material zur Deutung, die die Wirkungsweise von Wadenwickeln erklärte. Es wurde kein konkretes Modell verwendet, um die Übertragung von Wärme zu veranschaulichen. Der Zugang zum abstrakten Wärme-Begriff wurde für die Schüler*innen durch die Verwendung eines Animismus vereinfacht. Dieser veranschaulicht die Wärmeübertragung in Form von Wärmepaketen, die zwischen Teilchen übertragen werden können (s. Kap. 3.5.2.4).

➤ Erste Beobachtungen zu affektiven Schüler*innen-Reaktionen

Auch wenn der Beobachtungsfokus eher praktische Interessen bzgl. des Experimentiersettings sowie der didaktisch reduzierten Fachinhalte verfolgte, fielen durch die offene Beobachtungshaltung zusätzlich erste positive, affektive Reaktionen auf. Dies machte sich durch eine schon fast euphorische Haltung während der Arbeit mit den Experimentiermaterialien, die immer wieder in die Hand genommen wurden, deutlich. Darüber hinaus wurden die Beobachtungen stets sehr exakt und sorgfältig notiert sowie miteinander verglichen. Weiterführende Nachfragen verstärkten den Eindruck des bestehenden Interesses der Schüler*innen an Heilpflanzen. Besonders auffällig war stets der Blick der Schüler*innen in die Experimentierkisten vor Beginn des Unterrichts sowie die aufgeregte Nachfrage, welches Experiment in der heutigen Unterrichtsstunde durchgeführt werden würde. Die ersten Beobachtungen zu den positiven, affektiven Reaktionen der Schüler*innen bestärkte grundsätzlich die Durchführung dieser Arbeit sowie die Forderung im Allgemeinen, vermehrt Experimente im naturwissenschaftlichen Sachunterricht durchzuführen.

Abschließend soll eine Beobachtung zur Isländisch Moos-Experimentiereinheit nicht unerwähnt bleiben: Die Schüler*innen der Voruntersuchung empfanden Ekel gegenüber dem gewonnenen Schleim aus dem wässrigen Isländisch Moos-Auszug. Diese Empfindung ist insofern problematisch, als dass sie bei den Schüler*innen dazu führen kann, dass Heilpflanzen generell mit Ekel und Ablehnung assoziiert werden. Mit Experimentiereinheiten zu Heilpflanzen soll jedoch das Gegenteil erzielt werden. Grundsätzlich kann das Aussehen des Schleims nicht ver-

ändert werden. Daher gilt, diesen Aspekt in der Hauptuntersuchung offen mit den Schüler*innen zu kommunizieren. Natürliche Medizin zeigt eben oft nicht das „reine“ Aussehen von chemisch-synthetischen Wirkmitteln.

Ein letzter Hinweis soll die Darstellung der Ergebnisse zur Voruntersuchung abschließen: Im Rahmen des ersten Probelaufs wurden vor allem die grundlegenden Aspekte der Experimentiereinheiten in den Blick genommen: Dazu zählten eine vorbereitete Experimentierumgebung, eine verständliche Durchführung sowie eine adressatengerechte Aufbereitung der fachlichen Inhalte. Somit resultiert aus der Entwicklung und der ersten Erprobung ein Grundgerüst von sechs Experimentiereinheiten. Es gilt zu beachten, dass die didaktische Ausarbeitung der eigentlichen Unterrichtsstunden (Wahl der Sozialform, Form der Instruktion, Art der Schüler*innen-Aktivierung, etc.) für die verschiedenen Lerngruppen mit ihrem unterschiedlichen naturwissenschaftlichen und experimentellen Vorwissen immer wieder in Nuancen angepasst werden muss. Überarbeitungen des Experimentier- und Arbeitsmaterials können dem Anhang entnommen werden (s. Kap. 6.5.3).

3.6.2 Hauptuntersuchung mit drei empirischen Erhebungen

Der Kern der vorliegenden Studie wird durch die Hauptuntersuchung mit insgesamt drei empirischen Erhebungen gebildet. Das Rüstzeug für die Evaluierung der Experimentiereinheiten wurde zu Beginn dieses Kapitels ausführlich vorgestellt. An dieser Stelle wird die Hauptuntersuchung mit ihren organisatorischen und zeitlichen Rahmenbedingungen für die Erprobung und Evaluierung dargelegt. Dazu zählen auch die räumlichen Lernumgebungen der drei Erhebungsklassen. Abschließend wird das grundlegende Unterrichtskonzept der Erhebungsstunden beschrieben, an dem sich die didaktische Ausarbeitung der einzelnen Stundenverlaufspläne orientiert. In diesem Zuge können auch die Veränderungen der Experimentiereinheiten für eine bessere Nachvollziehbarkeit der Untersuchung im Anhang eingesehen werden (s. Kap. 6.5.3). Die Anpassung von Inhalten ist in einem explorativen und qualitativen Forschungsvorhaben möglich. Abschließend wird ein Unterrichtsentwurf exemplarisch aufgeführt.

3.6.2.1 Struktureller und zeitlicher Rahmen der Hauptuntersuchung

Die Hauptuntersuchung umfasst insgesamt drei empirische Erhebungen. Diese wurden zeitlich nacheinander in drei unterschiedlichen Klassen an zwei verschiedenen Grundschulen durchgeführt. Die Phasen zwischen den Erhebungen wurden zur Datenauswertung sowie zur Überarbeitung des Unterrichtsmaterials und zur Anpassung der Stundenverlaufspläne an die jeweilige Klasse genutzt. In Tab. 6 ist der strukturelle und zeitliche Rahmen der Hauptuntersuchung zusammengefasst. Die Unterrichtsreihe zu den handlungsorientierten Experimentiereinheiten zur Wirkungsweise von heilpflanzlichen Inhaltsstoffen und naturheilkundlichen Methoden umfasst sechs Experimente. Zwei Experimente („Die Schleimstoffe in Isländisch Moos“, „Den Duft aus Pflanzen gewinnen“) beanspruchen aufgrund einer (zeitlich) aufwändigen Experimentiervorschrift eine Doppelstunde. Die anderen vier Experimente sind in Einzelstunden durchführbar.

Tab. 6: Übersicht über den strukturellen und zeitlichen Rahmen der Hauptuntersuchung mit drei empirischen Phasen.

Empirische Phase	Ort	Zeitraum ...		Zeitlicher Umfang im Unterricht	Klassengröße [Schüler*innen]
		... zur Durchführung der Experimentiereinheiten	... für die gesamte Erhebung		
1	Grundschule 1	27.05.2019-04.06.2019	27.05.2019-09.07.2019	∑ 2 Wochen: 2 Doppelstunden pro Woche	16
2	Grundschule 2	26.11.2019-17.12.2019	26.11.2019-10.03.2020	∑ 4 Wochen: 1 Doppelstunde pro Woche	26
3	Grundschule 1	06.02.2020-20.02.2020	06.02.2020-05.03.2020	∑ 2,5 Wochen: 1 Doppelstunde; Rest: Einzelstunden	25

Die **erste empirische Erhebung** fand, genau wie die Hospitation, in Grundschule 1 statt. Zwischen der Hospitation und der ersten Untersuchung verging etwa ein Monat. Von Ende Mai bis Anfang Juni 2019 wurden die Experimentiereinheiten im regulären Sachunterricht einer vierten Klasse durchgeführt. Die Post-Phase zur Durchführung der Interviews sowie der Bearbeitung des Wissenstests fand etwa zwei Wochen nach Ende des Unterrichts (Mitte Juni 2019) statt. Die Follow Up-Phase (Interviews und Wissenstest) endete Anfang Juli 2019 – kurz vor den Sommerferien. Für ein gegenseitiges Kennenlernen besuchte die Studienleiterin vor der Untersuchung die Klasse für zwei Sachunterrichtsstunden. Diese Möglichkeit wurde darüber

hinaus genutzt, um das Anliegen der Studienleiterin sowie die bevorstehende Unterrichtsreihe vorzustellen. Anschließend stellte die Klassenlehrerin die erforderlichen Unterrichtsstunden innerhalb von zwei Wochen zur Verfügung: In den beiden Wochen wurden insgesamt je zwei Doppelstunden unterrichtet. Der sehr enge Zeitrahmen resultierte aus unterschiedlichen Gründen: Die vierte Klasse befand sich in dieser Phase kurz vor den Sommerferien und damit im Übergang zur weiterführenden Schule. Dieser Wechsel wurde am Ende des vierten Schuljahres im Unterricht intensiv vorbereitet. Die zeitliche Planung der ersten Erhebung wurde zusätzlich durch das gehäufte Auftreten von Feiertagen im Mai und Juni erschwert. Die Klasse für die erste Erhebung setzte sich aus 16 Schüler*innen (acht Mädchen, acht Jungen) zusammen. Ein Schüler konnte an den Experimentiereinheiten nicht teilnehmen, da er an Allergien gegen unterschiedliche Pflanzen litt.⁶⁰ Um kein Risiko einer allergischen Reaktion einzugehen, musste dieser Schüler in einem Nebenraum unter Aufsicht eigenständig Aufgaben bearbeiten, die ihm von der Klassenlehrerin gestellt wurden. Der Unterricht zu den einzelnen Experimentiereinheiten fand im regulären Klassenzimmer statt.

Nach der Datenaufbereitung und einer ersten Auswertung wurde das Unterrichtsmaterial sowie das Experimentiersetting stellenweise überarbeitet und für den Durchgang in der nächsten Klasse vorbereitet. Die **zweite empirische Erhebung** fand in Grundschule 2 statt. Der grundsätzliche Ablauf der Untersuchung ist vergleichbar zur ersten Erhebung. Nach der Hospitation in zwei Sachunterrichtsstunden fand die eigentliche Erhebung von Ende November 2019 bis Anfang März 2020 statt. Die Unterrichtsstunden zu den Experimentiereinheiten wurden von Anfang November bis Mitte Dezember 2019 durchgeführt. In diesem Durchgang wurden wöchentlich jeweils zwei Unterrichtsstunden zur Verfügung gestellt. Anfang Januar 2020 folgte die Post-Phase mit den Interviews und dem Wissenstest. Anfang März 2020 endete die zweite Untersuchung mit der Follow Up-Phase. Die Klasse wurde von 26 Schüler*innen (13 Mädchen, 13 Jungen) besucht. Aufgrund einer Spitzwegerich-Pollen-Allergie konnte ein Schüler an der entsprechenden Unterrichtsstunde nur als Beobachter teilnehmen. Eine Allergie gegen weitere Heilpflanzen bestand nicht. Der Unterricht zu den einzelnen Experimentiereinheiten fand im regulären Klassenzimmer statt.

⁶⁰ Mit der Erklärung zur Einwilligung der Erhebung von personenbezogenen Daten, wurden die Erziehungsberechtigten der Schüler*innen aufgefordert, mögliche Allergien, insbesondere gegen die im Unterricht verwendeten Pflanzen anzugeben, um das Risiko einer möglicherweise auftretenden allergischen Reaktion durch geeignete Maßnahmen zu minimieren (s. Einwilligungserklärung in Kap. 6.7.1).

Nach der zweiten Datenauswertung fand die **dritte empirische Erhebung** wieder in Grundschule 1 statt. Diese startete bereits vor Beendigung der zweiten Untersuchung Anfang Februar 2020. Die Unterrichtsstunden zu den Experimentiereinheiten fanden, nach einer zweistündigen Hospitation zum gegenseitigen Kennenlernen und zur Vorstellung der bevorstehenden Unterrichtsreihe, bis Ende Februar 2020 statt. Aufgrund von Wander- und Projekttagen sowie *Sturmtief Sabine* (10.02.2020) wurde der Unterricht zeitlich sehr straff durchgeführt. Die Durchführung der Interviews sowie die Bearbeitung des Wissenstests in der Post-Phase ereignete sich drei Wochen nach der Unterrichtsreihe – Anfang März 2020. Die Follow Up-Phase musste, wie bereits erwähnt, aufgrund der beginnenden Corona-Pandemie und der damit verbundenen Schließung der Schulen im März 2020 ausfallen. Insgesamt wurde die Klasse von 25 Schüler*innen (9 Mädchen; 16 Jungen) besucht. Allergien lagen keine vor. Der Unterricht zu den einzelnen Experimentiereinheiten fand im regulären Klassenzimmer statt.

3.6.2.2 Räumliche Lernumgebungen der drei empirischen Erhebungen

Wie im vorherigen Kapitel bereits erwähnt, wurden alle drei empirische Phasen jeweils in den regulären Klassenräumen der Erhebungsklassen durchgeführt. Die drei räumlichen Lernumgebungen werden im Folgenden mit Hilfe von Abbildungen übersichtlich dargestellt.

Alle drei Klassenzimmer verfügten über keine naturwissenschaftliche Ausstattung für das Experimentieren im Sachunterricht. Neben einem Waschbecken waren außerdem jeweils noch einige wenige Steckdosen vorhanden.

Die folgenden Abbildungen (s. Abb. 25 und Abb. 26) zeigen die Raumpläne der drei Klassenzimmer. Es handelte sich um grundschultypische Räume. Neben den klassischen Einrichtungsinhalten, wie einer Tafel, einem Pult sowie mehreren Regalen, war in jedem Klassenzimmer eine Pinnwand vorhanden. Diese wurde genutzt, um Schüler*innen-Arbeiten oder Klassenregeln für alle sichtbar festzuhalten. Außerdem stand jedem Schüler ein Regalfach für die Schulmaterialien zur Verfügung, die zu Hause für die Hausaufgaben nicht benötigt wurden und deswegen in der Schule gelagert werden konnten. Ebenfalls sehr typisch für die Einrichtung von Grundschulklassenzimmern war der Bankkreis im hinteren Teil des Klassenzimmers. Hier konnten Unterrichtsgespräche im Sitzkreis stattfinden, die die besondere Aufmerksamkeit der Schüler*innen erforderten. Im Unterricht saßen die Schüler*innen an Gruppentischen von

3 Empirische Untersuchung

drei bis zu sechs Personen. Durch eine jeweils große Fensterfront waren alle drei Klassenzimmer hell und freundlich.

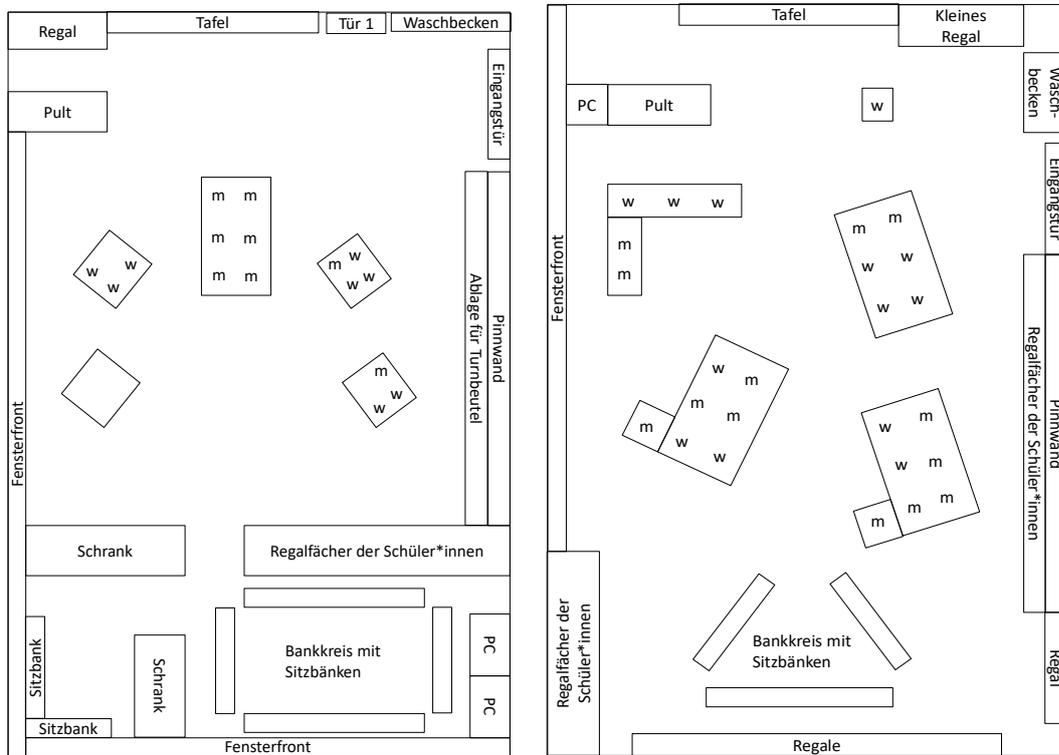


Abb. 25: Raumpläne der Klassenzimmer der ersten empirischen Erhebung (links) sowie der zweiten empirischen Erhebung (rechts) (m = männlich, w = weiblich).

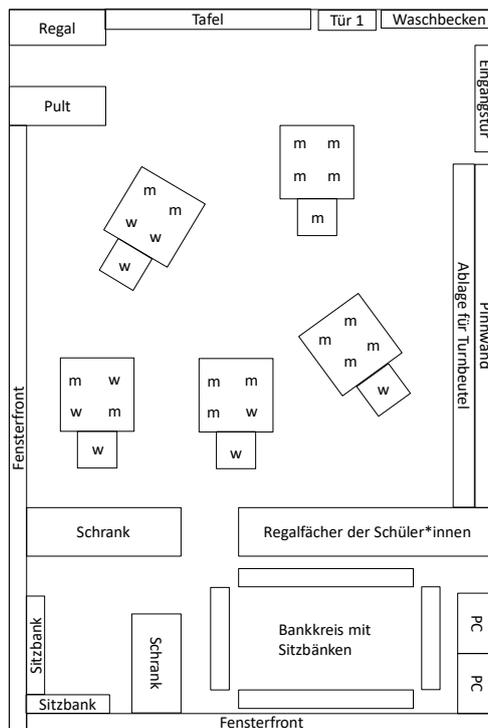


Abb. 26: Raumplan des Klassenzimmers der dritten empirischen Erhebung (m = männlich, w = weiblich).

Bei der ersten Erhebung wurde die videographische Studie durchgeführt. Das Aufstellen einer Videokamera wurde durch die geringe Schüler*innen-Anzahl der Klasse erleichtert. Da in jeder Unterrichtsstunde stets nur ein Gruppentisch im Fokus war, wurde die Kamera direkt vor dem Gruppentisch positioniert. Dadurch stand das Gerät oft sehr markant „mitten im Raum“. Nach kurzer Eingewöhnungsphase vergaßen die Schüler*innen jedoch die Anwesenheit der Kamera (s. Kap. 3.4.2).

Im Klassenzimmer der zweiten Erhebungsphase gestaltete sich das Experimentieren am schwierigsten. Der Raum wirkte fast erdrückend, da viele Unterrichtsgegenstände in den Regalen verstaut war. Zusätzlich wirkten die Tische der Schüler*innen oft mit Material überladen. Zu Beginn einiger Unterrichtsstunden ging wertvolle Unterrichtszeit verloren, die Tische zunächst aufzuräumen, um eine übersichtliche Arbeitsumgebung zu schaffen.

Die Grundschule, in der die erste und dritte Erhebung durchgeführt wurden, zeichnete sich durch die Lage der Turnhalle im Dachgeschoss aus. Da das Klassenzimmer unterhalb der Turnhalle lag, kam es teilweise zu Deckengeräuschen, die den Unterricht jedoch nicht stark beeinträchtigten.

Die Experimentierreihe fand bei allen drei Erhebungen im regulären Vormittagsunterricht statt. Daher war es nicht möglich, das Klassenzimmer jeweils für die Durchführung der Experimente herzurichten und vorzubereiten. Aus diesem Grund wurden alle Experimentiermaterialien in kleinen Kisten vorbereitet. Jede Gruppe erhielt zu Beginn des Experiments eine solche Kiste, die alle benötigten Materialien enthielt. Nach Erhalt der Kisten richteten sich die Schüler*innen ihren Experimentierplatz selbstständig ein (s. Abb. 27). Die Kisten wurden jeweils in den Laborräumen der Chemiedidaktik mit allen Materialien vorbereitet und in die Schulen transportiert. Eine Lagerung von Material bzw. der Rückgriff auf Schulmaterial war nicht möglich.

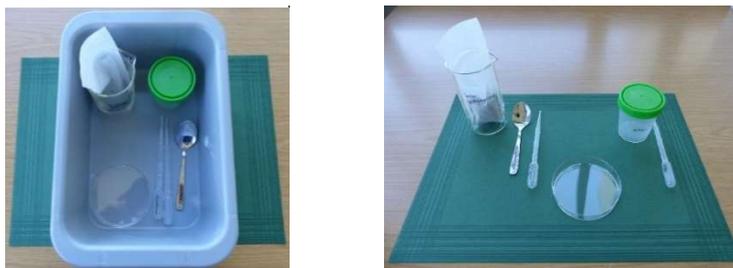


Abb. 27: Materialkiste (links) und aufgebauter Experimentierplatz (rechts) zum Experiment "Das grüne Pflaster für unterwegs".

3.6.2.3 Darstellung eines exemplarischen Unterrichtsentwurfs

Das grundlegende Konzept der Experimentiereinheiten wurde in Kap. 2.3.4.1 vorgestellt. Um die theoretischen Ausführungen zu veranschaulichen, wird exemplarisch ein Unterrichtsentwurf, der in einer 45-minütigen Schulstunde der dritten Erhebungsstufe durchgeführt wurde, detailliert vorgestellt. Dazu wird der Entwurf zur Experimentiereinheit „Das grüne Pflaster für unterwegs“ gewählt. Aus experimenteller Sicht ist das Ziel dieser Einheit die Gerinnung von Hühnereiweiß durch die Zugabe eines kalten Spitzwegerich-Teeauszugs. Das fachliche Ziel bezieht sich zum einen auf die Wechselwirkung der im Spitzwegerich enthaltenen Gerbstoffe mit den Proteinen im Eiklar (Adstringenz). Zum anderen bezieht es sich auf die wundheilungsfördernde Wirkung von Spitzwegerichblättern. Dazu müssen die Schüler*innen das im Modellexperiment Gelernte (Gerinnung von Hühnereiweiß) auf die tatsächlich medizinische Wirkung der Heilpflanze übertragen.

Neben dem Stundenverlaufsplan, dessen Gestaltung durch einen didaktisch-methodischen Kommentar begründet wird, wird auch der tatsächliche Stundenverlauf in der dritten Erhebungsstufe beschrieben. Für eine bessere Nachvollziehbarkeit des Unterrichtsentwurfs, ist die Erläuterung des fachlichen Hintergrundes in einer Sachstandsanalyse sowie die entsprechenden didaktischen Reduktionen für den Einsatz in der Grundschule obligatorisch.

Sachstandsanalyse und didaktisch reduzierter Fachinhalt

Die fachlichen Inhalte sowie die entsprechenden didaktischen Reduktionen wurden ausführlich in Kapitel 3.5.2.1 dargestellt.

Tabellarischer Stundenverlaufsplan

<p><u>Stundenziel:</u></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - ... fällen Hühnereiweiß mit Hilfe eines kalten, wässrigen Spitzwegerichauszuges aus. - ... erläutern die Wechselwirkung zwischen Gerbstoffen in Spitzwegerich und Proteinen. - ... übertragen die Erkenntnisse aus dem Modellexperiment „Hühnereiweiß mit einem wässrigen Spitzwegerichauszug fällen“ auf die wundheilungsfördernde Wirkung von Spitzwegerich.

Tab. 7: Tabellarischer Stundenverlaufsplan zur Experimentiereinheit "Das grüne Pflaster für unterwegs".

Phase	Lehreraktivitäten / Impulse	Schülerbezogene Überlegungen / Schüleraktivitäten	Sozialform Medien ...
1 (1 min)	Vorlauf / Stundenprogramm Begrüßung und Stundenprogramm vorstellen	Die Schüler*innen (SuS) sitzen an ihren Plätzen an den Tischen.	
2 (4 min)	Aufwärmphase Stundeneinstieg nach den Prinzipien des Storytellings: Versorgung von kleinen Wunden im Mittelalter		Stundeneinstieg <ul style="list-style-type: none"> - frontal - Abb.: Spitzwegerich - Forschungsfrage (Tafel)
3 (10 min)	Einführungsphase Besprechung der Versuchsanleitung Lehrperson (L): „Eure Beobachtungen notiert ihr bitte direkt auf dem Arbeitsblatt.“	SuS lesen die Versuchsanleitung laut vor und stellen ggf. Fragen. <u>Mögliche Fragen:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Was ist eine Petrischale? - Was ist eine Pipette und wie wird sie verwendet? - Was bedeutet der Hinweis: ‚die Petrischale leicht schwenken‘? 	Arbeitsblatt (AB) mit Durchführung und Beobachtung ⁶¹

⁶¹ Die Arbeitsblätter sind im Anhang (s. Kap. 6.5.2) hinterlegt.

3 Empirische Untersuchung

Phase	Lehreraktivitäten / Impulse	Schülerbezogene Überlegungen / Schüleraktivitäten	Sozialform Medien ...
4 (10 min)	<p>Experimentierphase L verteilt die Experimentierkisten.</p> <p>L unterstützt bei individuellen Fragen und Problemen während des Experimentierens.</p>	<p>Die SuS führen das Experiment durch und notieren sich die Beobachtungen auf dem AB.</p> <p>Für die schnellen Gruppen: Vermutungen für die Auswertung</p> <p>Abschluss der Experimentierphase: Aufräumen des Arbeitsplatzes</p>	<p>Experimentieren zu zweit</p> <p>Experimentierkisten Arbeitsblatt mit Durchführung und Beobachtung</p>
5 (15 min)	<p>Auswertung Beantwortung der Forschungsfrage: <i>Wie kann ein Spitzwegerichblatt bei einer kleinen Wunde helfen?</i></p> <p>Schüler*innen berichten im Plenum von ihren Beobachtungen. Andere Gruppe können ergänzen.</p> <p>Erklärung der Versuchsbeobachtung mit Hilfe eines Teilchenmodells und Transfer: Wundversorgung der menschlichen Haut mit Spitzwegerich</p> <p>AB zur Wissenssicherung und Wiederholung</p> <p><u>Didaktische Reserve:</u> Worauf muss man beim Sammeln von Pflanzen achten?</p>	<p>Schüler*innen berichten im Unterrichtsgespräch von ihren Beobachtungen.</p> <p>Äußerung von Vermutungen zur Auswertung.</p> <p>Bearbeitung eines Arbeitsblattes zur Wissenssicherung und Wiederholung (mit Selbstkontrolle)</p>	<p>Lehrergelenktes Unterrichtsgespräch:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Austausch der Beobachtungen - Erklärung der Versuchsbeobachtungen <p>Ausfüllen des Arbeitsblattes in Einzelarbeit.</p> <p>Materialien für die Auswertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teilchenmodell - Arbeitsblatt - Lösungskärtchen zur Selbstkontrolle
6 (5 min)	<p>Schluss Rückbezug auf den Unterrichtseinstieg: Verwendung von Spitzwegerich heute</p>		<p>Lehrergelenktes Unterrichtsgespräch</p>

Didaktisch-methodischer Kommentar

Der Lehrplan für die Grundschule in NRW sieht für den Sachunterricht u.a. den Bereich „Natur und Leben“ vor (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 40 f.).

„Verantwortungsvolles Handeln im Bereich Natur und Leben schließt mit ein, dass die Kinder sich auch mit dem eigenen Körper, seiner Ernährung und Pflege beschäftigen und entsprechende Einstellungen und Verhaltensweisen ausprägen.“ (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 41)

Der verantwortungsvolle Umgang mit dem eigenen Körper schließt auch die Kenntnis über die medizinischen Wirkungen heilpflanzlicher Inhaltsstoffe mit ein, um die Entscheidung treffen zu können, welche Wirkstoffe dem eigenen Körper zugeführt werden.

Die Experimentiereinheit zur wundheilungsfördernden Wirkung von Spitzwegerich kann bzgl. der Kompetenzerwartungen an die Schüler*innen folgendermaßen in den Sachunterrichtslehrplan der Grundschule eingeordnet werden:

Tab. 8: Einordnung der Experimentiereinheit "Das grüne Pflaster für unterwegs" in den Lehrplan "Sachunterricht" der Grundschulen in NRW.

Bereich: Natur und Leben Schwerpunkt: Stoffe und ihre Umwandlung (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 43)	Bereich: Natur und Leben Schwerpunkt: Körper, Sinne, Ernährung und Gesundheit (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 44)
„Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4 Die Schülerinnen und Schüler ...	„Kompetenzerwartungen am Ende der Klasse 4 Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> • ... untersuchen sichtbare stoffliche Veränderungen der belebten und unbelebten Natur, stellen Ergebnisse dar und beschreiben sie.“ 	<ul style="list-style-type: none"> • ... erklären Bau und Grundfunktionen des menschlichen Körpers.“ • ... erklären Grundsätze [...] der gesunden Lebensführung.“ • ... formulieren Regeln und Tipps für eine gesunde Lebensführung.“

Wahl des Stundeneinstiegs und des Problemaufwurfs

Der Stundeneinstieg ist nach den Prinzipien des Storytellings gestaltet (s. Kap. 2.3.3.2). Es handelt sich um eine narrative Vermittlungsmethode, um Grundschulschüler*innen an Themen

der unbelebten Natur heranzuführen (Lück 2000; Schekatz-Schopmeier 2010). Bei der Gestaltung der Einstiegsgeschichte wird darauf geachtet, einen Problemaufwurf aus der Lebenswelt der Schüler*innen zu wählen, um dem Experiment eine Sinnhaftigkeit zu verleihen. Darüber hinaus schafft der Unterrichtseinstieg eine historische Perspektive, um einen vielperspektivischen Sachunterricht zu stärken und somit vielfältige Bezüge zur wundheilungsfördernden Wirkung von Spitzwegerich herzustellen (Thomas 2015, S. 253).⁶²

Begründung für eine Vorbesprechung der Experimentiervorschrift

Für einen erfolgreichen Experimentierdurchgang wird die Anleitung zunächst mit den Schüler*innen gemeinsam besprochen. In den Erhebungsklassen wurde bisher nur wenig bis gar nicht experimentiert; das experimentelle Vorwissen war dadurch eher gering. Die Vorbesprechung bietet außerdem die Möglichkeit, das teilweise unbekannte Experimentiermaterial (z.B. die Petrischale) kennenzulernen.

Um den Fokus auf den thematischen Schwerpunkt zu richten (Gerinnung von Hühnereiweiß durch einen kalten Spitzwegerich-Tee), wurden einige Durchführungsschritte im Vorfeld durch die Lehrperson vorbereitet, z.B. das Trennen von Eiklar und Eigelb oder das Befüllen von Teebeuteln mit getrocknetem Spitzwegerich.

Begründung der Gestaltung der Auswertungsphase

Um die Experimentierarbeit der Schüler*innen wertzuschätzen, werden vor der Deutung des Experiments die Beobachtungen im gesamten Klassenverband ausgetauscht. Für die Erklärung zur wundheilungsfördernden Wirkung von Spitzwegerich benötigen die Schüler*innen neue Fachinhalte, die mit anschaulichen Teilchenmodellen durch die Lehrperson erklärt werden (s. Abb. 8 bis 10 in Kap. 3.5.2.1).

⁶² Kurze Übersicht über die Einstiegsgeschichte:

Es wird das alltägliche Leben von Kindern im Mittelalter thematisiert. Bei der landwirtschaftlichen Arbeit, bei der die Kinder bereits früh ihre Familie unterstützen mussten, konnte es leicht zu kleinen Schnittverletzungen kommen. Damals mussten die Menschen dann, da es noch keine Ärzte oder Apotheken im heutigen Sinne gab, pflanzenkundige Menschen um Rat fragen. Schon damals kannten diese die wundheilungsfördernde Wirkung von Spitzwegerich. Die Blätter der Pflanze wurden zerkaut und auf die betroffene Hautstelle gelegt. Dank der modernen Forschung konnten die entsprechenden Inhaltsstoffe analysiert werden. Mit Hilfe eines Experiments werden die Schüler*innen aufgefordert, ebenfalls die Blätter des Spitzwegerichs auf ihre wundheilungsfördernde Wirkung hin zu untersuchen.

Der tatsächliche Stundenverlauf

Unterrichtseinstieg

Die Schüler*innen verfolgten den narrativen Stundeneinstieg sehr fokussiert und konzentriert. Dies zeigte sich besonders in ihrer Mimik, die vor allem durch leicht geöffnete Münder und Augen geprägt war. Die Aufmerksamkeit richtete sich den gesamten Einstieg über zur Lehrperson.

Beobachtungen zum Experimentieren

Die Schüler*innen verschafften sich zunächst einen Überblick über die unterschiedlichen Experimentiermaterialien, indem sie diese nacheinander aus der Kiste holten und sie vor sich auf den Tisch stellten und entsprechend der Experimentiervorschrift sortierten. Vier der Schüler*innen (mit DaZ-Hintergrund⁶³) erhielten auf Anraten des Sachunterrichtslehrers eine bebilderte Version der Experimentiervorschrift. Während der Durchführung fielen mehrere Zweiergruppen auf, die sich gerecht die einzelnen Experimentierschritte aufteilten. So wurden alle Schüler*innen gleichermaßen in das Experiment miteinbezogen.

Bei der Zubereitung des kalten Spitzwegerich-Teeauszugs konnte ein genderspezifischer Unterschied beobachtet werden: Während die Mädchen sehr bedächtig und vorsichtig den Tee zubereiteten, zeigten die Jungen eine deutlich gröbere Vorgehensweise bei der Teeherstellung.

Die detaillierte Vorbesprechung zur Experimentiervorschrift zahlte sich nun aus: Es gelang den Schüler*innen das Experiment selbstständig durchzuführen. Auftretende Fragen konnten sie sich durch einen erneuten Blick in die Experimentiervorschrift meist selbst beantworten. Am Ende der experimentellen Phase konnten alle Gruppen ein positives Experimentierergebnis erzielen und die Gerinnung von Hühnereiweiß durch die Zugabe von Spitzwegerich-Tee beobachten. Während der Experimentiertätigkeit konnte ein hoher Grad an Zugewandtheit zum Experiment beobachtet werden. Dies äußerte sich in unterschiedlicher Gestik und Mimik (z.B. ein zum Experiment gewandter und nach vorn gebeugter Oberkörper, intensive Blickkontakte oder das Drehen des Kopfs, um das Experiment von unterschiedlichen Perspektiven beobachten zu können).

⁶³ DaZ = Deutsch als Zweitsprache

Beim anschließenden Austausch der Beobachtungen wurde deutlich, dass die Schüler*innen sehr detailliert beobachten konnten: Neben der relevanten Beobachtung bzgl. der Eiweißgerinnung, fielen viele weitere Aspekte in den Beobachtungsfokus (z.B. die Farbe des Tees).

Beobachtungen zur Auswertungsphase

Zur Erklärung der Wechselwirkung zwischen Gerbstoffen und Eiweiß verwendete die Lehrperson ein didaktisch reduziertes Teilchenmodell (s. Abb. 10 in Kap. 3.5.2.1). Mit dessen Hilfe konnten die Schüler*innen basierend auf der Struktur von Eiweiß- und Gerbstoffteilchen die Wechselwirkung herleiten. Darüber hinaus erkannten einzelne Schüler*innen, dass sich insgesamt eine große Zahl an Gerbstoff- und Eiweißteilchen miteinander vernetzen können. Basierend auf dieser Information gelang es den Schüler*innen zusätzlich ihr Wissen über die Gerinnung von Hühnereiweiß auf die wundheilungsfördernde Wirkung von Spitzwegerich zu übertragen. Die Information, dass auch die menschliche Haut aus Eiweißen besteht, konnten sich die Schüler*innen durch die Verwendung des Hühnereiweißes im Experiment eigenständig herleiten. Sie erkannten außerdem richtig, dass die Gerbstoffe im Spitzwegerich sich mit den Hauteiweißen verbinden und eine Schutzschicht über der Wunde bilden.

Die Bearbeitung des Arbeitsblattes zur Sicherung der Deutung gelang den Schüler*innen in der restlichen Zeit der Unterrichtsstunde. Mit einem Blick auf das Lösungsblatt stellten viele Schüler*innen fest, dass sie die Aufgaben richtig bearbeiten konnten.

4 Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

Die Hauptuntersuchung mit drei empirischen Erhebungen bildet den Kern der vorliegenden Arbeit. Daraus ergibt sich für den Forschungsprozess die zentrale Aufgabe der übersichtlichen und nachvollziehbaren Darstellung sowie Diskussion der Ergebnisse. Durch die Verwendung unterschiedlicher Erhebungsmethoden ist die Einnahme vielfältiger Perspektiven realisierbar und ermöglicht die Formulierung differenzierter Antworten auf die einzelnen Forschungsfragen, wobei das Resultat eine ganzheitliche Betrachtung auf den Forschungsgegenstand darstellt. Die Untersuchung wurde insgesamt in drei verschiedenen Klassen durchgeführt. Wie im Kapitel zur teilnehmenden Beobachtung bereits beschrieben (s. Kap. 3.4.1), wurde das Unterrichtsetting neben der Studienleiterin von mindestens einer weiteren Person beobachtet. Die daraus resultierenden Ergebnisse der unterschiedlichen Beobachter aus den drei empirischen Erhebungen gleichen sich an vielen Stellen, so dass eine gemeinsame Ergebnisdarstellung und -diskussion erfolgen kann. Auftretende Unterschiede werden im Text deutlich gemacht und diskutiert.

Wie im vorherigen Kapitel zur empirischen Untersuchung erläutert (s. Kap. 3), handelt es sich bei der vorliegenden Studie um einen qualitativen Forschungsprozess. Basierend auf den Ergebnissen wird nicht der Anspruch erhoben, generalisierende und repräsentative Aussagen zu treffen, wie sie aus einem quantitativen Forschungsprozess resultieren.⁶⁴ Vielmehr steht die Kontextorientierung der erhobenen Daten im Mittelpunkt der Ergebnisdarstellung. Mit einem offenen Blick können neue Aspekte herauskristallisiert werden. Der Fokus liegt auf der Beschreibung möglichst vieler Facetten der Wahrnehmung, die die Grundschüler*innen während der Experimente gemacht haben. Die Wirksamkeit der Experimentiereinheiten ergibt sich infolgedessen nicht aus einer, im quantitativen Forschungsverständnis, großen Stichprobengröße, sondern durch das Aufzeigen von Zusammenhängen und verschiedenen Merkmalen im Kontext der Experimentiereinheiten. Dadurch ist eine Übertragung auf vergleichbare Situationen gegeben. In diesem Zusammenhang helfen die Forschungsfragen der Studie ein Grundgerüst zu verleihen, ohne die Offenheit im Forschungsprozess zu verlieren. Sie geben der Ergebnisdarstellung und -diskussion eine inhaltliche Struktur.

⁶⁴ Dies gilt auch für erstellte Diagramme, die z.B. die Auftretenshäufigkeit von Kategorien (der qualitativen Inhaltsanalyse) widerspiegeln. Sie dienen lediglich für eine Veranschaulichung der Ergebnisse und erheben keinen Anspruch auf eine repräsentative Aussage.

Vor der Darstellung der Ergebnisse werden die drei Untersuchungsklassen in ihrer Zusammensetzung kurz charakterisiert. Berücksichtigt werden, neben dem naturwissenschaftlichen und experimentellen Vorwissen, auch die jeweilige Lern- und Arbeitsatmosphäre. Die erhobenen Untersuchungsdaten werden so in den Kontext der realen Klassensituation gerückt.

Zunächst werden die in der ersten Forschungsfrage thematisierten (*affektiven*) *Reaktionen der Schüler*innen bei der Durchführung der Experimente* herausgestellt. Dabei erfahren zum einen die Beobachtungen während des Unterrichtsverlaufs Berücksichtigung (teilnehmende Beobachtung und Videographie), als auch die aus der Retrospektive berichteten Schüler*innerfahrungen im Rahmen der Post- und Follow Up-Interviews. Neben den Ergebnissen der Studienleiterin fließen an dieser Stelle vor allem die Ergebnisse der Bachelorarbeit von Kimberly Skrock mit ein (Skrock 2019). Aber auch die Abschlussarbeiten von Hannah Wesselmann und Lena Lipper untermauern die Ergebnisdarstellung. In diesem Zusammenhang entfällt jedoch noch die Berücksichtigung möglicher Genderunterschiede (Wesselmann 2020; Lipper 2020).

Die zweite Forschungsfrage befasst sich mit dem Ausmaß des *kognitiven Erfassens der didaktisch reduzierten Fachinhalte*. Aufschlüsse darüber geben vor allem die Wissenstests der Post- und Follow Up-Phase. Zusätzlich können auch die Aussagen der Schüler*innen zur Deutung der Experimente in den Interviews herangezogen werden.

Die dritte Forschungsfrage schließlich beleuchtet die *genderspezifischen Unterschiede der (affektiven) Reaktionen bei der Durchführung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten*. Die Ergebnisdarstellung basiert auf teilnehmenden Beobachtungen im Rahmen von Bachelorabschlussarbeiten (Wesselmann 2020; Lipper 2020).

Abschließend werden die Ergebnisse diskutiert und es erfolgt die konkrete Überprüfung der drei Forschungsfragen. Darauf basierend kann letztendlich überprüft werden, ob eine Konzeption von adressatengerechten Experimenten zu Heilpflanzen sowie naturheilkundlichen Methoden für den Einsatz im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Jahrgangsstufe vier gelungen ist.⁶⁵

⁶⁵ Das grundsätzliche Gelingen der entwickelten Experimentiereinheiten wird durch die Beobachtungsprotokolle insgesamt bestätigt. Daher liegt der Fokus der Ergebnisdarstellung und -diskussion auf den einzelnen Aspekten der Forschungsfragen.

4.1 Charakterisierung der Untersuchungsklassen

Nachfolgend wird die Zusammensetzung der Klassenverbände vorgestellt sowie auf das naturwissenschaftliche und experimentelle Vorwissen eingegangen. Eine Charakterisierung der Lern- und Arbeitsatmosphäre ergänzt die Beschreibung der Klassen.

Die Ausführungen zu den drei Untersuchungsklassen basieren auf den Beobachtungen und Erfahrungen der Studienleiterin während der Durchführung der Experimentiereinheiten sowie auf Gesprächen mit den Sachunterrichtslehrkräften vor Beginn der Untersuchung.

4.1.1 Die Untersuchungsklasse der ersten empirischen Erhebung

Während der ersten empirischen Erhebung führten 16 Schüler*innen (8 Mädchen und 8 Jungen) die Experimentiereinheiten durch. Ein Schüler konnte aufgrund von Allergien nicht teilnehmen. Grundsätzlich zeigte die Klasse Wissbegierde und Offenheit für das Kennenlernen neuer Inhalte sowie für das eigenständige experimentelle Arbeiten. Die Lern- und Arbeitsatmosphäre gestaltete sich weitgehend ruhig und konzentriert. Einige Schüler*innen zeigten besonderes Interesse an der Durchführung der Experimente. Ihre Begeisterung für naturwissenschaftliche Themen war groß und äußerte sich durch eine recht hohe Beteiligung am Unterricht. Andere Schüler*innen fielen durch erste pubertäre Entwicklungen auf. Ihnen gelang es nicht immer, dem Unterrichtsverlauf konzentriert zu folgen. Sie erschwerten den Unterrichtsablauf jedoch nur geringfügig, so dass selten Unterrichtsstörungen auftraten.

Das experimentelle Arbeiten wurde teilweise erleichtert, da die Schüler*innen bereits entsprechendes Vorwissen mitbrachten. Im bisherigen Sachunterricht führten die Schüler*innen einige Experimente zu unterschiedlichen chemischen und physikalischen Zusammenhängen durch. Dabei lernten sie unter anderem die unterschiedlichen Aggregatzustände von Wasser kennen und waren mit den Fachbegriffen „Kondensation“ und „Verdunstung“ vertraut. Ein Rückgriff auf das Vorwissen konnte die Deutung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten an einigen Stellen erleichtern.

4.1.2 Die Untersuchungsklasse der zweiten empirischen Erhebung

Die zweite Erhebungs-klasse setzte sich aus 26 Schüler*innen (13 Mädchen und 13 Jungen) zusammen. Da ein Schüler an einer Allergie gegenüber Spitzwegerich-Pollen litt, konnte er diese Unterrichtsstunde nur als Beobachter verfolgen. Weitere Allergien lagen nicht vor.

Außerhalb der experimentellen Phasen war die vorherrschende Lern- und Arbeitsatmosphäre eher unruhig und teilweise unkonzentriert. Ein Großteil der Klasse war bereits in einer vorpubertären Phase, die es den betreffenden Schüler*innen erschwerten, dem Unterricht zu folgen sowie die Experimente eigenständig durchzuführen. Größere Störungen beeinträchtigten den Unterricht jedoch nicht. Da im bisherigen naturwissenschaftlichen Sachunterricht noch keine Experimente bearbeitet wurden, wurde die Durchführung der Einheiten allerdings dadurch erschwert. Ein Rückgriff auf entsprechendes Vorwissen war somit nicht möglich. Dies führte oft zu großer Unsicherheit und die Schüler*innen forderten von der Lehrperson in hohem Maße Bestätigung sowie Hilfestellung für ihr Tun ein.

Zwei Schüler*innen wurden aufgrund eines sonderpädagogischen Förderbedarfs durch individuelle Integrationshelfer bei der Arbeit unterstützt. Die einzelnen Phasen der Experimentiereinheiten bearbeiteten sie so weit mit, wie ihnen möglich war. Weitere Informationen zum sonderpädagogischen Förderbedarf liegen nicht vor und sind für die vorliegende Studie nicht relevant.

Trotz der beschriebenen Hindernisse zeigte sich der Klassenverband größtenteils offen gegenüber neuen Inhalten und vor allem gegenüber der Durchführung von naturwissenschaftlichen Experimenten. Durch freudiges Nachfragen zu Beginn einer Stunde, welches Experiment durchgeführt werden würde, drückten die Schüler*innen ihre Vorfreude bzgl. der heilpflanzlichen Experimentiereinheiten aus. Berichte durch den Sachunterrichtslehrer bestätigten diesen Eindruck. Trotz der großen Unsicherheiten und des fehlenden Vorwissens arbeiteten die Schüler*innen während der Experimentiertätigkeit gewissenhaft, sogar teilweise sehr konzentriert mit.

4.1.3 Die Untersuchungsklasse der dritten empirischen Erhebung

Die dritte Erhebungsklasse setzte sich aus 25 Schüler*innen (9 Mädchen und 16 Jungen) zusammen. Allergien oder andere Einschränkungen lagen nicht vor, so dass alle Schüler*innen an den Experimentiereinheiten teilnehmen konnten.

Bereits im zweiten Schuljahr sammelten die Schüler*innen erste Erfahrungen im Bereich des naturwissenschaftlichen Experimentierens. Es wurden im Rahmen einer Unterrichtsreihe zum Thema „Strom“ erste einfache Grundschulexperimente durchgeführt. Die Aussicht auf weitere Experimentiereinheiten weckte bei vielen Schüler*innen Vorfreude und Begeisterung.

Die Arbeits- und Lernatmosphäre ließ sich insgesamt als ruhig, motiviert und besonders wertschätzend beschreiben. Die Schüler*innen verfolgten zumeist aufmerksam den Unterricht und bemühten sich, im Rahmen der eigenen individuellen Möglichkeiten, am Unterrichtsgespräch teilzunehmen. Während der Durchführung der Experimente unterstützten sich die Schüler*innen oft gegenseitig.

Das Klassensetting umfasste, nach Aussage des Sachunterrichtslehrers, ungefähr 90 % Schüler*innen mit Migrationshintergrund. Etwa ein Viertel dieser Schüler*innen (darunter auch Schüler*innen mit einem DaZ-Hintergrund) kämpfte mit sprachlichen Hürden, die sich vor allem beim Leseverständnis sowie beim Produzieren von eigenen Texten zeigten.

4.2 Darstellung der Forschungsergebnisse

4.2.1 Schüler*innen-Reaktionen auf heilpflanzliche und naturheilkundliche Experimente

Ein zentrales Ziel dieser Forschungsarbeit ist die Gestaltung von heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimenten, die positive Reaktionen der Schüler*innen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht hervorrufen und somit einen ansprechenden Zugang zur „Heilpflanzen-Thematik“ ermöglichen. Dieses Kapitel beschäftigt sich daher im Kern mit den Schüler*innen-Reaktionen auf die entwickelten Experimente. Die Erlebnisprotokolle der teilnehmenden Beobachtung, die Videostudie der ersten Erhebung sowie Auszüge aus den problemzentrierten Interviews geben diesbezüglich aufschlussreiche Hinweise. Im Fokus stehen hierbei besonders die affektiven Reaktionen, die auch emotionale Effekte beinhalten. Der Begriff der Zugewandtheit nimmt in diesem Zusammenhang ebenfalls eine zentrale Position ein. Wie

bereits erwähnt, wird in dieser Arbeit der Begriff der Zugewandtheit mit dem Begriff der Interessiertheit gleichgesetzt (s. Kap. 2.4.1). Das Interesse der Schüler*innen an den Experimentiereinheiten drückt sich durch eine besondere Zuwendung zum Experimentiergegenstand aus. Diese zeigt sich gleichermaßen durch eine intensive Auseinandersetzung mit allen Sinnen. Aus diesem Grund werden die unterschiedlichen sinnlichen Wahrnehmungen der Schüler*innen in den Blick genommen. Der Eindruck der besonderen Zuwendung wird durch den Drang der Schüler*innen verstärkt, eigenständig eine experimentelle Handlung durchführen zu wollen. Die entsprechenden Daten sollen gleichermaßen Raum in diesem Kapitel erhalten. Abschließend werden, neben den beobachteten Schüler*innen-Reaktionen, die aus der Retrospektive formulierten Bewertungen der Schüler*innen zu der Experimentierreihe vorgestellt und in Relation zu den beobachteten Reaktionen gesetzt. Abb. 28 stellt die verschiedenen Ausprägungen der Reaktionen dar.^{66,67} Sie sind nicht isoliert voneinander zu betrachten, sondern stehen im direkten Zusammenhang zueinander und bedingen sich teilweise gegenseitig. Soziale Situationen, zu denen die Experimentiereinheiten zählen, zeichnen sich durch ein Geflecht unterschiedlicher Komponenten aus, die oft nur schwer voneinander zu trennen sind.



Abb. 28: Übersicht über die Schüler*innen-Reaktionen im experimentellen Unterricht zur Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden.

⁶⁶ Aus den erhobenen Daten werden generalisierende Aussagen formuliert. Mögliche Besonderheiten im Einzelfall werden entsprechend aufgeführt.

⁶⁷ Die Ergebnisse werden nicht experimentbezogen dargestellt, sondern es erfolgt ein Überblick über die gesamte heilpflanzliche und naturheilkundliche Experimentierreihe. Dabei werden jeweils einzelne Ausprägungen der Schüler*innen-Reaktionen schwerpunktmäßig thematisiert. Mögliche Besonderheiten zu einzelnen Experimenten werden im Text entsprechend vermerkt.

Körpersprache

Als nonverbales Kommunikationsmittel offenbart die Körpersprache unmittelbare (affektive) Reaktionen auf soziale Situationen. Bei den Experimentiereinheiten signalisierten viele Schüler*innen durch ihre Körpersprache und dem damit verbundenen Auftreten eine positive Zuwendung zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten. Eine Variation in der Intensität der Ausprägung ist dabei natürlich. Bemerkenswert war die zugewandte Körperhaltung vor allem während der experimentellen Tätigkeitsphase. Zu Beginn des Experimentierens bereitete es vielen Schüler*innen Mühe, ruhig auf ihren Stühlen sitzen zu bleiben und auf den Beginn des Experiments zu warten.

„Ich merkte an dem teilweise unruhigen ‚Gewackel‘ der SuS auf ihren Stühlen, dass sie gerne mit dem Experimentieren starten wollten.“⁶⁸

(Erlebnisprotokoll „Das grüne Pflaster für unterwegs“ von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 27.05.2019), Zeile 75 – 76)

Sie standen nach Erhalt der Materialkisten unverzüglich auf und starteten direkt mit der Bearbeitung der Versuchsanleitung. Neben der Aktivierung des eigenen Körpers war zusätzlich eine physische Zuwendung zum Experimentiersetting beobachtbar. Diese zeichnete sich durch eine nach vorn gelehnte Haltung und / oder durch einen vorgebeugten Oberkörper aus. Die Schüler*innen beanspruchten den gesamten Raum des Versuchsaufbaus für sich. Diese Körperhaltung konnte bei fast allen Schüler*innen während einer experimentellen Phase beobachtet werden.

„Was mir auch bei fast allen Gruppen aufgefallen ist, ist das Lehnen mit dem Oberkörper über den Tisch, um dem Experiment näher zu sein. [...] Darüber hinaus wurde die Glasschale leicht geschwenkt, es wurde an der Gallerte gerochen („Das riecht wie Kräuter-Tee.“) und die Glasschale wurde von allen Seiten sowie aus der Nähe sehr genau betrachtet. Als die SuS zu dem Teil kamen, bei dem die Isländisch Moos-Gallerte befühlt werden sollte, waren sie [...] sehr begeistert bei der Sache: [...]. Das freute mich an dieser Stelle sehr, dass die SuS der Sache so zugewandt waren, dass sie diese sogar direkt anfassen wollten. Sie freuten sich regelrecht darüber, dass sie die Gallerte zwischen die Finger nehmen durften.“

(Erlebnisprotokoll „Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 1“ von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 27.05.2019), Zeile 90 – 101)

⁶⁸ SuS = Schülerinnen und Schüler

Auch durch äußere Störungen ließen sich die Schüler*innen nicht in ihrem Tun ablenken. Sie gingen vollkommen im Experimentieren auf und waren in dieser Tätigkeit regelrecht versunken. Lediglich bei plötzlich auftretenden, ungeahnten Experimentierereignissen zeigten sich einige Schüler*innen aufgeregt. Die Aufregung wurde unterstrichen durch auffällig schwingende Handbewegungen sowie dem Zeigen auf das Experiment. Sofort erfolgte eine Zuwendung zu den anderen Gruppenmitgliedern und es begann ein intensiver Austausch über die Beobachtungen.

„Direkt zeigte ich mit dem Finger darauf [Anm.: auf die eingesalzene Gurkenscheibe]. ‚Wo?‘, fragte eine der beiden Schülerinnen aufgeregt. Die Köpfe der beiden gingen über der Schale zusammen. Sie gingen mit ihren Gesichtern ganz nah an die Gurkenscheiben und sahen sich den ersten herunterfallenden Tropfen ganz genau an. Die eine Schülerin hob ruckartig ihren Kopf nach oben und guckte mich mit weit aufgerissenen und staunenden Augen an: ‚Boah, Frau Brusdeilins, hast du das gesehen?‘“

(Erlebnisprotokoll „Die tropfende Gurke“ von Marina Brusdeilins (2. Erhebung, 17.12.2019), Zeile 116 – 121)

Die Blicke sowie die damit zusammenhängende intuitive Mimik der Schüler*innen unterstützen den Eindruck der ungeteilten Aufmerksamkeit während der Experimentiertätigkeit. Mit dem Austeilen der Materialkisten überwachten die Schüler*innen aufmerksam das Experimentiersetting. Dies äußerte sich durch unterschiedliche Variationen von Blicken, die im direkten Zusammenhang mit der Mimik und der Körperhaltung standen und diese maßgeblich beeinflussten. Viele Schüler*innen führten ihr Gesicht nah an den Versuchsaufbau heran und kniffen die Augen leicht zusammen. Gelegentlich neigten sie zusätzlich den Kopf leicht zur Seite, was einen nachdenklichen und konzentrierten⁶⁹ Eindruck erzeugte.

„Viele SuS hielten Blickkontakt mit dem Experiment [Anm.: Duftgewinnung]. Teilweise legten sie den Kopf schief oder gingen mit dem Experiment ‚auf Augenhöhe‘, um die beiden Schalen besser sehen zu können. Um einen Rundumindruck zu bekommen, drehten einige SuS die große Schale hin und her oder hoben immer wieder den Stein hoch. ‚Guck mal, da kann man den Abdruck vom Stein sehen.‘ Viele SuS waren, genau wie zu Beginn der Experimentierphase, nach vorne gebeugt oder knieten sogar auf ihren Stühlen.“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Praxis“ von Marina Brusdeilins (3. Erhebung, 19.02.2020), Zeile 116 – 122)

⁶⁹ Inwiefern die Schüler*innen tatsächlich im Unterricht konzentriert waren, basiert lediglich auf der subjektiven Einordnung der Beobachtungen. Diese Annahme gilt für die gesamte Ergebnisdarstellung und -diskussion.

Bei einer ungeahnt auftretenden Versuchsbeobachtung veränderten sich ebenfalls plötzlich die Blicke der Schüler*innen. Die zuvor leicht zusammengekniffenen Augen wurden unmittelbar weit aufgerissen. Die Blicke erhellten sich deutlich, die Augen wirkten teilweise strahlend bzw. leuchtend. Die Freude zeigte sich ebenfalls im nasal-oralen Gesichtsbereich durch einen leicht geöffneten Mund. Beides drückte Erstaunen über eine unerwartete Versuchsbeobachtung aus.

„Glücklicherweise bildeten sich bei den restlichen Gruppen, bei denen die Gurke noch nicht getropft hatte, erste kleine Tröpfchen an der Unterseite der Gurkenscheiben. Ich zeigte mit den Fingern auf diese. Einige SuS reagierten daraufhin sehr überschwänglich: ‚Boah, guck mal. Da tropft es gleich runter. Wie kann das denn sein?‘ Eilig notierten sich die SuS diese Beobachtung. Die vorher umherschweifenden Blicke fokussierten sich wieder auf das Experiment und ich konnte beobachten, wie sich einzelne SuS über die herabfallenden Tropfen freuten. ‚Bei uns tropft es jetzt richtig.‘“

(Erlebnisprotokoll „Die tropfende Gurke“ von Marina Brusdeilins (3. Erhebung, 17.02.2020), Zeile 108 – 115)

Die auf der beobachteten Körperhaltung getroffene Annahme von einer im Experiment vertieften Arbeitshaltung wird durch die intensiven und fokussierten Blicke der Schüler*innen unterstützt.

Die bisher aufgeführten Schüler*innen-Reaktionen der Körpersprache beziehen sich auf die experimentelle Tätigkeit. Aber auch während der anderen Unterrichtsphasen konnte zugewandtes Verhalten zum Geschehen beobachtet werden. Die Möglichkeiten für physische Aktivitäten während der restlichen Unterrichtsstunde fällt im Vergleich zum Experimentieren geringer aus. Der Schwerpunkt der Beobachtung einer positiven Zuwendung verschiebt sich daher auf die Ausrichtung des Gesichtsfeldes sowie des Oberkörpers zum Unterrichtsinhalt (dazu gehören gezeigte Abbildungen oder sprechende Personen). In diesem Zusammenhang können besonders der Unterrichtseinstieg sowie die Besprechung der Auswertung als nicht-experimentelle Unterrichtsphasen mit hoher ausgeprägter Zugewandtheit hervorgehoben werden.

Während der Auswertungsphase ist die aktive (innere) Teilnahme der Schüler*innen besonders auffällig: Leicht zusammengekniffene Augen, eine gekräuselte Stirn und / oder ein leicht geneigter Kopf illustrierten die Zugewandtheit. Hin und wieder signalisierten einige Schüler*innen durch ein leichtes Nicken ihre gedankliche Auseinandersetzung mit den Inhalten.

„Ich konnte in ihren Gesichtern auch sehr schön beobachten, wie sie auch gedanklich stets bei der Sache waren. Oft kräuselte sich die Stirn oder es wurden die Augen zusammengezogen, die mir signalisierten, dass die entsprechenden SuS über meine Frage nachdachten. Insgesamt herrschte während des Unterrichtsgesprächs auch wieder eine ruhige und sehr konzentrierte Atmosphäre. Darüber war ich doch erstaunt, da der theoretische Input relativ hoch war.“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Theorie“ von Marina Brusdeilins (3. Erhebung, 19.02.2020), Zeile 129 – 134)

Sinnliche Wahrnehmung

Wenn Kinder experimentieren, nehmen sie das Setting nicht nur visuell wahr, sondern setzen die anderen Sinne ebenfalls mit ein, die während des restlichen Schulalltags nur wenig Bedeutung erhalten.⁷⁰ Die Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung und der Videographie zeigten eine intensive haptische Auseinandersetzung mit dem Experimentiergegenstand. Die Hände dienten als bevorzugte Möglichkeit, die Versuchsbeobachtung wahrzunehmen und den Lernprozess dadurch aktiv voranzutreiben. Die Experimente mit unterschiedlichen Konsistenzen oder Oberflächen waren offenkundig auf haptischer Ebene besonders interessant für die Schüler*innen. Dazu zählten die Gewinnung der Isländisch Moos-Gallerte sowie die Untersuchung der Wirkungsweise von Isländisch Moos mit einem Schleifpapier.

„Sie freuten sich regelrecht darüber, dass sie die Gallerte zwischen die Finger nehmen durften.“

(Erlebnisprotokoll „Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 1“ von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 27.05.2019), Zeile 100 – 101)

„Einzelne Schüler zogen die Petrischale direkt zu sich, um als Erster / Erste das Ergebnis auf den Schleifpapieren zu befühlen. Das Schleifpapier nahmen die SuS vorsichtig in die Hand [...]. [...] Anschließend fühlten sie immer wieder über beide Schleifpapiere, um den Unterschied genau beurteilen zu können.“

(Erlebnisprotokoll „Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 2“ von Marina Brusdeilins (2. Erhebung, 02.12.2019), Zeile 170 – 175)

Den Schüler*innen war die Wahrnehmung mit den eigenen Händen wichtig. Sie verließen sich weder nur auf die rein visuelle Wahrnehmung, noch auf die Beobachtungen ihrer Mitschüler*innen. Immer wieder konnte beobachtet werden, wie sich die einzelnen Mitglieder einer Gruppe die Experimentiermaterialien gegenseitig aus den Händen nahmen. Dabei konnte kein

⁷⁰ Die Darstellung der visuellen Wahrnehmung wurde aufgrund der engen Verknüpfung mit Mimik und Körperhaltung im vorherigen Abschnitt zur „Körpersprache“ bereits thematisiert.

Unterschied aufgrund des Leistungsstandes festgestellt werden. Alle Schüler*innen bevorzugten ausnahmslos die eigene Beobachtung zur Haptik.

Neben den Experimenten mit der offensichtlichen Möglichkeit des Anfassens, suchten die Schüler*innen in den anderen Einheiten ebenfalls oft den händischen Kontakt mit dem Experimentiermaterial.

„Zwei andere Schülerinnen legten ihre Hände um die Schale, um sich an dem warmen Wasser zu wärmen: ‚Das ist so schön warm.‘“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Praxis“ von Marina Brusdeilins (2. Erhebung, 10.12.2019), Zeile 124 – 125)

„Plötzlich fragen S 1 und S 3, ob sie die Äpfel auch anfassen dürften. Sie können gerne den Apfel anfassen – man muss nur darauf achten, nicht den Tee von einem Apfel auf den anderen zu übertragen. Alle vier SuS fassen die Äpfel direkt an.“⁷¹

(Videotranskript „Abwarten, Tee trinken und gesund werden?“ von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 03.06.2019), 14:24 min)

Obwohl keine auffälligen Konsistenzen oder Oberflächen befühlt werden konnten, wird an den beiden Zitaten das Bedürfnis nach haptischer Wahrnehmung hervorgehoben. Durch einen häufigen händischen Kontakt mit dem Experimentiersetting wird die oben beschriebene zugewandte Körperhaltung verstärkt.

Eine Verbindung zwischen Hand und Kopf wurde neben der Durchführung des Experiments auch während der Auswertungsphase deutlich.

„Sofort äußerten mehrere SuS den Wunsch, auch die Styroporbälle anfassen zu dürfen.“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Theorie“ von Marina Brusdeilins (2. Erhebung, 10.12.2019), Zeile 44 – 45)

Die Veranschaulichung der Auswertung zu den Experimenten „Den Duft aus Pflanzen gewinnen“ und „Abwarten, Tee trinken und gesund werden?“ wurde durch die Verwendung von 3D-Modellen sinnbildlich begreifbar gemacht. Die Möglichkeit, die Modelle selbst in die Hand zu nehmen, forderten die Schüler*innen regelrecht ein. Bei den Experimenten, die lediglich mit 2D-Modellen arbeiteten, war das Bedürfnis diesbezüglich weniger stark ausgeprägt.

⁷¹ S = Schülerin bzw. Schüler

Obwohl die Experimente mit weniger auffälligen haptischen Eigenarten durch den händischen Kontakt der Schüler*innen ebenfalls wahrgenommen wurden, fiel dieser deutlich geringer aus. Dazu zählten insbesondere die Beobachtungsversuche „Die tropfende Gurke“, „Die Funktionsweise von Wadenwickeln“, „Abwarten, Tee trinken und gesund werden?“ sowie „Das grüne Pflaster für unterwegs“.

Die Schüler*innen nutzten zwar überwiegend ihre Hände als Zugang zur Versuchsbeobachtung, jedoch fand die olfaktorische Wahrnehmung ebenfalls ihren Einsatz bei der Versuchsbeobachtung.⁷²

Beim Versuch zur Duftgewinnung aus Pflanzen ist die olfaktorische Wahrnehmung offensichtlich entscheidend.

„Ich fragte nun noch abschließend, ob die SuS an der Flüssigkeit im Schnappdeckelgläschen gerochen hätten: Einige nickten eifrig mit dem Kopf. Eine Schülerin berichtete, dass die Flüssigkeit nach Thymian gerochen hätte: ‚Irgendwie doller, als vor dem Versuch.‘“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Praxis“ von Marina Brusdeilins (2. Erhebung, 10.12.2019), Zeile 180 – 183)

„Beim Einfüllen des Thymians in die große Schale konnte ich einige SuS beobachten, die sich gegenseitig das Thymiandöschen unter die Nase hielten: ‚Hier riecht mal. Das riecht voll gut – so ein bisschen wie Kräutersalz.‘“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Praxis“ von Marina Brusdeilins (3. Erhebung, 19.02.2020), Zeile 96 – 98)

Im Allgemeinen wird dem Geruch im Klassenzimmer wenig Beachtung geschenkt, so dass viele Schüler*innen die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten als eine Wohltat für die Nase empfanden.

„Immer wieder konnte ich den Satz hören: ‚Hier riecht es richtig gut.‘“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Praxis“ von Marina Brusdeilins (3. Erhebung, 19.02.2020), Zeile 132 – 133)

⁷² Die gustatorische Wahrnehmung wird im Rahmen der Ergebnisdarstellung nicht berücksichtigt, da eine Geschmacksprobe bei den durchzuführenden Experimenten nicht vorgesehen war. Auf die akustische Wahrnehmung wird ebenfalls kein Bezug genommen, da sie für heilpflanzliche und naturheilkundliche Experimente nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Trotzdem soll nicht unerwähnt bleiben, dass die Einschätzung von Gerüchen sehr subjektiv erfolgt. Das folgende Zitat zeigt eine Schülerin, die den Thymianduft als eher unangenehm empfunden hat.

„S 5 hält sich die Hand vor den Mund während die vier SuS direkt über der Schale hängen und meint, dass das nicht gut riechen würde. S 8 entgegnet, dass das doch gut riechen würde und ‚der gesündeste Tee‘ sei. S 5: ‚Echt?‘“

(Videotranskript „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Praxis“ von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 28.05.2019), 33:17 min)

Emotionale Effekte

Die bisherige Betrachtung von physischen Reaktionen auf die Experimentiereinheiten wird in diesem Abschnitt mit der Darstellung von psychologischen Merkmalen auf der Ebene der Emotionen erweitert. Dabei werden nur die emotionalen Reaktionen thematisiert, die beobachtbar waren. Der innere emotionale Zustand einer Person kann nicht durch reine Beobachtung von außen erfasst werden.

Die Emotion der Vorfreude zog sich positiv durch die gesamte Hauptuntersuchung. Verbale und nonverbale Äußerungen der Schüler*innen zu Beginn einer Unterrichtsstunde signalisierten, dass sie sich auf die bevorstehende Experimentiereinheit freuten.

„Die ersten SuS kamen beim Betreten in den Klassenraum sofort auf mich zu und fragten neugierig, was wir heute machen werden – das seien doch die Experimente mit den Heilpflanzen. Sie wirkten neugierig, interessiert [...].“

(Erlebnisprotokoll „Das grüne Pflaster für unterwegs“ von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 27.05.2019), Zeile 15 – 17)

Auch im Verlauf einer Erhebung kamen der Studienleiterin vor Unterrichtsbeginn häufig einzelne Schüler*innen entgegen, um einen Blick in die Experimentierkisten werfen zu können und zu erfragen, welche Heilpflanze untersucht werden würde. In diesem Zusammenhang fielen vor allem die Schüler*innen auf, die während der Unterrichtsstunden oft scheinbar abgelenkt oder unkonzentriert wirkten. Das teilweise unkonzentrierte Verhalten des im folgenden Zitat erwähnten Schülers resultierte aus sprachlichen Defiziten und damit verbundenen inhaltlichen Verständnisschwierigkeiten. Die Textstelle verdeutlicht jedoch, dass sich diese Schüler*innen ebenfalls im besonderem Maße nach experimentellen Tätigkeiten sehnen.

„Beim Eintreten in die Klasse kam uns schon direkt ein Junge entgegen, der uns alle über den Arm strich und ganz aufgeregt mit weit aufgerissenen Augen

fragte, was wir denn heute machen werden. Ich antwortete, dass wir heute ein Experiment zum Thema ‚Duft‘ durchführen werden. Daraufhin lächelte er und rief laut: ‚Ja.‘ Ich freute mich besonders über die Frage von diesem Jungen, da er in den vorherigen Stunden oft eher abgelenkt und desinteressiert wirkte.“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Praxis“ von Marina Brusdeilins (2. Erhebung, 10.12.2019), Zeile 6 – 11)

Nicht nur während experimenteller Phasen, sondern auch im Unterrichtsgespräch zur Versuchsauswertung zeigten sich bei einigen Schüler*innen positive Emotionen. Freude wurde deutlich, wenn ein Verständnis für die Deutungsinhalte aufgebaut werden konnte.

„L fragt, was denn passiert, wenn der Apfel länger steht. S 1 und S 2 melden sich. S 2: ‚Dann kommt die Luft da dran und dann wird das irgendwie so matschig. Wenn der nicht aufgeschnitten ist, dann ist da ja die Schale so drum. Vielleicht ist der Tee dann sowas wie die Schale – als Schutzschicht.‘ L lobt diese Schüler-Aussage und S 2 freut sich sichtlich.“⁷³

(Videotranskript „Abwarten, Tee trinken und gesund werden?“ von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 03.06.2019), 28:22 min)

Neben den bisher beschriebenen freudigen Emotionen zeigte sich insbesondere bei den Unterrichtseinstiegen nach den Prinzipien des Storytellings (z.B. „Das grüne Pflaster für unterwegs“, „Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen“), dass die Schüler*innen das Unterrichtsgeschehen mit Mitgefühl und Empathie verfolgten. Die Einstiegsgeschichte zum Spitzwegerich thematisierte kleine Schnittverletzungen, die durch die Auflage von Spitzwegerichblättern versorgt werden konnten. Einige Schüler*innen verzogen dabei mitfühlend ihr Gesicht. Sie öffneten leicht ihren Mund und ließen ein leises „Aua.“ verlauten.

Die eigenen Erfahrungen mit Heilpflanzen, die die Grundschüler*innen bereits in ihrem Alltag teilweise machen konnten, verstärkte vermutlich das Mitgefühl während den Einstiegsgeschichten. Im Rahmen der Post- und Follow Up-Interviews berichtete ein Großteil der befragten Schüler*innen, dass sie bereits bei z.B. leichten Erkältungskrankheiten eine Behandlung mit Heilpflanzen und / oder naturheilkundlichen Methoden erfahren konnten. Viele der Schüler*innen berichteten von unterschiedlichen Tees, die sie gegen Hals- oder Bauchschmerzen

⁷³ L = Lehrperson

trinken mussten. Darüber hinaus wurden außerdem das Salz-Nasenspray sowie der Wadenwickel als erlebte Methoden der Naturheilkunde genannt.⁷⁴

Tätigkeitsdrang

Im Verlauf des Unterrichtseinstiegs konnte ein ansteigender Tätigkeitsdrang beobachtet werden. Wie bereits erwähnt, fiel es einigen ungeduldigen Schüler*innen besonders schwer, auf ihren Plätzen zu verweilen. Sie wechselten in kurzer Zeit auffallend oft ihre Sitzposition. Die Zurückhaltung während der anschließenden Vorbesprechung zur Durchführung schien sie vor eine große Hürde zu stellen und verdeutlichte die aufsteigende Vorfreude und den damit verbundenen Tatendrang in Bezug auf das bevorstehende Experiment.

„Die Vorbesprechung [Anm.: zum Isländisch Moos-Experiment] ging nun schon deutlich länger, als im Vergleich zur ersten Stunde. Ich bemerkte eine leichte aufkommende innere Nervosität bei den SuS. Sie wollten gerne tätig werden. Trotz dessen muss ich aber anmerken, dass der Großteil der SuS die Durchführung noch weiterverfolgte: Die Blicke [...] der SuS waren weiterhin nach vorn gewandt. Sie rutschten teilweise jedoch etwas unruhig und ungeduldig auf ihren Stühlen umher.“

(Erlebnisprotokoll „Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 1“ von Marina Brusdeilins (3. Erhebung, 11.02.2020), Zeile 125 – 130)

Diese Beobachtung zeigte sich vor allem bei den Spitzwegerich-Experimentiereinheiten. Die Wirkung des Spitzwegerichs wurde jeweils als erste Experimentiereinheit der heilpflanzlichen Unterrichtsreihe untersucht. Der Reiz des Neuen schien an dieser Stelle einen großen Einfluss zu haben.

Mitarbeit im Unterricht

Die Ergebnisdarstellung zur Körpersprache hat bereits auf eine intensive Mitarbeit und aktive Teilnahme am Unterricht hingewiesen. Ein konzentriertes Arbeitsverhalten sowie das bewusste und aktive Zuhören bei Unterrichtsgesprächen unterstützten diese Aussage. Beide Aspekte zeichneten sich durch einen konzentrierten sowie fokussierten Blick aus, der wachsam das Unterrichtsgeschehen verfolgte. Darüber hinaus wirkten einige Schüler*innen durch einen

⁷⁴ Die Angaben der Schüler*innen bzgl. der eigenen heilpflanzlichen Erfahrungen dürfen nicht als wissenschaftlich zuverlässige Aussagen gewertet werden. Wie bereits erwähnt, besitzen vermutlich die wenigsten Kinder im Grundschulalter umfangreiches Wissen über die Inhaltsstoffe der Medikamente, die sie von ihren Eltern verabreicht bekommen. Trotzdem konnten auf diese Weise erste mögliche heilpflanzliche Berührungspunkte im Alltag der Schüler*innen festgestellt werden.

aufgestützten Kopf nachdenklich. Insbesondere das bewusste Zuhören zeigte sich durch zustimmendes Nicken.

Wie oben bereits erwähnt, stehen die Schüler*innen während der experimentellen Tätigkeit in einem intensiven kommunikativen Austausch in Bezug auf die Beobachtungen. Viele Schüler*innen drängten danach, ihre Aufregung bzgl. einer neuen Beobachtung mit anderen zu teilen und sie damit auf Richtigkeit zu kontrollieren. Letzteres ist für viele Schüler*innen maßgeblich entscheidend und scheint einen wichtigen Stellenwert einzunehmen. Der intensive Austausch zeigte sich vor allem durch das Zusammenstecken der Köpfe über den Experimentiermaterialien. Dabei wurden gemessene Temperaturwerte (z.B. beim Wadenwickel-Experiment) oder das Aussehen von selbst erstellten Versuchsprodukten (z.B. beim Isländisch Moos-Schleim) miteinander verglichen. Ein Einmischen der Lehrperson wirkte hier oft störend. Die Schüler*innen schienen regelrecht versunken in ihrem Gespräch zu sein. Besonders motivierte Schüler*innen begannen bereits zu diesem Zeitpunkt über mögliche Vermutungen zu diskutieren, um die Versuchsbeobachtungen zu erklären.

Neben dem Austausch der Schüler*innen untereinander standen weitere kommunikative Aspekte im Fokus der Beobachtung. Hierbei lag das Augenmerk auf den Wortbeiträgen der Schüler*innen im Unterricht, die auf eine geistige Anteilnahme hindeuteten. Zu diesen zählten vor allem inhaltliche sowie weiterführende Fragen, die eine intensive innere Auseinandersetzung mit dem Thema aufzeigten. In welchem Maße eine kognitive Beschäftigung und Vertiefung mit der Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden erfolgt ist, kann in Kap. 4.2.2 nachvollzogen werden. Besonders bei den Experimenten zum Spitzwegerich sowie zu den Antioxidantien im Tee lieferten die Schüler*innen verschiedene Wortbeiträge in Form von unterschiedlichen Fragen. Speziell das Spitzwegerich-Experiment löste bei vielen Schüler*innen Mitgefühl und empathisches Einfühlungsvermögen zum Kontext der Schnittverletzungen. Eine Beschäftigung mit der Thematik über die Unterrichtsstunde hinaus erstaunte daher nicht. Für einige Schüler*innen war eine wundheilungsfördernde Wirkung so erstaunlich, dass sie ihr neues Wissen nach dem Ende der Experimentiereinheit bei der Lehrperson mit entsprechend inhaltlichen Rückfragen rückversichern mussten. Der Versuch zur Wirkungsweise von Antioxidantien im Tee zeigte dagegen, dass viele Schüler*innen bereits während der Experimentiertätigkeit weiterdachten und sich überlegten, wie das „Apfel-Experiment“ mit dem tatsächlichen Alltagsphänomen zusammenhängen könnte. Insbesondere für

einige Schüler*innen der zweiten Erhebung schien dieser Zusammenhang äußerst verblüffend zu sein. Bereits während der Durchführung mutmaßten sie darüber und stellten entsprechende Fragen im Unterrichtsgespräch.

Die beschriebene aktive geistige Auseinandersetzung mit den heilpflanzlichen Inhalten setzte sich bei einigen Schüler*innen sogar über die Unterrichtszeit hinaus fort. Sie gaben in den Post- und Follow Up-Interviews an, dass sie daheim ihren Eltern bzw. Familien von der heilpflanzlichen Unterrichtsreihe berichteten. In diesem Zusammenhang konzentrierten sich die Erzählungen vor allem auf Durchführung und Beobachtung der unterschiedlichen Experimentiereinheiten. Damit spiegelt dieses Ergebnis ebenfalls das primäre Interesse von Schüler*innen an eigenen händischen Tätigkeiten wider.

Zusammenfassend weisen, neben dem hohen Grad an aktiven Handlungen, auch die diversen Wortbeiträge sowie Äußerungen der Schüler*innen auf eine hohe rege Teilnahme am Unterricht hin – unabhängig von der jeweiligen Unterrichtsphase.

Negative Reaktionen

Im Schulalltag sowie bei den Experimentiereinheiten zeigten nicht alle Schüler*innen in gleichem Maße eine positive Zuwendung zum Unterrichtsgegenstand. Die Schüler*innen mit geringer oder fehlender Zuwendung zu heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten bzw. Experimenten bildeten jedoch den deutlich kleineren Anteil. Darüber hinaus handelte es sich meist jeweils um die gleichen Schüler*innen. Bei fehlender Interessiertheit am Unterrichtsgegenstand fielen diejenigen auf, die sich mit nicht unterrichtsrelevanten Gegenständen (z.B. Stifte, kleine Figuren, etc.) ablenkten. Häufig erhoben sie sich zusätzlich von ihren Plätzen, liefen im Klassenzimmer umher und versuchten Mitschüler*innen in ein Gespräch zu verwickeln. Durch das Kippeln mit ihrem Stuhl verhinderten die Schüler*innen ein konzentriertes und ruhiges Arbeiten mit den Unterrichtsmaterialien. Sie brachten sich selbst nicht bzw. nur nach Aufforderung durch die Lehrperson in die experimentelle Tätigkeit mit ein. Ein zurückgelehnter Körper und / oder ein abgewandter Blick schufen Distanz zum Experimentiersetting. Die beobachtete Mimik in Form von häufigem Gähnen oder eines teilnahmslosen Blicks unterstützte die Annahme einer geringen Zuwendung. Bei anderen Schüler*innen war eine neutrale Körperhaltung beobachtbar. Die Schüler*innen brachten sich zwar sinnvoll bei der Durchführung der Experimente mit ein, dabei war jedoch keine überschwänglich nach vorn gebeugte Stellung des Körpers erkennbar.

Erste pubertäre Verhaltensweisen, die sich meist ablenkenden auf die Schüler*innen auswirkten, erschwerten eine Fokussierung auf den Experimentiergegenstand und eine damit verbundene intensive Auseinandersetzung. Durch leere und ausdruckslose Blicke deutete sich Desinteresse oder Langeweile in Bezug auf die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalte an. Diese Schüler*innen fanden oft nur schwer, auch nach entsprechender Aufforderung durch die Lehrperson, in den Unterrichtsverlauf zurück. Insgesamt resultierte daraus jedoch keine große Beeinträchtigung oder Einschränkung bezüglich des Unterrichtsverlaufs für den gesamten Klassenverband.

Eine fehlende bzw. eingeschränkte Zugewandtheit zeigte sich nicht nur bei einer bestimmten Schüler*innen-Gruppe, sondern in geringem Ausmaß ebenfalls während der Auswertungsphasen der Experimentiereinheiten. Am Ende dieser Phase bekamen die Schüler*innen mit Hilfe eines Arbeitsblattes die Gelegenheit, sich mit der Versuchsdeutung eigenständig auseinanderzusetzen, um das Gelernte zu wiederholen und / oder zu vertiefen. Eine positive Zuwendung zum Arbeitsmaterial, im Vergleich zur Experimentierphase, fiel einigen Schüler*innen offensichtlich schwerer.

„Daneben gab es auch jene SuS [...], die in den ersten Minuten noch gar nichts aufgeschrieben hatten. Sie blickten mit einem etwas verlorenen Blick auf ihr Arbeitsblatt und konnten nichts aufschreiben. Teilweise wanderte auch ein verstohlener Blick zum Sitznachbarn, der aber auch nicht weiterhalf. Um diese SuS trotzdem unterstützen zu können, bat ich die SuS, die eigentlich schon mit der weiterführenden Aufgabe starten wollten, sich mit diesen SuS zusammensetzen und diesen entsprechend zu unterstützen. Ich konnte am Ende der Stunde beobachten, dass dann diese SuS auch eine sinnvolle Antwort aufschreiben konnten.“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Theorie“ von Marina Brusdeilins (3. Erhebung, 19.02.2020), Zeile 170 – 178)

Bei zwei Einheiten fiel die Zuwendung zum Experimentiergegenstand besonders gering aus: „Abwarten, Tee trinken und gesund werden?“ und „Die tropfende Gurke“. Bei der Beobachtung fiel es vielen Schüler*innen deutlich schwerer, ihre Aufmerksamkeit auf das Experimentiersetting zu fokussieren. Die Blicke der Schüler*innen wanderten ziellos durch den Klassenraum und signalisierten Langeweile und Ungeduld.

„Die vier SuS schauen nicht mehr auf ihr Experiment [Anm.: Die tropfende Gurke]. Sie beginnen über nicht unterrichtsrelevante Themen zu sprechen. L kommt einmal vorbei und schaut sich die Gurkenscheiben an – es tropft noch

kein Wasser von der Gurkenscheibe. S 13 und S 16 rühren in dem Salzdöschen. S 14 spielt mit der Flasche.“

(Videotranskript „Die tropfende Gurke“ von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 03.06.2019), 13:38 – 16:38 min)

Durch die fehlende Aufmerksamkeit mussten viele Gruppen auf das eintretende positive Versuchsergebnis hingewiesen werden. Dennoch konnte das Experiment zur tropfenden Gurke mit einem plötzlich und unvermittelt auftretenden Versuchsergebnis die Beachtung der Schüler*innen zurückgewinnen. Mit der Bildung von Wassertropfen rechneten die Schüler*innen in der Regel nicht und wirkten daher umso überraschter. Eine ähnliche Beobachtung konnte beim Versuch zur antioxidativen Wirkung von Tee nicht gemacht werden. Eine mögliche Erklärung ist ebenfalls das wenig effektvolle Versuchsergebnis in Form einer bräunlichen Verfärbung eines Apfels.

Während der ersten Erhebung fielen bei der Durchführung des Versuchs zur Wirkungsweise von Isländisch Moos einige Schüler*innen auf, die mit Abweisung auf die mit Gallerte behandelten Schleifpapiere reagierten. Teilweise ekelten sich die Schüler*innen regelrecht vor der Konsistenz und dem Aussehen.

„S 15 nimmt das behandelte Schleifpapier in die Hand und ruft laut: ‚liiiiiihhhhhh!‘ S 16 beugt sich über die Petrischale und verzieht angewidert das Gesicht. Da der Isländisch Moos-Schleim nicht ganz durchgetrocknet war, bleibt ein bisschen Schleim an der Hand kleben. S 15 und S 16 verziehen angewidert das Gesicht.“

(Videotranskript „Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 2?“ von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 28.05.2019), 28:48 min)

Auch im Rahmen der Interviews äußerte sich eine Schülerin kritisch gegenüber dem Isländisch Moos-Experiment.

„I. Warum hat dir denn der Versuch nicht so gut gefallen?

***EMd.** Weil da hat man ja dieses schleimige Zeug und dann war das irgendwie richtig eklig. Ich fand es eklig, wenn man da so mit den Händen reingegangen ist.“*

(Post-Interview: Transkript von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 14.06.2019), Zeile 232 – 234)

Die Konsistenz und das Aussehen der Isländisch Moos-Gallerte ist unveränderbar. Lediglich im Gespräch mit den Schüler*innen kann der Unterschied des Aussehens von heilpflanzlichen Arzneimitteln im Vergleich zu chemisch-synthetischen Medikamenten relativiert werden. In

der zweiten und dritten Erhebung konnten keine entsprechenden Beobachtungen bzgl. einer ablehnenden Haltung gegenüber der Isländisch Moos-Gallerte gemacht werden.

Auf weitere Einzelfälle von Schüler*innen, die im Verlauf der Experimentiereinheiten nur eine geringe Zugewandtheit oder andere negative Reaktionen zeigten, soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden. Wie bereits erwähnt, können nicht alle Schüler*innen in gleichem Maße an Experimenten im Allgemeinen und / oder an Heilpflanzen interessiert sein. Die jedoch insgesamt positive Zugewandtheit wird durch die Einzelfälle nicht geschmälert.

*Bewertung durch die Schüler*innen⁷⁵*

Im Rahmen der problemzentrierten Interviews wurden die Schüler*innen gebeten, die unterschiedlichen heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten begründet zu bewerten.⁷⁶ Das Diagramm in Abb. 29 zeigt die von den Schüler*innen positiv bewerteten Experimentiereinheiten.⁷⁷

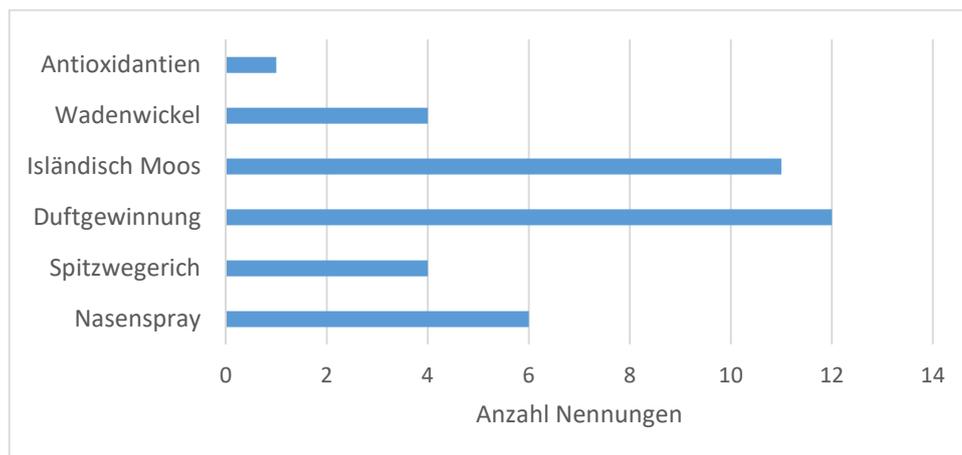


Abb. 29: Positiv bewertete Experimentiereinheiten (n = 20). Mehrfachnennungen wurden berücksichtigt.

⁷⁵ Zu diesem Aspekt erfolgt keine Trennung der Ergebnisdarstellung und -diskussion. Die Interpretation der Bewertung der Experimentiereinheiten durch die Schüler*innen ergibt sich direkt aus den Gründen für eine positive bzw. negative Einschätzungen.

⁷⁶ Die Schüler*innen wurden in den Interviews gebeten, die Experimentiereinheiten aus der Retrospektive einzuschätzen: „Gibt es ein Experiment, das dir besonders gut gefallen hat?“. Die Schüler*innen konnten Mehrfachantworten nennen. Die anschließende Frage „Warum hat dir das Experiment gut gefallen?“ forderte die Schüler*innen auf, ihre Bewertung zu begründen. Eine Unterscheidung in Post- und Follow Up-Phase wird in der Ergebnisdarstellung nicht berücksichtigt, da jeweils unterschiedliche Schüler*innen befragt wurden. Eine mögliche Veränderung der Einstellung kann dadurch nicht abgebildet werden und ist für die vorliegende Studie nicht relevant.

⁷⁷ Bei der Frage „Gibt es ein Experiment, das dir besonders gut gefallen hat?“ muss berücksichtigt werden, dass die Schüler*innen vermutlich nicht immer nur das Experiment auswählen, das ihnen gut gefallen hat, sondern jenes, an welches sie sich am besten erinnern können.

Die Verteilung der positiven Bewertungen zeigt deutlich, dass die Experimente zur Duftgewinnung sowie zur Wirkungsweise von Isländisch Moos von den Schüler*innen am häufigsten genannt wurden. Die Begründungen dafür sind in Tab. 9 aufgeführt.

Tab. 9: Gründe für eine positive Einschätzung der beiden Experimentiereinheiten "Den Duft aus Pflanzen gewinnen" und "Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen". Die Reihenfolge der Auflistung der einzelnen Aspekte spiegelt die Häufigkeit der Nennungen wider.

Den Duft aus Pflanzen gewinnen	Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen
<ul style="list-style-type: none"> - positives Dufterlebnis - interessanter Versuchsaufbau zur Duftgewinnung - vielfältige Beobachtungen - umfangreiche Durchführung - verständliche Deutung - Identifizierung mit dem Kontext 	<ul style="list-style-type: none"> - Konsistenz der Gallerte - Erstaunen über die Wirkungsweise - umfangreiche Durchführung - Einstiegsgeschichte - neues Wissen über Wirkung und Inhaltsstoffe von Hustentabletten

„I. [...] Warum hat dir das [Anm.: Versuch zur Duftgewinnung] denn so gut gefallen? [...]

***LMd.** Weil es irgendwie so einen komischen Duft gab und weil wir da so viel experimentiert haben.*

[...]

***LMd.** Und weil es Spaß gemacht hat.“*

(Post-Interview: Transkript von Marina Brusdeilins (2. Erhebung, 07.01.2020), Zeile 279 – 284)

„I. Du hast ja jetzt einige Experimente mitgemacht zum Thema Heilpflanzen und auch zu naturheilkundlichen Methoden und da würde ich gerne einmal als allererstes wissen, ob es irgendein Experiment gegeben hat, was dir richtig gut gefallen hat ...

***LMd.** [fällt I ins Wort] Ja, das mit dem Thymian.*

[...]

I. W a r u m hat dir denn das Experiment so gut gefallen?

***LMd.** Weil das so gut gerochen hat und weil das so=voll interessant war, wie das so hergestellt wird dieser Duft.“*

(Post-Interview: Transkript von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 14.06.2019), Zeile 1 – 10)

Die positive Bewertung der beiden Experimentiereinheiten begründet sich durch die jeweils umfangreichen Versuchsanleitungen mit vielfältigen Handlungs- und Beobachtungsmöglichkeiten. Andere empirische Studien fanden ebenfalls bereits diesen Zusammenhang heraus

(Kaiser 2013, S. 233). In seinem bildungstheoretischem Ansatz unterstellt John Dewey dem Kind eine von Natur aus angeborene Neugier und damit verbundenem Bedürfnis nach aktiven Tätigkeiten (Bittner 2001, S. 35). Dieses Bedürfnis nach einem hohen Grad an Eigenaktivität stellten einzelne Schüler*innen heraus. Darüber hinaus spiegelt sich ebenfalls der von Erikson beschriebene Werksinn wider. Die Grundschüler*innen sehnen sich aufgrund ihres Entwicklungsstadiums danach, für die reale Umgebung nützliche und sinnstiftende Handlungen durchzuführen. Dabei entspringen die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalte der erwachsenen Dingwelt und verleihen den experimentellen Tätigkeiten Sinnhaftigkeit (Erikson 1973, S. 98 ff.).

Der Versuch zur Duftgewinnung zeichnete sich außerdem durch das positive Geruchserlebnis aus. Ein großer Anteil der Schüler*innen-Gespräche während des Unterrichts beschäftigte sich mit der wohltuenden Auswirkung auf den olfaktorischen Sinn. Weiterhin wurde von den Schüler*innen die Verständlichkeit der Erklärung zum Duft-Experiment positiv herausgestellt. Vermutlich ist dies auf den Einsatz des haptischen 3D-Teilchenmodells zurückzuführen.

Das Experiment zum Isländisch Moos erzeugte dagegen bei den Schüler*innen vor allem Erstaunen über die unerwartete Konsistenz der gewonnenen Gallerte und die damit verbundene Möglichkeit, den Tastsinn umfangreich einzusetzen.

Einen ganzheitlichen Überblick über die unterschiedlichen Gründe für eine positive Einschätzung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten liefert Abb. 30. Es wurden nur die Gründe berücksichtigt, die von mehreren Schüler*innen genannt wurden.

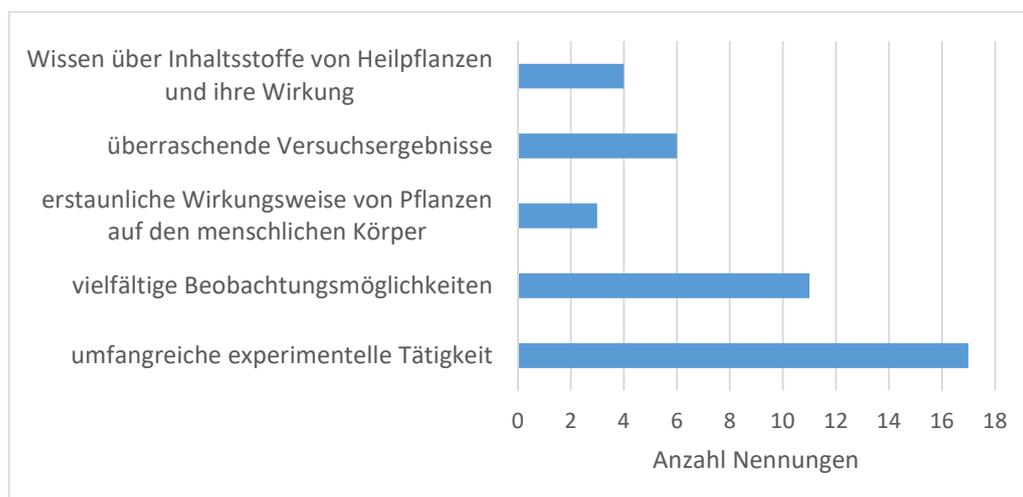


Abb. 30: Gründe für eine positive Bewertung von heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten (n = 20). Mehrfachnennungen wurden berücksichtigt.

Die beiden Einheiten zur Duftgewinnung und zum Isländisch Moos zeichneten sich besonders durch eine hohe Eigenaktivität aus. Darüber hinaus wurde dieser Aspekt jedoch von den Schüler*innen generell in Bezug auf die gesamte heilpflanzliche und naturheilkundliche Experimentierreihe hervorgehoben. Die experimentelle Tätigkeit bezieht sich dabei zum einen auf die Durchführung und zum anderen auf vielfältige Beobachtungsmöglichkeiten. Ferner zeigten einige Interview-Antworten die Überraschung der Schüler*innen über unterschiedliche heilpflanzliche Wirkungsweisen. Die wohltuende und unterstützende Auswirkung von Heilpflanzen auf den menschlichen Körper verblüffte sie und war ihnen bisher nicht bekannt.

Des Weiteren wurden die Schüler*innen im Interview gebeten, ein Experiment zu nennen, welches ihnen nicht gut gefallen hätte.⁷⁸ Im Vergleich zur Frage der positiven Bewertung fällt die Anzahl der Nennungen deutlich geringer aus. Daraus resultiert die zusammenfassende Aussage, dass die heilpflanzliche und naturheilkundliche Experimentierreihe von den Schüler*innen insgesamt positiv bewertet wurde. Es wurden deutlich weniger Experimente negativ eingestuft. Abb. 31 zeigt einen Überblick und ergänzt damit die Ergebnisse zur positiven Bewertung.

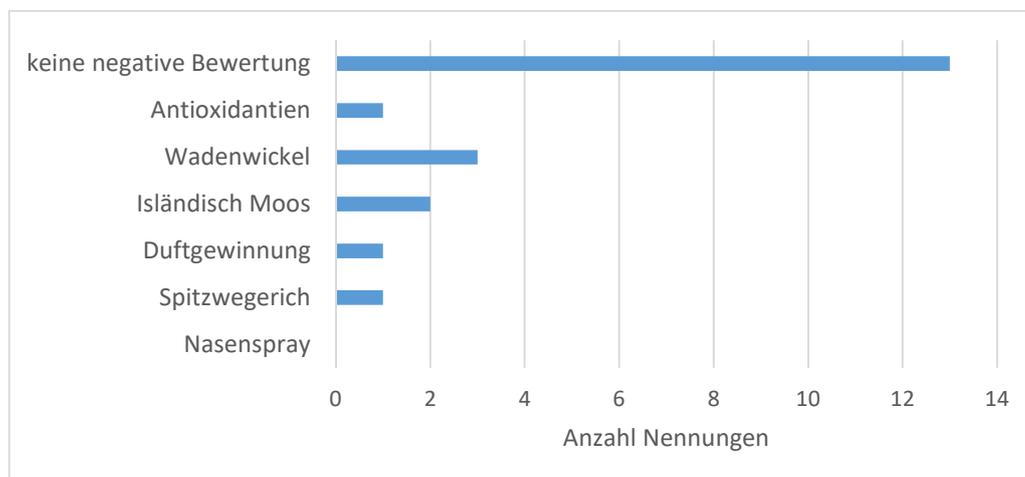


Abb. 31: Negativ bewertete Experimentiereinheiten (n = 20). Mehrfachnennungen wurden berücksichtigt.

⁷⁸ Dazu wurden die beiden Fragen „Hat dir ein Experiment vielleicht auch nicht so gut gefallen? Warum?“ gestellt. Die Schüler*innen konnten Mehrfachantworten nennen. Eine Unterscheidung in Post- und Follow Up-Phase wird hier ebenfalls nicht berücksichtigt, da jeweils unterschiedliche Schüler*innen befragt wurden. Eine mögliche Veränderung der Einstellung kann dadurch nicht abgebildet werden und ist für die vorliegende Studie nicht relevant.

Auffällig sind die 13 Schüler*innen, die die Experimentierreihe insgesamt positiv bewerteten. Für die wenigen Schüler*innen, die im Rahmen einer negativen Bewertung ein Experiment benennen konnten, waren folgende Gründe relevant:

- bereits bekannte Wirkungsweisen von Heilpflanzen,
- lange Wartezeiten beim Experimentieren,
- Versuchsanleitungen mit einem geringen Eigenanteil experimenteller Handlungen, und / oder
- unspektakuläre Versuchsbeobachtungen.

„MJg. Ja, den [Anm.: Versuch zum Wadenwickel] fand ich nicht so=fand ich nicht so cool, weil man da einfach nur Wassertemperatur messen musste und was drumwickeln.“

(Post-Interview: Transkript von Marina Brusdeilins (1. Erhebung, 14.06.2019), Zeile 114 – 115)

Die genannten Gründe für die negative Bewertung eines Experiments spiegeln sehr schön den Gegensatz zur positiven Bewertung wider und unterstreichen damit die gewonnenen Ergebnisse.

4.2.2 Wissenserwerb von heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten

Der Anspruch bei der Entwicklung neuer heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Experimentiereinheiten für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Jahrgangsstufe vier lag zunächst auf der Akzeptanz durch die Grundschüler*innen. Dabei war vor allem die Angemessenheit der Experimente im Handling relevant. Daneben ist jedoch der kognitive Wissensaufbau ebenso von Bedeutung. Die entsprechenden Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

*Das heilpflanzliche und naturheilkundliche Wissen der Schüler*innen*

Um das Ausmaß des kognitiven Erfassens zu ermitteln, wurden von den Schüler*innen der drei Erhebungsklassen jeweils zwei Wissenstests bearbeitet: Die Ergebnisse des Post-Tests geben wertvolle Hinweise über die kurzfristige Behaltensleistung. Dagegen zeigen die Follow Up-Testergebnisse langfristige Effekte. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Stichprobengrößen.

Tab. 10: Stichprobengröße n der Post- und Follow Up-Wissenstests.

	n (Post-Test)	n (Follow Up-Test)	n (Gesamt)
Erste Erhebung	16	16	16
Zweite Erhebung	25	25	26 ⁷⁹
Dritte Erhebung	25	-	25

Für eine anonyme personenbezogene Auswertung der Post- und Follow Up-Tests wurden die Testbögen jeweils mit Tiersymbolen versehen. Bei Multiple Choice-Aufgaben sowie ähnlichen Aufgabentypen (z.B. Vervollständigung eines Lückentexts oder einer Zeichnung, etc.) konnten die Antworten der Schüler*innen als richtig oder falsch gewertet werden. Bei offenen Testaufgaben wurden im Vorfeld die richtigen Antwortkriterien festgelegt. Die Höhe der zu vergebenen Punkte wurde ebenfalls im Voraus bestimmt.⁸⁰ Schüler*innen, die im Unterricht bei einer Experimentiereinheit gefehlt haben, mussten die entsprechenden Aufgaben nicht bearbeiten. Zur Abbildung dieser Schüler*innen wurde die Kategorie „nicht experimentiert“ eingeführt. Bei der Auswertung wurde außerdem berücksichtigt, dass sie keine volle Punktzahl erreichen konnten.

Folgend werden exemplarisch die Post- und Follow Up-Testergebnisse der ersten empirischen Erhebung schüler*innen-bezogen dargestellt (s. Abb. 32). Die Tendenzen in den anderen beiden Erhebungen sind dementsprechend ähnlich. Die Ergebnisse können im Anhang (s. Kap. 6.4.3) eingesehen werden.

⁷⁹ Ein Schüler nahm an beiden Test-Durchläufen nicht teil. Er wurde durch den Klassenlehrer aufgrund seines sonderpädagogischen Förderbedarfs bei der Bearbeitung der Tests nicht berücksichtigt.

⁸⁰ Der Post- und Follow Up-Test sind jeweils im Anhang (s. Kap. 6.4.1 und 6.4.2) hinterlegt.

4 Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

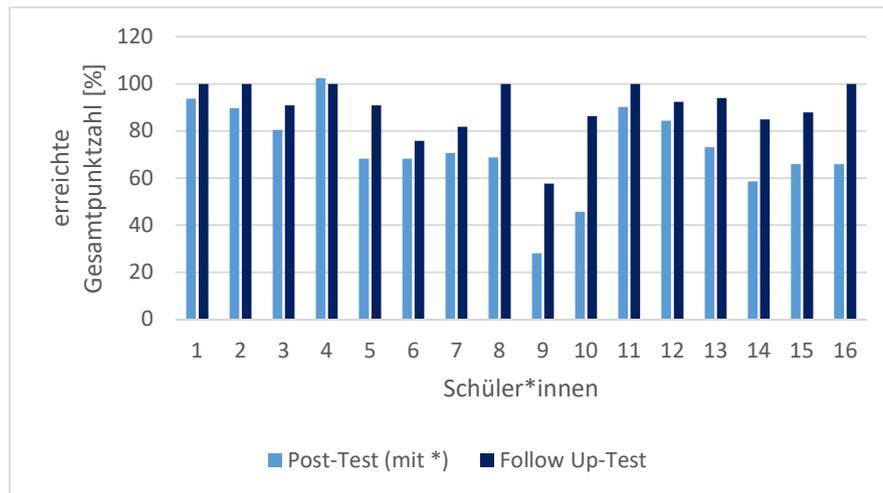


Abb. 32: Schüler*innenbezogene Ergebnisse der Post- und Follow Up-Wissenstests der ersten empirischen Erhebung. Die Schüler*innen hatten im Post-Test die Möglichkeit durch eine freiwillige weiterführende Aufgabe (*) Zusatzpunkte zu erreichen. Die Ergebnisdarstellung im Diagramm berücksichtigt die zusätzliche Punktzahl.

Die Testergebnisse spiegeln den Leistungsstand der ersten Erhebungsklasse wider. Diesbezüglich wurde die Studienleiterin im Vorfeld durch die Lehrperson mündlich informiert. Beim Vergleich der Post- und Follow Up-Ergebnisse fällt deutlich auf, dass die Schüler*innen im Follow Up-Durchgang höhere Punktzahlen erzielen konnten.

Für eine differenzierte Aussage zu den einzelnen heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten werden im Folgenden exemplarisch die Testergebnisse der ersten Erhebung aufgabenbezogen dargestellt. Bei der Auswertung wurden die in den Aufgaben erreichten prozentualen Gesamtpunktzahlen zu 25 %-Einheiten zusammengefasst (s. Tab. 11). Tab. 12 zeigt die Zuordnung der einzelnen Aufgaben zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten der Post-Phase. Darüber hinaus sind die jeweiligen Kompetenzbereiche in römischen Ziffern vermerkt. Die aufgabenbezogenen Testergebnisse der Post-Phase werden in Abb. 33 dargestellt. Die Ergebnisse der zweiten und dritten Erhebung können im Anhang nachvollzogen werden (s. Kap. 6.4.4).

4 Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

Tab. 11: Einteilung erreichter Gesamtpunktzahlen in Prozent für die aufgabenbezogene Ergebnisdarstellung.

Erreichte Punktzahl [%]	Die Schüler*innen konnten ...
100	... die maximale Punktzahl erreichen.
> 75	... 75 % oder mehr der zu erzielenden Punkte erreichen.
> 50	... 50 % oder mehr der zu erzielenden Punkte erreichen.
> 25	... 25 % oder mehr der zu erzielenden Punkte erreichen.
> 0	... 0 % oder mehr der zu erzielenden Punkte erreichen.
0	... keine Punkte erzielen.
nicht experimentiert	... aufgrund von Fehlzeiten im Unterricht nicht am Experiment teilnehmen.

Tab. 12: Zuordnung der Aufgaben der Post-Wissenstests zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten unter Angabe der Kompetenzbereiche (erste Erhebung).

Aufgaben-Nr.	Experimentiereinheit	Kompetenzbereich
1	Abwarten, Tee trinken und gesund werden?	II
2	Die tropfende Gurke	II
3	Das grüne Pflaster für unterwegs	III, II
4	Den Duft aus Pflanzen gewinnen	II
5	Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen	III, II
6	Die Funktionsweise von Wadenwickeln	II, IV (Zusatzaufgabe *: V)

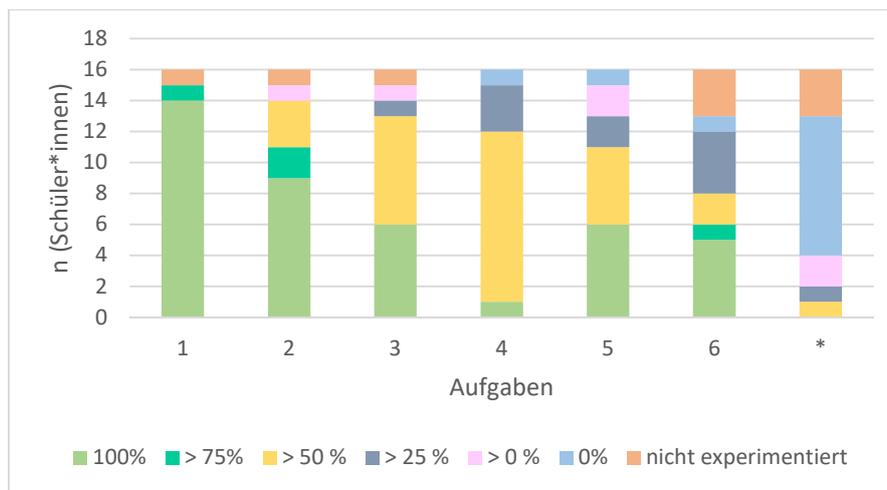


Abb. 33: Aufgabenbezogene Ergebnisse des Post-Tests der ersten empirischen Erhebung.

Bei der Auswertung konnte kein linearer Zusammenhang zwischen der erreichten Punktzahl und der Höhe des Kompetenzbereichs festgestellt werden (s. Abb. 33). Besonders gute Ergebnisse erzielten die Schüler*innen bei den ersten beiden Aufgaben (Antioxidantien im Tee, Salznasenspray). Das Anforderungsniveau orientierte sich jeweils am zweiten Kompetenzbereich. Die Schüler*innen wurden aufgefordert Zeichnungen, die ihnen aus dem Unterricht bereits bekannt waren, zu vervollständigen. Die positiven Testergebnisse lassen die Aussage zu, dass die Teilchenmodelle zu diesen beiden Experimenten prägnant in Erinnerung geblieben sind.

Das Anforderungsniveau der vierten Aufgabe (Duftgewinnung) ordnet sich ebenfalls in Kompetenzbereich II ein. Nur sehr wenige Schüler*innen konnten die vollständige Lösung korrekt erarbeiten. Die Fragestellung forderte dazu auf, einzelne Aussagen zur Deutung in die richtige Reihenfolge zu bringen. Dazu mussten die Schüler*innen in der Lage sein, die inhaltlichen Unterschiede zwischen den Aussagen zu ermitteln.

Daneben erscheint das Ergebnis der sechsten Aufgabe (Wadenwickel, Kompetenzbereich IV) besonders bemerkenswert. Die Schüler*innen mussten einen eigenen kurzen Antworttext zur Deutung des Versuchs formulieren. Dieser Anforderung war die Hälfte aller Schüler*innen gewachsen. Sie konnten sinnvolle Beiträge schriftlich festhalten.

Die freiwillige weiterführende Zusatzaufgabe (s. * in Abb. 33) wird an dieser Stelle nicht detailliert thematisiert. Aus der Abbildung geht hervor, dass nur wenige Schüler*innen sich dazu entschieden die Fragestellung (Kompetenzstufe V) zu beantworten. Aus welchen Gründen dies geschehen ist, kann basierend auf dem Wissenstest nicht erörtert werden.

An die Darstellung der aufgabenbezogenen Post-Ergebnisse schließt sich die Follow Up-Ergebnisdarstellung, ebenfalls aufgabenbezogen, an. Tab. 13 zeigt die Zuordnung der einzelnen Aufgaben zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten der Follow Up-Phase. Darüber hinaus sind die jeweiligen Kompetenzbereiche in römischen Ziffern vermerkt. Die aufgabenbezogenen Testergebnisse der Follow Up-Phase werden in Abb. 34 dargestellt. Die Ergebnisse der zweiten und dritten Erhebung können im Anhang nachvollzogen werden (s. Kap. 6.4.4).

Tab. 13: Zuordnung der Aufgaben der Follow Up-Wissenstests zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten unter Angabe der Kompetenzbereiche (erste Erhebung).

Aufgaben-Nr.	Experimentiereinheit	Kompetenzbereich
1	Abwarten, Tee trinken und gesund werden?	II
2	Das grüne Pflaster für unterwegs	II
3	Den Duft aus Pflanzen gewinnen	III
4	Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen, Die Funktionsweise von Wadenwickeln, Die tropfende Gurke	III

4 Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

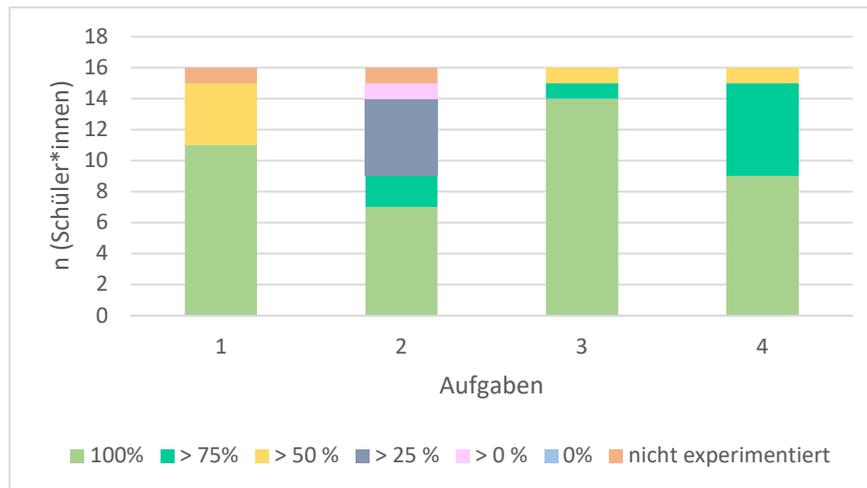


Abb. 34: Aufgabenbezogene Ergebnisse des Follow Up-Tests der ersten empirischen Erhebung.

Bei der Gestaltung des Follow Up-Tests wurden die Kompetenzbereiche II und III berücksichtigt. Die verwendeten Aufgabentypen beinhalteten vor allem Multiple Choice- sowie vergleichbare Aufgaben (z.B. Vervollständigen eines Lückentexts oder einer Zeichnung). Das Formulieren von eigenen kurzen Texten wurde nicht verlangt. Der Follow Up-Test wurde bewusst auf einem geringeren Anforderungsniveau konzipiert, da der Fokus auf der übersichtsartigen langfristigen Erinnerungsfähigkeit lag. Vor diesem Hintergrund konnten die Schüler*innen gute Ergebnisse erzielen.

Die vier Aufgaben des Follow Up-Wissenstests sind bzgl. ihrer Anforderung gut miteinander vergleichbar. Die ersten beiden Aufgaben nutzen das Multiple Choice-Format zur Wissensabfrage. In der dritten Aufgabe werden die Schüler*innen dazu aufgefordert, den Versuchsaufbau zur Duftgewinnung zu zeichnen. Die vierte Aufgabe beinhaltet einen Lückentext, der drei heilpflanzliche und naturheilkundliche Inhalte miteinander kombiniert. Das Resultat der Auswertung zu den Aufgaben eins, drei und vier zeigt gute bis sehr gute Ergebnisse. Aufgabe zwei dagegen konnte nur von einem geringeren Anteil der Schüler*innen erfolgreich bearbeitet werden.

Beim Vergleich der Post- und Follow Up-Ergebnisse der ersten empirischen Erhebung kann allerdings keine auffällige Entwicklung bzgl. einer konkreten Experimentiereinheit festgestellt werden.

Die Erinnerungsfähigkeit bzgl. heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Experimentiereinheiten

Über das Ausmaß der kognitiven Erfassung durch die Schüler*innen können die problemzentrierten Interviews ebenfalls wertvolle Hinweise liefern. Der Schwerpunkt der Interviewauswertung liegt im Vergleich zu den Wissenstests auf der individuellen Erinnerungsfähigkeit einzelner Schüler*innen. Dadurch ist ein detaillierter Blick in den kognitiven Wissensaufbau möglich. Die Ergebnisse der Interviews werden nach Post- und Follow Up-Phase differenziert: Die Post-Interviews ermöglichen Aussagen zur kurzfristigen Behaltensleistung (s. Abb. 35). Eine Veränderung hinsichtlich einer längerfristigen Erinnerungsfähigkeit zeigen die Ergebnisse der Follow Up-Gespräche (s. Abb. 36). Die Auswertung der Behaltensleistung orientiert sich am Dreiklang eines naturwissenschaftlichen Protokolls: Durchführung, Beobachtung und Deutung. Bei der Deutung wird in diesem Zusammenhang auch der Umgang mit den Fachbegriffen berücksichtigt. Zusätzlich bildete sich in Bezug auf die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalte die Kategorie „Wissenstransfer“: Die im Modellexperiment gelernten Inhalte müssen auf das jeweils entsprechende Alltagsphänomen übertragen werden, z.B. die Untersuchung der Wirkungsweise von Isländisch Moos gegen Halsschmerzen mit Hilfe eines Schleifpapiers. Durch die Unterscheidung einzelner experimenteller Aspekte kann daher der kognitive Wissensaufbau im Vergleich zum Testbogen differenziert betrachtet werden. Darüber hinaus findet eine Abstufung der Aussagen statt: Einige Schüler*innen benötigen Hilfestellungen, um ihre Erinnerungsfähigkeit anzuregen (mit Hilfestellung), andere können die Inhalte eigenständig formulieren (ohne Hilfestellung). Andererseits gibt es auch die Schüler*innen, die trotz Unterstützung keine Erinnerung an einzelne Aspekte besitzen (keine Erinnerung).

4 Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

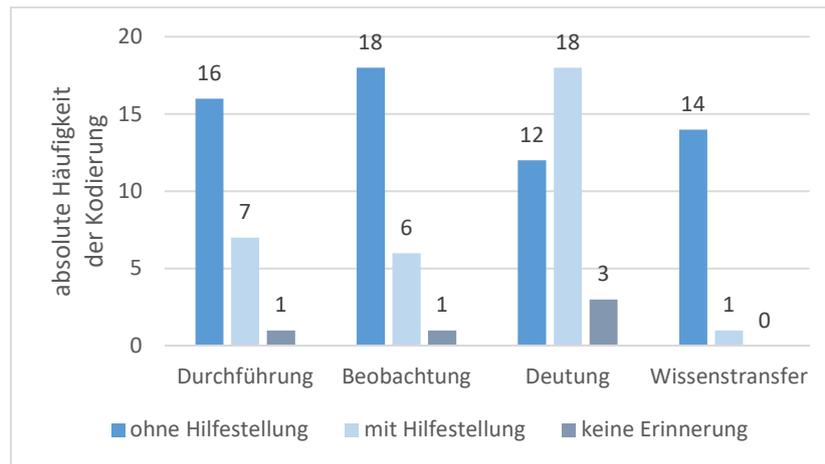


Abb. 35: Ergebnisse der kurzfristigen Behaltensleistung (Post-Interviews der drei empirischen Erhebungen, n = 12). Mehrfachkodierungen wurden berücksichtigt.

Aus dem Diagramm zur kurzfristigen Behaltensleistung (s. Abb. 35) geht deutlich hervor, dass der Großteil der befragten Schüler*innen ohne Hilfestellung die Durchführung sowie die Beobachtung zu unterschiedlichen Experimentiereinheiten wiedergeben konnte. Lediglich bei den Deutungen kehrt sich das Ergebnis um: Die Schüler*innen benötigten mehr Unterstützung. Ein großer Einfluss spielt der Umgang mit den neu gelernten, naturwissenschaftlichen Fachbegriffen (z.B. Verdunsten oder Kondensieren). Obwohl die Verwendung der Fachbegriffe für einige Schüler*innen besonders schwierig war, konnten sie die Deutung inhaltlich meist trotzdem korrekt erklären. Oft reichten kleine Hilfestellungen in Form von konkreten Rückfragen durch die Studienleiterin oder die Erinnerung an die Teilchenmodelle aus.

Die Situation, dass Schüler*innen trotz Unterstützung die Deutung nicht erklären konnten, trat eher selten auf. Erstaunlicherweise gelang ihnen der Wissenstransfer dagegen größtenteils ohne Probleme. Die Verknüpfung mit der Lebenswelt der Schüler*innen (z.B. die Thematisierung von Erkältungskrankheiten) und der damit einhergehenden Kontext-Identifizierung, erleichterte den Transfer.

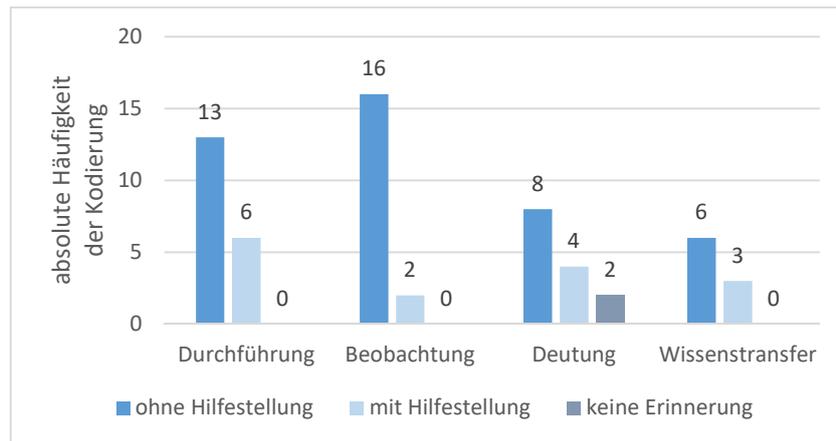


Abb. 36: Ergebnisse der langfristigen Behaltensleistung (Follow Up-Interviews der ersten beiden empirischen Erhebungen, n = 8). Mehrfachkodierungen wurden berücksichtigt.

Eine besonders auffällige Veränderung von der kurz- zur langfristigen Behaltensleistung ist nicht feststellbar (s. Abb. 36). Die Follow Up-Ergebnisse können aufgrund der vier fehlenden Interviews lediglich eine Tendenz anzeigen. Ähnlich zu den Post-Interviews gelang es den Schüler*innen auch nach einem längeren Zeitraum insbesondere die Durchführung sowie die Beobachtung eigenständig zu formulieren. Lediglich in Bezug auf die Deutungen konnten sie ein besseres Ergebnis erzielen. Insgesamt benötigten die Schüler*innen deutlich weniger Unterstützung, um ihre Erinnerungsfähigkeit zu den einzelnen Experimentiereinheiten anzuregen.

4.2.3 Genderspezifische Reaktionen beim heilpflanzlichen Experimentieren

Heilpflanzliche und naturheilkundliche Experimentiereinheiten besitzen das Potential biologische und chemische bzw. physikalische Inhalte miteinander zu vereinen. Die Literatur attestiert den Mädchen zumeist biologische Interessen und den Jungen eher Vorlieben für die „harten Naturwissenschaften“ (s. Kap. 2.5.3). Inwiefern mit Hilfe der entwickelten Experimente ein Sachunterricht gestaltet werden konnte, der für beide Geschlechter ansprechend wirkt, zeigen die folgenden Ergebnisse zweier Abschlussarbeiten. Die beiden Studentinnen Hannah Wesselmann und Lena Lipper unterstützten die Studienleiterin bei der zweiten und dritten

Erhebung (Wesselmann 2020; Lipper 2020).⁸¹ Die genderspezifischen Reaktionen beim Experimentieren mit Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden wurden in einer teilnehmenden Beobachtung identifiziert. Dazu beobachteten die beiden Studentinnen die unterschiedlichen Ausprägungen der Zugewandtheit⁸² beider Geschlechter, um auf eine genderspezifische Zuwendung bzw. Interessiertheit schließen zu können.⁸³

Vor Beginn der Experimentiereinheiten und der anschließenden Hinführung zu heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten zeigten beide Geschlechter in gleichem Maße Freude und positive Zuwendung bezüglich des bevorstehenden Unterrichtsgeschehens.

„Als es zur Durchführung kommt, wirken die SuS plötzlich sehr aufmerksam auf mich. Die Blicke wandern wieder nach vorne und die SuS wirken auf mich so, als hören sie Frau Brusdeilins aufmerksamer zu als zuvor.“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Praxis“ von Hannah Wesselmann (2. Erhebung, 10.12.2019), Zeile 51 – 53)

Die Aufmerksamkeit und Zuwendung setzte sich anschließend auch während der experimentellen Phase fort. Die in Kap. 4.2.1 ausführlich beschriebene positive Zuwendung zur Durchführung und der nachfolgenden Beobachtung konnte ebenfalls geschlechterunabhängig festgestellt werden. Im Vergleich legten jedoch die Mädchen beim Experimentieren einen größeren Wert auf eine saubere und präzise Durchführung. Sie wirkten insgesamt deutlich fokussierter und dadurch auch ruhiger in ihrem Arbeitsverhalten.

„M1 und M4 gucken zusammen auf die Durchführung und M1 liest vor, was zu tun ist. M3 und M5 lesen jeder für sich. M1 und M4 starten sehr schnell mit dem Experimentieren und füllen Wasser in die Dose. Sofort messen sie die Temperatur und starten die Zeit. Sie wirkten dabei sehr strukturiert und die Atmosphäre ist locker. Sie beobachten während der Wartezeit das Thermometer. M3 und M5 wissen zunächst nicht, wie sie es genau mit dem Papier machen sollen, finden

⁸¹ Die Ergebnisse gleichen sich an vielen Stellen und werden deswegen gemeinsam dargestellt. Abweichungen und Unterschiede werden an entsprechender Stelle deutlich gemacht und diskutiert. Bei der Auswertung wurde das sehr unausgewogene Geschlechterverhältnis der dritten Erhebungsklasse zugunsten der Jungen berücksichtigt.

⁸² Die beobachteten Ausprägungen von Zugewandtheit entsprechen den in Kap. 4.2.1 beschriebenen Aspekten: Körperhaltung, Mimik, Blicke, Handlungen, etc. Aus diesem Grund werden die einzelnen Beobachtungen, die auf eine positive Zuwendung und Aufmerksamkeit hindeuten, nicht noch einmal im Detail aufgeführt.

⁸³ Die Studentinnen und die Studienleiterin sind selbst mit genderstereotypischen Klischees aufgewachsen und sozialisiert worden. Für eine wissenschaftliche Arbeitsweise sind sie sich dieses Aspekts bewusst. Im Rahmen der Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung wurde versucht, einen möglichst klischeefreien Blickwinkel einzunehmen, um nicht nur die vorherrschenden gesellschaftlichen Vorurteile mit der Studie zu bestätigen.

es aber schnell heraus und starten dann auch. Sie teilen sich die Aufgaben auf und wickeln das Papier sehr sorgfältig um die Dose. [...] Auch M3 und M5 beobachten die Temperaturveränderung konzentriert. Währenddessen sind M1 und M4 schon fertig, warten aber geduldig auf die andere Teilgruppe. Anschließend sprechen sie in der gesamten Mädchengruppe über ihre jeweiligen Ergebnisse.“⁸⁴

(Erlebnisprotokoll „Die Funktionsweise von Wadenwickeln“ von Lena Lipper (3. Erhebung, 20.02.2020), Zeile 43 – 54)

Ein großer Anteil der Jungen zeigte ebenfalls ein solches Auftreten. Teilweise konnte jedoch auch das Gegenteil beobachtet werden: Sie arbeiteten impulsiver. Die Jungen versuchten zunächst die ihnen gestellte experimentelle Aufgabe auf explorative Weise zu lösen. Sie experimentierten weniger eng an der vorgegebenen Durchführung. Dadurch wirkte ihre Vorgehensweise unstrukturierter. Die fehlende Struktur zeigte sich ebenfalls durch ein unordentliches Experimentiersetting auf den Tischen der Schüler.

„Bei J11 und J12 scheint es so, als wenn sie nicht so einen guten Überblick über den Versuch haben (ihr Blick geht immer hin und her) und immer nur von Punkt zu Punkt arbeiten.“⁸⁵

(Erlebnisprotokoll „Das grüne Pflaster für unterwegs“ von Lena Lipper (3. Erhebung, 06.02.2020), Zeile 33 – 34)

„J12 und J11 haben die Beschriftung auf der Petrischale nicht gelesen und versehentlich im Deckel der Petrischale gearbeitet („Ich habe das nicht gesehen.“). Dadurch lässt sich die Petrischale schlecht schließen und das Eiklar-Spitzwegemisch läuft aus der Petrischale aus und bildet eine Pfütze auf der Serviette und auf dem Tisch.“

(Erlebnisprotokoll „Das grüne Pflaster für unterwegs“ von Hannah Wesselmann (2. Erhebung, 26.11.2019), Zeile 93 – 96)

Trotz des geordneten Verhaltens strahlten vor allem die Schülerinnen der zweiten Erhebung eine große Unsicherheit bei experimentellen Tätigkeiten aus. Sie führten die Handlungen mit geringem Selbstvertrauen durch und forderten sich regelmäßig Bestätigung für ihr Tun bei der Studienleiterin ein.

„M19 und M18 fragen mich nach dem Pipettieren, sie wollen wissen, ob es schlimm sei, wenn sie nicht wie in der Vorbereitung besprochen 2 mal drei Milliliter pipettieren würden, sondern 3 mal zwei Milliliter pipettieren würden. Ersteres würde leider nicht funktionieren („Darf ich das auch wirklich so machen?“

⁸⁴ M = Mädchen

⁸⁵ J = Junge

[...] Aber in der Besprechung wurde doch gesagt [...], aber das klappt nicht.“). Beide wirken sehr unsicher und scheinen nicht zu wissen, was sie in der Situation tun sollen. Ihre Blicke schauen mich fragend und unsicher an. Als ich ihnen jedoch aufzeigen kann, dass sowohl $2 \times 3 = 6$, als auch $3 \times 2 = 6$ ist, schauen beide mich erleichtert an und die Frage scheint für sie beantwortet zu sein. Sie arbeiten weiter und wirken nicht mehr ganz so stark verunsichert, wie vor der Frage.“

(Erlebnisprotokoll „Das grüne Pflaster für unterwegs“ von Hannah Wesselmann (2. Erhebung, 26.11.2019), Zeile 83 – 92)

„M19 schaut zunächst auf ihr eigenes Experiment. Ihr Blick schweift jedoch immer wieder ab und wandert durch den Raum. Es scheint so, als beobachte sie die anderen Gruppen und ihre Experimente und sei bei ihrem eigenen Experiment eher abwesend. Sie scheint unsicher zu sein, ob das Experiment in ihrer eigenen Gruppe richtig durchgeführt wird, da ihr Blick unsicher und ein wenig skeptisch wirkt.“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Praxis“ von Hannah Wesselmann (2. Erhebung, 10.12.2019), Zeile 100 – 105)

In vielen Fällen war diese Zurückhaltung völlig unbegründet, da sich die Schülerinnen die Durchführungsschritte bereits korrekt erarbeiten konnten. Im Verlauf der heilpflanzlichen Unterrichtsreihe erlangten die Schülerinnen durch Erfahrung und die sich damit entwickelnde Routine mehr Sicherheit in ihrem Tun. Insgesamt konnten jedoch das grundsätzlich geringe Selbstbewusstsein sowie die falsche Einschätzung der eigenen Fähigkeiten nicht vollständig abgebaut werden. Sowohl in der zweiten, als auch in der dritten Erhebung fielen auf Seiten der Jungen ähnliche Beobachtungen nicht auf. Obwohl das Experimentieren oft unstrukturierter und damit unordentlicher verlief, zeigten die Jungen in ihrem Tun keine Unsicherheit. Sie strahlten dadurch experimentelles Selbstbewusstsein aus.

„Auch J1 und J6 hatten noch keinen Durchblick. Sie hatten noch gar nicht mit dem Versuch begonnen, sondern lediglich alles bis auf das Thermometer ausgeräumt. Nach kurzer Hilfe meinerseits wussten sie dann, was zu tun war und lasen die Starttemperatur ab. Während der Wartezeit stand J8 auf und tanzte neben seinem Tisch. J4 stand daraufhin ebenfalls auf und fing dann auch an zu tanzen. Auch J1 und J6 wurden somit abgelenkt und tanzten bzw. quatschten. Als sie dann jedoch auf die Stoppuhr guckten und feststellten, dass die 3 Minuten fast um waren, setzten sie sich wieder hin und beendeten den Versuch. Als jede Gruppe für sich das Ergebnis notiert hatte, wussten sie nicht, was sie tun sollten und benötigten den Hinweis, dass sie das mit der anderen Teilgruppe vergleichen müssen. Sie wirken auf mich dabei sehr unstrukturiert / unorganisiert und keines der Gruppenmitglieder hat die Führung übernommen, weshalb auch der Austausch eher ein Durcheinander (-sprechen) war. Dennoch stellten

sie schnell fest, dass sich das Wasser mit dem feuchten Papiertuch schneller abgekühlt hatte.“

(Erlebnisprotokoll „Die Funktionsweise von Wadenwickeln“ von Lena Lipper (3. Erhebung, 20.02.2020), Zeile 27 – 39)

Das hohe Selbstbewusstsein schmälerte sich offenbar auch nicht, wenn sich die Schüler Hilfestellungen im Zuge der Durchführung einforderten. Da sich die Jungen, im Vergleich zu den Mädchen, weniger intensiv mit den vorgegebenen Durchführungsschritten auseinandersetzten, stolperten sie öfter über ein Problem. Interessanterweise boten vor allem Mädchen der dritten Erhebung, nachdem sie sich selbst in ihrem Tun rückversichert hatten, ihre Hilfe gerne an.

„Aufgefallen ist mir noch, dass M1 bei der Gruppe 2 (wieder) einen sehr guten Überblick hatte und den [Anm.: restlichen männlichen] Gruppenmitgliedern geholfen hat. Konkret hat sie J7 gezeigt, was er machen muss, als dieser nicht weiterwusste.“

(Erlebnisprotokoll „Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 1“ von Lena Lipper (3. Erhebung, 11.02.2020), Zeile 66 – 68)

Darüber hinaus konnte ebenfalls während der dritten Erhebung punktuell eine bessere Teamfähigkeit der Mädchen festgestellt werden. Dies äußerte sich durch gegenseitige Hilfe und kommunikativen Austausch während der Experimentierphase. Eine respektvolle und wertschätzende Zusammenarbeit war bei den Schülerinnen öfter zu beobachten, als bei den Schülern.

„Bei einem weiteren Team scheint die Zusammenarbeit gar nicht zu klappen. J9 und J7 haben die Experimentierkiste zwischen sich gestellt und lediglich J9 beschäftigt sich mit dem Versuch. Er hat jedoch Probleme bei dem Verständnis und benötigt Hilfe. M1 sieht dieses und sagt ihm, was er zu tun hat. Es scheint so, als wenn M1 einen guten Überblick über die Situation und den Versuch hat.“

(Erlebnisprotokoll „Das grüne Pflaster für unterwegs“ von Lena Lipper (3. Erhebung, 06.02.2020), Zeile 23 – 27)

Zusammenfassend muss jedoch festgehalten werden, dass die dargestellten Ergebnisse bzgl. (Un-) Ordnung und (Un-) Sicherheit nicht speziell nur für Experimente mit heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimenten gelten, sondern für Experimente im Allgemeinen.

Grundsätzlich konnte während der Besprechung zur Deutung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimente kein genderspezifischer Unterschied in Bezug auf Aufmerksam-

keit und Zugewandtheit beobachtet werden. Besonders die Verwendung anschaulicher Teilchenmodelle fokussierte die Konzentration beider Geschlechter in gleichem Maße (s. dazu auch Kap. 4.2.1).

„Für die Erklärung nutzt Frau Brusdeilins teilweise ein Modell. Sobald dieses zum Einsatz kommt, schauen die SuS auf und wirken aufmerksamer als zuvor. Die Blicke werden dabei auf das Modell gerichtet. [...] Dies gilt für sämtliche Situationen in der Unterrichtsstunde, in denen Frau Brusdeilins mit dem Modell arbeitet. Auf mich wirkt es so, als sei das Modell für die SuS besonders interessant und wirke geradezu anziehend auf sie. Sobald dieses zum Einsatz kommt, wird die Klasse ruhiger und alle Blicke wandern nach vorne und sehen aufmerksam auf dieses. Es wirkt so, als sei dies besonders neu und aufregend für die SuS.“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Theorie“ von Hannah Wesselmann (2. Erhebung, 10.12.2019), Zeile 54 – 61)

Lediglich im Verlauf der zweiten Erhebung nahm die Ausprägung beider Merkmale bei den Schülerinnen im Vergleich zu den Schülern zu. Dies äußerte sich durch eine zugewandte Körpersprache zum Unterrichtsgeschehen der Auswertungsphase sowie durch eine erhöhte Meldebeteiligung der Mädchen am Unterrichtsgespräch. Diese Beobachtung kann auf eine gesteigerte naturwissenschaftliche Interessiertheit der Mädchen hindeuten – nicht nur in Bezug auf einer präzisen und strukturierten Durchführung, sondern auch bzgl. der Erklärung.

„Als M7 das Experiment noch einmal erklärt und Rückschlüsse auf die ausgehende Fragestellung zieht, schauen die meisten SuS sie an und wirken, als hören sie ihr aufmerksam zu.“

(Erlebnisprotokoll „Den Duft aus Pflanzen gewinnen – Theorie“ von Hannah Wesselmann (2. Erhebung, 10.12.2019), Zeile 170 – 172)

„M4 sitzt mit dem Körper schräg zur Tafel, behält aber ihren Blick immer bei der Person, die gerade redet. Sie scheint den Wortmeldungen aufmerksam zu folgen und sehr interessiert an ihnen zu sein.“

(Erlebnisprotokoll „Die tropfende Gurke“ von Hannah Wesselmann (2. Erhebung, 17.12.2019), Zeile 170 – 172)

Die gesellschaftliche Bedeutung von Heilpflanzen wird durch die Aussage einer Schülerin der dritten Erhebungsklasse im Post-Interview hervorgehoben.

„I. Warum hat dir denn das Isländisch Moos-Experiment so gut gefallen?

IMd. Weil, wenn man so in die Apotheke geht, kauft man ja was, weil man irgendwie krank ist. Aber man weiß gar nicht so richtig, was man da kauft, was

da drin ist und wie das wirkt. Und es ist für mich ein besseres Gefühl, wenn ich in die Apotheke gehe und weiß, was da drin ist.“

(Post-Interview: Transkript von Marina Brusdeilins (3. Erhebung, 02.03.2020), Zeile 18 – 23)

„I. [...] Warum hat dir denn dieses Experiment [Anm.: Die tropfende Gurke] gut gefallen?

***IMd.** Weil wenn man Nasen... Weil Meersalz ... Es gibt ja einen Unterschied zwischen Meersalz und ... es gibt ja auch so ein Nasenspray mit Chemie und ich finde das Nasenspray mit dem Salz natürlicher, weil man weiß, was da drin ist und weiß, wie das passiert [...].“*

(Post-Interview: Transkript von Marina Brusdeilins (3. Erhebung, 02.03.2020), Zeile 181 – 184)

Die Schülerin verdeutlichte mit ihrer Aussage die gesellschaftliche sowie individuelle Bedeutung heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Experimentiereinheiten. Das Wissen über die Wirkungsweise von entsprechenden Arzneimitteln sowie die für den menschlichen Körper positiven Auswirkungen von natürlichen Wirkstoffen ist aus ihrer Sicht für die Behandlung von Krankheiten relevant. Nur die Personen, die über entsprechendes Wissen verfügen, können reflektierte, gesundheitsbezogene Entscheidungen für ihren Körper treffen. Jungen äußerten entsprechende Gedanken im Rahmen der Interviews nicht.

4.3 Diskussion der Forschungsergebnisse

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Erprobung und Evaluierung der neu entwickelten heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Jahrgangsstufe vier. Dazu wurden unterschiedliche Methoden der qualitativen Sozialforschung eingesetzt, um einen umfassenden Blick auf den Forschungsgegenstand zu erhalten. Die daraus resultierenden Ergebnisse wurden zunächst in Kap. 4.2.1 bis 4.2.3 dargestellt und werden nun im Gesamtkontext der drei Forschungsfragen diskutiert. Der Bezug zur Literatur rundet die Interpretation abschließend ab.

Schüler*innen-Reaktionen auf heilpflanzliche und naturheilkundliche Experimente

Zu Beginn einer Unterrichtsstunde drückte die unruhige und ungeduldige Körpersprache der Schüler*innen vor allem Vorfreude und Tatendrang in Bezug auf das bevorstehende Experiment aus. Dieser Eindruck wurde verstärkt, nachdem viele Schüler*innen nach Erhalt der Ex-

perimentierkisten unverzüglich aufstanden, um mit der Bearbeitung der Durchführung zu beginnen. Sie wollten mit den eigenen Händen tätig werden, um ein positives Experimentiererergebnis zu schaffen. Diese Beobachtung spiegelt den von Erikson beschriebenen Werksinn wider (Erikson 1973, S. 102 f.). Die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimente schafften für die Grundschüler*innen einen geschützten Rahmen, um angemessen an der Dingwelt der Erwachsenen teilnehmen zu können. Während des Experimentierens schufen sie sich durch einen nach vorn gelehnten Körper bzw. durch einen vorgebeugten Oberkörper die Möglichkeit, fokussiert das Experiment zu beobachten und das Geschehen unmittelbar zu verfolgen. Insbesondere die nach vorn gebeugte Haltung indiziert die Absicht, das Experiment korrekt durchführen zu wollen. Hier zeigt sich das Bedürfnis, neben dem Wunsch nach sinnvollen Tätigkeiten, durch sinnstiftende Handlungen für die eigene Umwelt nützlich sein zu können (Erikson 1973, S. 103). Die eingenommene Körpersprache schafft einen direkten und unvermittelten Zugang zum Experimentiersetting, der durch Interessiertheit und geistige Aktivität charakterisiert werden kann (Wirth 2013, S. 134; Stangl 1977, S. 140). Das völlige Versunken sein sowie Aufgehen in der Handlung unterstreichen diesen Eindruck.

Trotzdem ist anzunehmen, dass nicht nur die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalte dafür verantwortlich sind, sondern die Aussicht auf das Experimentieren generell Vorfreude und Aufregung schafft.

*Durch ihre Körpersprache drückten die Schüler*innen während des Experimentierens Taten-
drang und positive Zuwendung aus. Die zugewandte Körperhaltung resultierte meist in eine
völlige Vertiefung in die experimentelle Tätigkeit.*

Die beschriebenen Blicke sowie die damit verbundene Mimik unterstützen die Annahme der völligen Vertiefung in das Experiment. Insbesondere die Heranführung des Gesichts zum Versuch schafft räumliche Nähe zum Material. Die Schüler*innen besetzten den kompletten Experimentierraum für sich selbst. Es schien unmöglich, dass ihnen eine Beobachtung entgehen könnte. Dabei setzten die Schüler*innen einen konzentrierten und nachdenklichen Blick auf. Bei einer ungeahnt auftretenden Versuchsbeobachtung wich dieser Blick jedoch einem freudigen Gesichtsausdruck. Die im Gesicht gezeigte Freude drückte die positiv erlebte Handlungsfähigkeit der Schüler*innen aus. Sie erlebten sich selbst als kompetent. Dies führte vermutlich zu einem gesteigerten Selbstbewusstsein in Bezug auf experimentelle Tätigkeiten und vermit-

telte Spaß an den Versuchen. Das Teilen dieser Begeisterung mit Anderen nahm bei den Schüler*innen einen wichtigen Stellenwert ein. Darin verbirgt sich vor allem die Vergewisserung und die damit einhergehende Bestätigung über das eigene erfolgreiche Experimentieren.

Die durch die Körpersprache symbolisierte positive physische Zuwendung zum Experiment verdeutlicht die von den Schüler*innen bewusste Übernahme von experimentellen Handlungen. Das Experiment als solches bietet eine geeignete Umgebung, diese Freiheit des eigenen Handelns auszuschöpfen.

Die bisher beschriebenen unterschiedlichen körpersprachlichen Ausdrucksweisen in Bezug auf das innere Erleben während der experimentellen Tätigkeit vermitteln den Eindruck des von Maria Montessori beschriebenen Zustandes der Polarisierung der Aufmerksamkeit. Diesbezüglich spiegeln die Beobachtungen die unterschiedlichen Phasen dieses Zustands wider.⁸⁶ Die sehr fokussierte und konzentrierte Haltung deutete auf die Phase der „großen Arbeit“ hin, bei dem sich die Schüler*innen auf dem Höhepunkt der experimentellen Aktivität befanden. Die anschließende eher nachdenkliche Mimik erzeugte den Eindruck der inneren Reflexion, die schließlich in dem dringenden Wunsch mündete, sich mit den anderen Schüler*innen über die Beobachtungen auszutauschen (Montessori 2007b, S. 96 ff.). Damit besitzt das Experiment als solches ebenfalls eine disziplinierende Funktion (Labede 2015, S. 103).

In Anlehnung an den vermuteten Zustand der polarisierten Aufmerksamkeit wird ebenfalls der Eindruck eines möglichen Flow-Erlebens geweckt. Insbesondere die bei einigen Schüler*innen körpersprachlich kommunizierte tiefe sowie fokussierte Konzentration deutet auf eine intensive Auseinandersetzung im Sinne einer Verschmelzung von Handlung und Bewusstsein hin. Dieser Zusammenhang spiegelt das deutlichste Anzeichen eines Flow-Erlebens wider (Csíkszentmihályi 2008a, S. 61). Die erfolgreiche Bewältigung der experimentellen Handlung im Zuge eines Flow-Erlebens zeigte sich eindrucklich durch freudige Gesichtsausdrücke. Die Schüler*innen sind mit positiven Emotionen aus der Experimentiersituation herausgetreten (Csíkszentmihályi 2008a, S. 205).

⁸⁶ Hiervon ausgenommen ist die Phase der Vorbereitung (Montessori 2007b, S. 96), da die Schüler*innen nicht die Möglichkeit hatten, den Unterrichtsgegenstand frei zu wählen (s. Kap. 2.4.3).

*Die Mimik und die damit verbundenen Blicke der Schüler*innen zeigten eine fokussierte und konzentrierte Arbeitshaltung, die aber ebenfalls Raum für Begeisterung beim Experimentieren ließ.*

Nicht nur während der experimentellen Phase, auch während der restlichen Unterrichtszeit konnte zugewandtes Verhalten der Schüler*innen in Form von nachdenklichen Gesichtsausdrücken beobachtet werden. Das bewusste Zuhören sowie das Verfolgen des Unterrichtsgeschehens mit den Augen unterstreichen den Eindruck der aktiven kognitiven und inhaltlichen Auseinandersetzung mit der Auswertung. Diese Phase stellt die intellektuell anspruchsvollste und gleichzeitig die am wenigsten schüleraktive Unterrichtszeit dar. Die Schüler*innen sind nicht nur bemüht, die Experimente mit einem positiven Ergebnis abzuschließen, sondern sie sind auch daran interessiert, ihre Beobachtungen erklären zu können. Dadurch erhält ihr experimentelles Tun eine Sinnhaftigkeit.

Auch während der nicht-experimentellen Phasen zeigte sich trotz geringerer physischer Aktivität eine positive Zuwendung zum Unterrichtssetting.

Neben einer rein visuellen Auseinandersetzung spielte die ganzheitliche sinnliche Wahrnehmung für die Schüler*innen im Rahmen der Versuchsbeobachtung eine entscheidende Rolle. Speziell die haptische Erkundung von Experimentiermaterialien nahm einen wichtigen Stellenwert beim Experimentieren ein und ergänzte die visuellen Beobachtungen. Dabei konnte kein Unterschied zwischen einzelnen Schüler*innen festgestellt werden. Unabhängig vom Leistungsstand setzten ausnahmslos alle Schüler*innen ihre Hände für die Beobachtung ein. Insbesondere jedoch für die sprachlich schwächeren Schüler*innen stellte die sinnliche Wahrnehmung eine gute Möglichkeit der aktiven Teilnahme am Unterricht dar, ohne dabei auf ihre Unsicherheit hingewiesen zu werden. Trotzdem gilt für alle Schüler*innen, unabhängig vom Leistungsstand, dass besonders im Grundschulalter die Sinne einen bevorzugten Zugang zur Auseinandersetzung mit der eigenen Umwelt erfahren (Kaiser und Zimmer 2015, S. 8). Den Sinnen wird daher eine besondere Bedeutung für den Lernprozess übertragen (Bittner 2001, S. 38). Die bevorzugte tastende Wahrnehmung galt jedoch nicht nur der Sinneserfahrung. Zu Beginn der experimentellen Phasen schufen viele Schüler*innen durch einen instinktiven Griff nach den unterschiedlichen Materialien eine räumliche Nähe zwischen sich und dem Experiment. Dadurch gelang es den Schüler*innen einen unmittelbaren Zugang zum Experimentiergegenstand herzustellen und somit detailreiche Beobachtungen formulieren zu können

(Kaiser 1998, S. 69). Eine händische Auseinandersetzung zeigte sich ebenfalls bei den Experimenten, für deren Deutung 3D-Modelle eingesetzt wurden. Durch den Wunsch der Schüler*innen die Modelle in die Hand nehmen zu dürfen, wurde ein sinnbildliches Be-Greifen der Erklärung ermöglicht.

Wie in Kap. 4.2.1 beschrieben gab es jedoch drei Experimente, bei denen die haptische Wahrnehmung eine eher untergeordnete Rolle spielte. Die Experimente „Die tropfende Gurke“, „Die Funktionsweise von Wadenwickeln“, „Abwarten, Tee trinken und gesund werden?“ und „Das grüne Pflaster für unterwegs“ zählen zu reinen Beobachtungsversuchen. Bei diesen Experimenten spielte die visuelle Wahrnehmung eine deutlich größere und entscheidendere Rolle, da das Anfassen keinen nennenswerten Mehrwert für die Versuchsbeobachtung hervorgebracht hätte. Vielmehr unterstreicht eine haptische Wahrnehmung an dieser Stelle die bereits beschriebene räumliche Nähe zum Experimentiersetting.

Unterschiedliche Heilpflanzen und Naturheilverfahren zeichnen sich meist durch einen charakteristischen Geruch aus. Daher übernimmt der olfaktorische Sinn beim heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentieren eine besondere Rolle. Dies gilt vermutlich generell im Vergleich zu vielen anderen Grundschulexperimenten im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Ein angenehmer und wohlriechender Duft wurde von den Schüler*innen während des Experimentierens immer wieder bemerkt und kann somit eine Möglichkeit der positiven Assoziation zu Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden schaffen.

Damit unterstützen die Beobachtungen zu den umfangreichen sinnlichen Wahrnehmungen den bereits oben beschriebenen Zustand der Polarisierung, der durch die Auseinandersetzung mit dem heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiermaterialien erzielt werden kann. Ein nach Maria Montessori gestaltetes Lernmaterial kombiniert handelnde Tätigkeiten mit sinnlichen Wahrnehmungen, um einen konzentrierten Arbeitsprozess zu erzielen (Labede 2015, S. 102; Stein 2003, S. 206).

*Die Beobachtungen zu heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimenten beanspruchten, neben der haptischen Wahrnehmung, im besonderen Maße ebenfalls die olfaktorische Wahrnehmung der Schüler*innen. Letztere kann positive Assoziationen zu Heilpflanzen im Allgemeinen schaffen.*

Die bisher diskutierten Reaktionen sind rein physischer Natur. Auf emotionaler Ebene konnten jedoch auch psychologische Verhaltensweisen beobachtet werden. Die bereits angesprochene Vorfreude zog sich als positive Emotion durch alle Erhebungen. Sie kann ein Indiz dafür sein, dass die Schüler*innen bereit sind, sich auf den kommenden Unterrichts- bzw. Experimentiergegenstand einzulassen. Vermutlich ist nicht nur die Aussicht auf heilpflanzliche und naturheilkundliche Inhalte für die positive Erwartung ausschlaggebend, sondern das Experimentieren generell.

Eine Besonderheit heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Experimente ist die Verknüpfung mit gesundheitsrelevanten Inhalten. Insbesondere die Einheiten, die mit einer kurzen Einstiegsgeschichte nach den Prinzipien des Storytellings starteten, erzeugten bei einigen Schüler*innen das Gefühl von Empathie. Diese Art der mitfühlenden Zuwendung drückt nicht nur eine aktive Teilnahme im Unterricht aus, sondern verdeutlicht vielmehr eine emotionale Anteilnahme sowie Identifizierung mit dem Kontext. Die erfahrungs- und handlungsorientierten Ansätze zur Gestaltung von Sachunterricht fordern einen möglichst hohen Anteil von Schüler*innen-aktiver Unterrichtszeit in Bezug auf handelnde Tätigkeiten (Meier 1993, S. 24). Damit Unterricht diesem Anspruch gerecht werden kann, ist es erforderlich, an die kindliche Erfahrungs- und Vorstellungswelt anzuknüpfen (Kahlert 2016, S. 90). Die emotionale Anteilnahme am heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Kontext verstärkt den Eindruck, dass die entsprechenden Inhalte eine Relevanz in der kindlichen Lebenswelt spielen. Dabei sind jedoch die bereits gemachten Erfahrungen, z.B. mit Schnittverletzungen oder Erkältungskrankheiten, von den neuen Erfahrungen zu trennen, die die Schüler*innen wahrscheinlich im Rahmen der Experimentiereinheiten machen konnten. Beide Formen der Erfahrung können in einem erfahrungsorientiertem Unterricht zur Anwendung kommen (Schultheis 2015, S. 394).

Darüber hinaus kann die narrative Methode des Storytellings als sinnvolles Unterrichtselement der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten betrachtet werden. Die kurzen Einstiegsgeschichten schufen im affektiven Bereich eine „Eingangstür“ für die naturwissenschaftlichen Inhalte (Schmidkunz 2000, S. 22; Schekatz-Schopmeier 2010). Die oben genannten Lebensweltbezüge eigneten sich im besonderen Maße, eine Brücke zu den (bio-) chemischen Hintergründen der Wirkungsweisen von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden zu schlagen. Dass einige der Schüler*innen bereits eigene Erfahrungen mit

leichten Erkältungskrankheiten sowie mit entsprechenden heilpflanzlichen Behandlungsformen machen konnten, verdeutlichten ihre kurzen Erfahrungsberichte in den Post- und Follow Up-Interviews.

*Die Schüler*innen reagierten auf emotionaler Ebene auf die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalte. Durch eine emotionale Anteilnahme erweckten sie den Eindruck einer Identifizierung mit dem Kontext.*

Die bisherige Ergebnisdiskussion konnte bereits die aktive Teilnahme der Schüler*innen am Unterricht, insbesondere an den experimentellen Phasen, herausstellen. Aber auch während der Unterrichtsgespräche, z.B. zur Deutung der Experimente, konnte eine intensive Mitarbeit im Unterricht beobachtet werden. Ein konzentriertes Arbeitsverhalten sowie das bewusste und aktive Zuhören, welches sich in einer Ausrichtung und Öffnung des Körpers zum Unterrichtsgeschehen zeigte (Kaiser 1998, S. 69), deutete darauf hin, dass der Kontext „Wirkung von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden“ für Schüler*innen der vierten Jahrgangsstufe ein adressatengerechtes Thema für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht darstellt. Neben einer aktiven handelnden Teilnahme am Unterricht liegt die Vermutung einer inneren inhaltlichen Auseinandersetzung nahe. Die Häufigkeit der Meldungen sowie die Formulierung von sinnvollen Wortbeiträgen unterschiedlicher Art verdeutlichen eine positive Zuwendung zum Unterrichtsgeschehen generell. Die Beobachtungen fördern außerdem den Eindruck, dass diese Schüler*innen das neue Wissen erfolgreich in ihre bisherigen Wissensstrukturen einbauen konnten, um so ein Verständnis für die Inhalte aufbauen zu können. Dieser Zusammenhang konnte ebenfalls durch die Ergebnisse der Wissenstests unterstützt werden. Insgesamt förderte vermutlich der Einsatz experimenteller Tätigkeiten, im Vergleich zu einer rein theoretischen Erarbeitung, maßgeblich die Bereitschaft sich mit heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten auseinanderzusetzen. Die intensive Mitarbeit im Unterricht bezieht sich jedoch nicht nur auf die Unterrichtsgespräche, sondern im besonderen Maße auf die experimentellen Phasen. Dieser Aspekt konnte bereits anhand des Merkmals „Körpersprache“ verdeutlicht werden. Das verstärkte Interesse an experimentellen Tätigkeiten zeigten die Schüler*innen darüber hinaus sogar nach Schulschluss in Gesprächen daheim mit den Eltern. Über die Unterrichtszeit hinweg setzten sie sich schwerpunktmäßig mit den experimentellen Unterrichtsinhalten auseinander und verdeutlichten auf diese Weise eine positive inhaltliche Zuwendung. Die Experimente gaben einen vordefinierten Spielraum, indem die Schüler*innen

ihre Handlungen selbst organisieren und einbringen konnten. Von dieser Freiheit nahmen viele Schüler*innen Gebrauch oder forderten ihr Recht verbal, auch gegenüber anderen Gruppenmitgliedern, ein.

Eine aktive Mitarbeit bei heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten äußerte sich durch kommunikative Aspekte sowie ein aktives Arbeitsverhalten.

Für ein realistischeres Abbild der Verhaltensweisen während der Experimentiereinheiten wurden in der Ergebnisdarstellung auch die negativen Schüler*innen-Reaktionen beschrieben. Natürlicherweise werden nicht alle Schüler*innen im gleichen Maße von heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten angesprochen. Eine abgewandte Körpersprache kann sich durch einen zurückgelehnten Körper und / oder durch abgewandte und umherschweifende Blicke zeigen. Durch die fehlende Zuwendung zum Experimentiergegenstand schufen die Schüler*innen Distanz und erschwerten somit fokussiertes und konzentriertes Arbeiten. Damit einhergehend konnte meist auch eine entsprechende Mimik beobachtet werden: häufiges Gähnen oder ein teilnahmsloser Blick deuteten auf Langweile und / oder eine nur geringe mentale Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsgegenstand hin. Dagegen zeigten andere Schüler*innen eine neutrale Körperhaltung. Sie konnten zwar wertvolle Unterrichtsbeiträge liefern, fielen allerdings nicht durch weitere überschwängliche Handlungen auf. Eine Aussage darüber, inwiefern das Ausmaß der inneren Zugewandtheit der äußerlich eher geringen Zuwendung entsprach, kann basierend auf den Beobachtungen nicht formuliert werden.

Am häufigsten fielen negative Schüler*innen-Reaktionen bei der Bearbeitung des Arbeitsblattes während der Auswertungsphase auf. Generell stellt die Erarbeitung von fachlichen Inhalten einen kognitiv anspruchsvollen Schritt dar, der den Schüler*innen viel Anstrengung abverlangte und manchmal mit motivationalem Zuspruch durch die Lehrperson angeregt werden musste. Die schriftliche Bearbeitung von Unterrichtsmaterial ist vermutlich bei Schüler*innen generell eher unbeliebt, da sie im Schulalltag einen hohen Stellenwert einnimmt. Darüber hinaus wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Erfahrung gesammelt, dass der experimentelle Anteil im naturwissenschaftlichen Sachunterricht bisher eher gering war und deswegen bei den Schüler*innen eine größere Begeisterung hervorrufen konnte.

Grundsätzlich überwog während der experimentellen Phasen die positive Zuwendung bei den Schüler*innen. Bei zwei der bereits erwähnten Beobachtungsversuche („Abwarten, Tee trin-

ken und gesund werden?“ und „Die tropfende Gurke“) konnten jedoch auch negative Reaktionen beobachtet werden. Es fiel den Schüler*innen deutlich schwerer, die Aufmerksamkeit auf das Experimentiersetting zu fokussieren. Beide Experimentiereinheiten beinhalten eine lange Beobachtungsphase, in der sich das positive Versuchsergebnis erst nach und nach einstellt. Darüber hinaus ist jenes wenig effektiv und daher für einige der Schüler*innen nur geringfügig spannend.

Das Experiment zur Wirkungsweise von Isländisch Moos brachte ebenfalls einige negative Schüler*innen-Reaktionen in Bezug auf die Konsistenz und das Aussehen der gewonnenen Gallerte hervor. Die in Kap. 4.2.1 aufgeführten Textbeispiele verdeutlichen, dass den Schüler*innen ein ästhetisch ansprechendes Versuchsergebnis, welches sie durch ihr eigenes experimentelles Tun erreichen, von Bedeutung ist.

Im Zusammenhang mit der Flow-Theorie nach Csíkszentmihályi erscheint es nicht verwunderlich, dass neben der Vielzahl an positiven Reaktionen auch einige negative Schüler*innen-Reaktionen in Bezug auf die Experimentiereinheiten beobachtet werden konnten. Eine bestimmte Tätigkeit kann nicht bei allen Menschen in gleichem Maße einen Zustand tiefer und fokussierter Konzentration erzeugen (Plöhn 1998, S. 1 ff.). Die Entstehung eines Flow-Erlebens ist nicht nur von der Gestaltung der Unterrichts- und Experimentiermaterialien abhängig, sondern auch entscheidend von den eigenen persönlichen Empfindungen und Fähigkeiten sowie der individuellen Anstrengungs- und Konzentrationsbereitschaft (Plöhn 1998, S. 1). Bei Klassenstärken um die 25 Schüler*innen ist es unmöglich mit einem Unterrichtsgegenstand das Interesse aller zu wecken. Jeder Schüler bzw. jede Schülerin sind in gewissem Maße ebenfalls selbst dafür verantwortlich, einem möglichem Flow-Erlebnis eine fruchtbare Grundlage zu liefern (Bernet 2012, S. 62). Dieser Prozess ist mit Kraft und Anstrengung verbunden (Csíkszentmihályi 2008a, S. 30). Nicht jeder Schüler bzw. jede Schülerin ist bereit, diese Mühe aufzuwenden.

*Bei der Durchführung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten zeigten nicht alle Schüler*innen im gleichen Maße positive Zuwendung. Dieses Ergebnis spiegelt die allgemeine Unterrichtsrealität wider.*

In Bezug auf die Bewertungen der Experimentiereinheiten durch die Schüler*innen wurde in der Ergebnisdarstellung bereits darauf hingewiesen, dass eine Trennung von Darstellung und

Diskussion nicht möglich war. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle mit dem Verweis auf Kap. 4.2.1 darauf verzichtet, die Ergebnisse ein weiteres Mal einer Diskussion zu unterziehen.

*Die Schüler*innen bewerteten die Experimentiereinheiten insgesamt eher positiv und nannten als Hauptgrund die umfangreiche experimentelle Tätigkeit mit den eigenen Händen.*

Insgesamt zeigen die beschriebenen Reaktionen eine besondere Zugewandtheit der Schüler*innen zu heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimenten. Wie im Theoriekapitel erläutert, wird in der vorliegenden Arbeit der Begriff der Zugewandtheit mit dem Begriff der Interessiertheit gleichgesetzt. Basierend auf den dargestellten Ergebnissen kann eine Interessiertheit der Schüler*innen gegenüber Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden festgestellt werden. Einen großen Einfluss zeigt an dieser Stelle das Experiment selbst, das aufgrund seiner Gestaltung bei einigen Schüler*innen zu einer von Maria Montessori beschriebenen Polarisierung der Aufmerksamkeit (Stein 2003, S. 203 ff.) bzw. zu einem Flow-Erleben nach Csíkszentmihályi (Csíkszentmihályi 2008a, S. 58 ff.) führen kann. Damit erweisen sich die entwickelten Experimentiersettings als angemessene Lern- und Arbeitsmaterialien im Sinne einer vorbereiteten Lernumgebung (Montessori 1994, S. 94, 2007b, S. 69 ff.). Die zusätzliche Orientierung an der Lebenswelt der Schüler*innen (z.B. Erkältungskrankheiten) steigert ebenfalls die Entwicklung eines möglichen Interesses an der Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden und geht mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit eines empfundenen Flow-Erlebens einher (Csíkszentmihályi und Schiefele 1993, S. 216 f.). Trotzdem kann eine Beobachtung nur eine Annahme über die innere Interessiertheit formulieren. Die Bewertungen der Schüler*innen in den Interviews untermauern jedoch die Annahme der Zugewandtheit gegenüber den Experimenten. Besonders die Experimente mit der Möglichkeit für umfangreiche experimentelle Handlungen werden positiv hervorgehoben. Die Schüler*innen sind zwar grundsätzlich auch an der Auswertung interessiert, sie nennen jedoch die kognitiven Aspekte (z.B. Verständlichkeit der Deutung) deutlich seltener. Möglicherweise ist dafür der mit Anstrengung verbundene Übergang vom Tun zum Denken verantwortlich.

Neben einer aktiven Teilnahme am Unterricht aus intrinsischen Gründen sollen extrinsische Gründe nicht unerwähnt bleiben. Ein großer Anreiz, Zugewandtheit und Interessiertheit zu zeigen, ist die Leistungsbewertung in der Schule (Sacher 2014, S. 287).

Fazit: *Insgesamt zeigten die Schüler*innen besonders auf affektiv-emotionaler Ebene positive Reaktionen auf die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalte. Die positive Zuwendung sowie eine damit verbundene Interessiertheit sind besonders während der experimentellen Phasen, die einen hohen Grad an Handlungsmöglichkeiten bieten, ausgeprägt.*

Wissenserwerb von heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten

Post- und Follow Up-Test konnten einen grundsätzlichen Aufbau von heilpflanzlichem und naturheilkundlichem Wissen bei den Schüler*innen verzeichnen. Sie konnten bei den Post-Testaufgaben eins (Antioxidantien im Tee) und zwei (Salz-Nasenspray) positive Ergebnisse erzielen, die sie dazu aufforderten, Teilchenmodelle zeichnerisch wiederzugeben. Diese schienen den Schüler*innen prägnant in Erinnerung geblieben zu sein. Die zeichnerische Bearbeitung, im Vergleich zur Textform, unterstützte vermutlich die Schüler*innen bei der Lösung der entsprechenden Aufgaben. Demgegenüber stand das im Vergleich erstaunlich schlechtere Abschneiden der Schüler*innen in Aufgabe vier (Duftgewinnung). Für die Sortierung der einzelnen Aussagen zur Deutung des Experiments mussten die inhaltlichen Unterschiede zwischen diesen ermittelt werden. Dazu war vor allem ein gutes Leseverständnis notwendig. Die zeichnerische Bearbeitung der ersten beiden Aufgaben fiel den Schüler*innen offensichtlich deutlich leichter. Aufgrund des erwarteten Ergebnisses wurde die Aufgabe im Verlauf der Hauptuntersuchung überarbeitet: Das Ergebnis des Post-Tests der dritten Erhebung legt nahe, dass die einzelnen Sätze aus Schüler*innen-Sicht nicht eindeutig genug formuliert wurden (s. Kap. 6.4.4).

Um so bemerkenswerter erscheint das positive Ergebnis der sechsten Aufgabe (Wadenwickel). Das Anforderungsniveau dieser Testaufgabe lag deutlich höher und verlangte von den Schüler*innen die Formulierung eines kurzen Antworttextes zur Deutung des Versuchs. Das Bild des Wärmepaketes zur Erklärung der Wärmeübertragung verfestigte sich offenbar in vielen Schüler*innen-Köpfen.

Den Follow Up-Test konnten die Schüler*innen ebenfalls erfolgreich abschließen. Besonders bei den Aufgaben eins (Antioxidantien im Tee), drei (Duftgewinnung) und vier (Isländisch Moos, Wadenwickel, Nasenspray) erzielten die Schüler*innen positive Ergebnisse. Obwohl in Bezug auf den Aufgabentypen (Multiple Choice) keine relevanten Unterschiede bestehen, konnte Aufgabe zwei (Spitzwegerich) nur von einem kleinen Anteil der Lerngruppe erfolgreich

bearbeitet werden. Die einzelnen Antwortmöglichkeiten der zweiten Multiple-Choice-Aufgabe zeichneten sich jedoch durch eine hohe Dichte an naturwissenschaftlichen Fachbegriffen aus. Für die richtige Antwortwahl mussten die Schüler*innen die unterschiedlichen Fachbegriffe kennen und korrekt miteinander verknüpfen. Diese Anforderung setzt ein gutes Leseverständnis sowie Kenntnis über die Fachsprache voraus. Das Ergebnis bestätigt, dass diese Anforderung für viele Schüler*innen zu anspruchsvoll war.

Grundsätzlich ist jedoch aus dem positiven Follow Up-Ergebnis ein aktiver Wissensaufbau heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Inhalte durch die Schüler*innen identifizierbar. Allerdings konnte keine konkrete Entwicklung bzgl. einzelner Experimentiereinheiten festgestellt werden. Weniger als von den inhaltlichen Aspekten scheint das Testresultat vom Typ der Aufgabenstellung abzuhängen.

Die positiven Gesamtergebnisse der Post- und Follow Up-Wissenstests erlauben die Feststellung, dass die fachlichen Inhalte zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimenten adressatengerecht aufbereitet wurden. Insbesondere die anschaulichen Erklärungsansätze in Form von Teilchenmodellen tragen zum kognitiven Wissensaufbau bei. In diesem Zusammenhang konnte eine langfristige Behaltensleistung festgestellt werden.

Die umfangreiche Erinnerungsfähigkeit der Schüler*innen an die unterschiedlichen Aspekte der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten kann das insgesamt positive Gesamtergebnis der Post- und Follow Up-Wissenstests bestätigen. Insbesondere im Rahmen der Follow Up-Interviews benötigten die Schüler*innen nur wenig Hilfestellungen, um sich an die Durchführung und Beobachtung der Experimente zu erinnern. Dieses Ergebnis spricht deutlich dafür, dass die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalte von den Schüler*innen aktiv in ihre Wissensstrukturen eingebaut wurden.

*Die Schüler*innen konnten speziell die Durchführungsschritte sowie die Beobachtungen der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten in ihre Wissensstrukturen – auch langfristig – einbauen. Für die Auswertung benötigten sie Unterstützung, z.B. in Form von Experimentiermaterialien.*

Zusammenfassend zeigen die positiven Ergebnisse der Post- und Follow Up-Tests, dass die fachlichen Inhalte zu den Experimenten grundsätzlich verständlich und nachvollziehbar aufbereitet wurden. Die unterschiedlichen Teilchenmodelle und Erklärungsansätze, die nach den

Prinzipien der didaktischen Reduktion entwickelt wurden, konnten adressatengerecht erstellt werden. Selbst nach einem für Grundschüler*innen sehr langen Zeitraum von über zwei Monaten konnten sie sich an die Experimente und die entsprechenden Inhalte erinnern. Dies gilt vor allem für die Aspekte, die direkt mit dem eigenen Tun verknüpft sind. Dazu zählen die Durchführung sowie die Beobachtung. Die handlungsorientierten Experimentiereinheiten zur Wirkung von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden konnten eine nachhaltige kognitive Sachauseinandersetzung nachweisen (Soostmeyer 2002, S. 72). Darüber hinaus unterstützt die Empfindung eines möglichen Flow-Erlebens mit dem damit verbundenen Zustand tiefer Konzentration zusätzlich einen erfolgreichen Lernprozess (Csíkszentmihályi und Schiefele 1993, S. 217).

Für einen erfolgreichen kognitiven Wissensaufbau in Bezug auf die fachlichen Hintergründe, zu denen die Deutung und der Wissenstransfer zählen, verhelfen anschauliche Modelle. Daher gelingt den Schüler*innen besonders die zeichnerische Darstellung einer Deutung auf Teilchenebene. Die unterschiedlichen (Teilchen-) Modelle zum Be-Greifen erleichtern ebenfalls das inhaltliche Verständnis. Generell wurde im Rahmen der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten durch das (haptische) Be-Greifen das (kognitive) Begreifen der Inhalte ermöglicht. Die aktiv handelnde Auseinandersetzung mit den Experimentiermaterialien sowie den entsprechenden Modellen führte zu einer insgesamt guten Behaltensleistung (Kaiser und Zimmer 2015, S. 8; Lück 2008, S. 8). Eindrückliche Vergleiche in Form von animistischen Darstellungen (z.B. das Wärmepaket) unterstützen den Wissensaufbau und die damit verbundene Erinnerungsfähigkeit zusätzlich. Animismen schaffen grundsätzlich einen positiven Zugang zu naturwissenschaftlichen Sachverhalten und fördern dadurch die Kognition nachhaltig (Gebhard 2013, S. 59). Die zusätzliche Orientierung am EIS-Prinzip nach Bruner bei der Gestaltung vielfältiger Zugangsmöglichkeiten (Bruner 1974, S. 16 f., S. 49) zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten führte letztendlich dazu, dass für viele Schüler*innen der kognitive Wissensaufbau ermöglicht sowie erleichtert werden konnte. Für die experimentelle Darstellung der Wirkung von Heilpflanzen auf den menschlichen Körper müssen Modellexperimente verwendet werden. Folglich stellt der Schritt des Wissenstransfers vom Modellexperiment zur tatsächlichen Wirkungsweise einen entscheidenden Schritt bei der Deutung dar. Erfreulicherweise gelingt vielen Schüler*innen dieser anspruchsvolle Denkprozess erstaunlich gut. Ein erklärender Hauptaspekt ist sicherlich die Verknüpfung des theorielastigen Lernprozesses mit der praktisch handelnden experimentellen

Tätigkeit. Praktische Handlungen stimulieren und verstärken das theoretische Lernen gravierend (Kaiser 2013, S. 203; Aebli 2001, S. 13). Darüber hinaus unterstützte die umfangreiche sinnlich Wahrnehmung ebenfalls den Lernprozess (Möller 2015, S. 404 f.) und wurde nicht nur zum Selbstzweck eingesetzt (Giest 2008, S. 95). Das Experimentieren um der Tätigkeit willen hätte vermutlich zu keinem positiven Lernfortschritt geführt, sondern erst die adressatengerechte Einbettung in das Unterrichtssetting sowie die begleitenden Instruktionen durch die Lehrperson förderten den Lernprozess (Lange-Schubert und Rothkopf 2017, S. 52 f.; Bittner 2001, S. 38 f.; Steffensky et al. 2012, S. 49 ff.). Augenscheinlich unterstützt die Orientierung der Experimentiereinheiten an der Lebenswelt der Kinder diesen Zusammenhang ebenfalls maßgeblich. Aspekte der Deutung, die eher sprachlicher Natur sind, wie z.B. die Verwendung von Fachbegriffen, werden von einigen Schüler*innen nur erschwert in ihre Wissensstrukturen überführt. Eine korrekte Verwendung der Begriffe gelingt nur einem kleinen Anteil der Schüler*innen. Grundsätzlich muss bei der Einordnung der Testergebnisse sowie der Aussagen der Schüler*innen in den Interviews berücksichtigt werden, dass im Rahmen der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Unterrichtsreihe sechs unterschiedliche, nicht aufeinander aufbauende Fachinhalte in kurzer Zeit thematisiert werden. In herkömmlichen Sachunterrichtsreihen ist eine solch hohe fachliche Dichte nicht vorgesehen. Vor diesem Hintergrund können die Ergebnisse sogar noch besser eingestuft werden.

Zusammenfassend konnte basierend auf den Wissenstests und Interviews festgestellt werden, dass die erfolgreiche Bearbeitung einer Aufgabe zu einem größten Anteil weniger vom heilpflanzlichen oder naturheilkundlichen Inhalt abhängig war, sondern vom jeweiligen Aufgabentyp.

Fazit: *Den Schüler*innen gelang ein langfristiger Einbau heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Inhalte in ihre bisherigen Wissensstrukturen. Die Aspekte, die mit dem eigenen Tun verknüpft wurden, konnten besonders fest verankert werden. Die Veranschaulichung mit einfachen Teilchenmodellen unterstützte die Erinnerungsfähigkeit in Bezug auf die fachlichen Hintergründe.*

Genderspezifische Reaktionen beim Experimentieren zu Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden

Die Thematisierung der Wirkung von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden auf den menschlichen Körper im naturwissenschaftlichen Sachunterricht vereint biologische und chemische bzw. physikalische Fachinhalte. Dadurch kann insbesondere für Schülerinnen ein ansprechendes naturwissenschaftliches Unterrichtssetting gestaltet werden. Wie bereits im theoretischen Teil (s. Kap. 2.5.3) ausführlich dargestellt, sind die Interessen der Mädchen eher biologischer Natur. Ein mädchengerechter Sachunterricht setzt an diesen Interessen an und orientiert sich darüber hinaus an der Lebenswelt (Lohrmann und Hartinger 2014, S. 278; Hoffmann und Lehrke 1986, S. 201 f.). Themen mit gesellschaftlicher Bedeutung finden speziell bei Schülerinnen ebenfalls einen großen Zuspruch (Hoffmann und Lehrke 1986, S. 201 f.).⁸⁷

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass zu Beginn der Experimentiereinheiten beide Geschlechter in gleichem Maße Freude und positive Zuwendung zeigten. Die Vermutung liegt daher nahe, dass das Thema sowohl bei Jungen, als auch bei Mädchen eine Interessiertheit indizieren kann. Die Bereitschaft, sich inhaltlich mit der Wirkung von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden auf naturwissenschaftlicher (bzw. chemischer) Ebene auseinanderzusetzen, ist somit geschlechterunabhängig.

Gleiches gilt für die Durchführung des Experiments: Ein Geschlechterunterschied in Bezug auf Aufmerksamkeit und positiver Zuwendung während der experimentellen Tätigkeit konnte nicht festgestellt werden. Jedoch unterschieden sich Jungen und Mädchen in der Ausführung: Die Mädchen arbeiteten deutlich strukturierter. Sie orientierten sich dazu sehr eng an der vorgegebenen Versuchsanleitung. Ein aufgeräumter Arbeitsplatz spiegelte diesen Zusammenhang wider. Bei den Jungen konnte das entsprechende Gegenteil beobachtet werden. Da sie eher impulsiv und explorativ experimentierten, benötigten sie häufiger Hilfestellungen. Interessanterweise agierten die Jungen trotzdem, im Vergleich zu den Mädchen, mit einem höheren Selbstvertrauen. Dieses resultierte vermutlich aus dem erreichten positiven Endergebnis eines Versuchs, unabhängig davon, wie der Arbeitsprozess verlief. Die Mädchen traten, ob-

⁸⁷ Die dargestellte Gestaltung von naturwissenschaftlichem Sachunterricht verfolgte keineswegs das Ziel, die Interessen der Schüler unberücksichtigt zu lassen. Das Gegenteil ist der Fall: Heilpflanzliche und naturheilkundliche Inhalte bieten die Möglichkeit, beide Interessen miteinander zu vereinen.

wohl sie die Durchführung beherrschten, eher unsicher auf und verlangten von der Lehrperson die Rückversicherung für ihr Tun. Danach boten die Mädchen gerne ihre Hilfe und Unterstützung, überwiegend bei Jungen-Gruppen, an. Vermutlich ist ihre soziale Kompetenz, verbunden mit kommunikativen Fähigkeiten, im Geschlechtervergleich stärker ausgeprägt. Dieser Zusammenhang spiegelte sich ebenfalls bei einer besseren Teamfähigkeit der Schülerinnen wider. Die vorliegenden Ergebnisse der unterschiedlichen Ausführungen experimenteller Tätigkeiten von Jungen und Mädchen im Rahmen der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten decken sich mit den Aussagen anderer bereits durchgeführter Studien (s. Kap. 2.5.3) (Prechtl 2005; Heinicke et al. 2016). Lediglich eine häufige Übernahme der passiven Helferrolle durch Schülerinnen in gemischtgeschlechtlichen Gruppen (Budde et al. 2008, S. 244) konnte im Rahmen der in dieser Arbeit durchgeführten Erhebungen nicht festgestellt werden. Eine diesbezüglich vermutete eigene Unterschätzung⁸⁸ naturwissenschaftlicher Kompetenzen konnte somit nicht bestätigt werden und spricht für die Durchführung heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Experimentiereinheiten im Zuge eines geschlechtergerechten naturwissenschaftlichen Sachunterrichts.

Die genderbezogene Literatur spricht den Jungen ein größeres Interesse an den Auswertungen von Experimenten zu (s. Kap. 2.5.3) (Herget et al. 2004, S. 56). Die in Kap. 4.2.3 dargestellten Ergebnisse können diese Aussage nicht bestätigen. Besonders die Schülerinnen der zweiten Erhebung entwickelten im Verlauf der Experimentiereinheiten eine positive Zuwendung zum Unterrichtsgeschehen der Auswertungsphase. Auch wenn dieses Ergebnis im quantitativen Forschungssinne keinen Anspruch einer generalisierenden Aussage besitzt, so ist aus qualitativer Sicht die Verknüpfung biologischer und chemischer Interessen mit Hilfe der Thematisierung von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden gelungen. Weitere einflussnehmende Faktoren könnten sein: die zunehmende Sicherheit der Mädchen im Verlauf der Experimentierreihe, die Kontextorientierung der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalte an die Lebenswelt der Schüler*innen sowie die gesellschaftliche Bedeutung von Heilpflanzen.

⁸⁸ Evidenzbasierte Aussagen bzgl. der eigene Einschätzung naturwissenschaftlicher Kompetenzen können basierend auf den vorliegenden Ergebnissen nicht formuliert werden. Es handelt sich lediglich um mögliche Annahmen.

Fazit: Die genderspezifischen Reaktionen der Schüler*innen während der Experimentiereinheiten verdeutlichten die positive Zuwendung beider Geschlechter. Die Untersuchung der Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden ermöglichte sowohl Mädchen, als auch Jungen eine Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Fachinhalten. Die genderunabhängige Heranführung erklärt sich vor allem durch die große Bandbreite an unterschiedlichen Aspekten, die durch die Thematisierung von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden im naturwissenschaftlichen Sachunterricht bedient werden können. Dazu zählen vor allem die verschiedenen biologischen sowie chemisch-physikalischen Inhalte, die im Unterricht mit der Lebenswelt der Schüler*innen verknüpft werden. Weiterhin beinhaltet die Thematik die Möglichkeit die gesellschaftliche sowie individuelle Relevanz herauszuarbeiten.

4.4 Überprüfung der Forschungsfragen

Die im Rahmen der Studie entwickelten heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten für den Einsatz im naturwissenschaftlichen Sachunterricht wurden mit Schüler*innen dreier Grundschulklassen erprobt und durch Methoden qualitativer Sozialforschung evaluiert. Dabei orientierte sich das Untersuchungsinteresse an drei Forschungsfragen mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten. Die Untersuchung der (affektiven) Schüler*innen-Reaktionen beim Experimentieren sowie ihr Wissenserwerb bzgl. heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Inhalte standen im Fokus des primären Forschungsinteresses. Durch die Verknüpfung biologischer und chemisch-physikalischer Inhalte bei der Thematisierung von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden entstand die weiterführende Frage, ob beide Geschlechter gleichermaßen an naturwissenschaftliche Themen mit Hilfe der entwickelten Experimente herangeführt werden können.

Forschungsfrage 1:

Welche (affektiven) Reaktionen zeigen Grundschüler*innen bei der Durchführung und Bearbeitung von handlungsorientierten Experimentiereinheiten zu einer Auswahl von heilpflanzlichen Inhaltsstoffen sowie traditionell naturheilkundlichen Methoden?

Die experimentellen Phasen der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Unterrichtseinheiten boten für die Schüler*innen unterschiedliche Handlungsmöglichkeiten. Aus diesem Grund

zeigten sie, vor allem während dieser Phase, ein hohes Maß positiver Reaktionen, insbesondere auf affektiv-emotionaler Ebene. Eine zum Experimentiersetting zugewandte Körpersprache in Kombination mit fokussierten und aufmerksamen Blicken zeugten von einer konzentrierten Arbeitshaltung sowie von Begeisterung für experimentelle Tätigkeiten. Bei einigen Schüler*innen kann sogar vermutet werden, dass sie den Zustand der Polarisierung der Aufmerksamkeit nach Montessori erlebten (s. Kap. 2.4.3). Sie waren vollkommen in der experimentellen Tätigkeit versunken. Sie nahmen die unterschiedlichen Gegenstände immer wieder in die Hand und beschäftigten sich eingehend mit ihnen. Damit Schüler*innen in einer Arbeit aufgehen können, muss die Lernumgebung adressatengerecht und mit angemessenen Materialien gestaltet werden. Offenkundig konnten die angebotenen heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten diese Voraussetzungen erfüllen. Einhergehend mit dem völligen Aufgehen in einer Tätigkeit ist das Flow-Erleben nach Csikszentmihalyi (s. Kap. 2.4.4). Die dargestellten Beobachtungen können nur einen Hinweis auf einen Flow geben, da eine objektive Beurteilung über das Erleben einer anderen Person beobachtend nicht möglich ist. Die völlige Versunkenheit einiger Schüler*innen in das experimentelle Tun sowie die ausstrahlende Ruhe und völlige Konzentration auf das Experimentiersetting deuteten jedoch deutlich darauf hin. Die beschriebene, offensichtliche Zuwendung zeugte von einem positiven Erleben der eigenen kompetenten Handlungsfähigkeit insgesamt. Aus entwicklungspsychologischer Sicht nach Erikson entfalten die Schüler*innen im Grundschulalter ihren Werksinn (s. Kap. 2.3.1). Dabei entwickeln sich der Tätigkeitsdrang in Verbindung mit der Freude an einer erfolgreichen Arbeit sowie der Wunsch, Wissen aufzubauen. Diesen Zusammenhang spiegelten die Beobachtungen zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimenten deutlich wider.

Obwohl die physische Aktivität außerhalb der experimentellen Phasen deutlich geringer ausfiel, konnte hier ebenfalls eine positive Zuwendung zum Unterrichtsgeschehen in Form einer aktiven Mitarbeit beobachtet werden. Die Schüler*innen gaben dadurch ihrem eigenen experimentellen Tun eine Sinnhaftigkeit, indem sie das Ziel verfolgten, die eigenen Beobachtung zu erklären. Neben der Körpersprache zeigte sich ebenfalls eine positive Zuwendung in der sinnlichen Wahrnehmung der Schüler*innen. Hier ist vor allem die haptische und olfaktorische Wahrnehmung hervorzuheben. Besonders der Geruchssinn kann positive Assoziationen zu Heilpflanzen und naturheilkundlichen Heilungsmethoden schaffen. Die Bewertungen der

Schüler*innen zu den unterschiedlichen heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten bestätigten den insgesamt beobachteten, positiven Eindruck in Bezug auf die Reaktionen. Die Schüler*innen hoben vor allem die Möglichkeit hervor, bei den Experimenten mit den eigenen Händen tätig werden zu können, was sich durch die positive körperliche Zuwendung während der experimentellen Phasen widerspiegelte.

Der Vollständigkeit halber muss abschließend noch erwähnt werden, dass die Experimentiereinheiten, ähnlich wie beim regulären Schul- und Unterrichtsalltag, nicht bei allen Schüler*innen in gleichem Maße positive Reaktionen auslösen konnten. Besonders erste pubertäre Entwicklungen sowie die Experimente mit weniger effektvollen Versuchsergebnissen („Abwarten, Tee trinken und gesund werden?“, „Die tropfende Gurke“) motivierten weniger Schüler*innen, positive sowie zugewandte Reaktionen zu zeigen.

Forschungsfrage 2:

In welchem Maße erfassen Grundschüler*innen kognitiv das didaktisch reduzierte Fachwissen von handlungsorientierten Experimentiereinheiten zu einer Auswahl von heilpflanzlichen Inhaltsstoffen sowie traditionell naturheilkundlichen Methoden?

Die Experimentiereinheiten ermöglichten grundsätzlich einen Wissenserwerb heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Fachinhalte. Es konnte sowohl ein kurzfristiger, als auch ein langfristiger Lerneffekt ermittelt werden. Besonders prägnant in Erinnerung geblieben waren die Teilchenmodelle zur Erklärung der Experimente. Sie veranschaulichten die Sachverhalte und machten einige davon be-greifbar. Durch die Arbeit mit Modellen unterstützten die Experimentiereinheiten nicht nur das Erlangen von Fachwissen, sondern auch den Aufbau eines grundlegenden naturwissenschaftlichen Verständnisses. Neben der Behaltensleistung bzgl. der Teilchenmodelle konnte zusätzlich festgestellt werden, dass die Schüler*innen besonders jene Informationen in ihre Wissensstrukturen einbauten, die unmittelbar mit dem eigenen Tun zusammenhingen. Aus entwicklungspsychologischer Sicht kann dieser Zusammenhang nach Erikson (s. Kap. 2.3.1) bestätigt werden (s.o. erste Forschungsfrage). Die Erinnerungen an die Durchführungen sowie Beobachtungen der Experimentiereinheiten waren stark ausgeprägt. Die grundsätzliche Idee, heilpflanzliche und naturheilkundliche Inhalte durch Experimente be-greifbar zu machen, erfährt durch diesen Zusammenhang eine besondere Stärkung.

Ein durchgehend hoher Wissenserwerb konnte nicht bei allen Schüler*innen verzeichnet werden. Die erzielten Testergebnisse waren im hohen Maße auch von der Lernausgangslage jedes Schülers / jeder Schülerin abhängig. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass eine erfolgreiche Lösungshäufigkeit nicht unmittelbar mit der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Thematik zusammenhing, sondern vielmehr mit der Aufgabenanforderung selbst. Je höher die Anforderung einer Aufgabe ausfiel, desto geringer war auch die Lösungshäufigkeit. Die Aufgaben mit überwiegend reproduktivem Charakter konnten jedoch vom Großteil der Schüler*innen gelöst werden. Dieses Ergebnis sowie die umfangreichen Interviewgespräche zu den Experimenten bestätigten den grundsätzlichen Wissenserwerb.

Weitere Gründe für auftretende Probleme bei der Bearbeitung der Aufgaben könnten die Formulierungen der Aufgabenstellungen selbst sein, die Komplexität der Inhalte einzelner Experimentiereinheiten sowie fehlende thematische Bezüge der unterschiedlichen Experimente untereinander. Die Unterrichtsreihe setzte sich aus sechs verschiedenen, thematisch voneinander unabhängigen Themen zusammen. Es bestand für die Schüler*innen keine Möglichkeit, fachliche Verknüpfungen zwischen den Einheiten herzustellen, da diese thematisch nicht aufeinander aufbauten. Die genannten Gründe sind jedoch nicht von den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten selbst abhängig. Grundsätzlich konnte festgestellt werden, dass die Fachinhalte adressatengerecht für den Einsatz im naturwissenschaftlichen Sachunterricht eines vierten Jahrgangs aufbereitet werden konnten.

Forschungsfrage 3:

Wie unterscheiden sich die (affektiven) Reaktionen von Mädchen und Jungen (der vierten Jahrgangsstufe) bei der Durchführung von handlungsorientierten Experimentiereinheiten zu einer Auswahl von heilpflanzlichen Inhaltsstoffen sowie traditionell naturheilkundlichen Methoden?

Die (affektiven) Reaktionen der Schüler*innen bei der Durchführung der Experimentiereinheiten zeigten, dass beide Geschlechter gleichermaßen angesprochen werden konnten. Die experimentelle Untersuchung der Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden auf den menschlichen Körper im naturwissenschaftlichen Sachunterricht vereint biologische und chemisch-physikalische Fachinhalte. Darüber hinaus bietet diese Thematik einen hohen Grad der Kontextorientierung sowie die Verknüpfung mit der Lebenswelt der Kinder. Zusätzlich konnten Schüler*innen selbst die gesellschaftliche sowie individuelle Bedeutung

der Materie feststellen. Diese genannten Aspekte ermöglichten sowohl Jungen als auch Mädchen gleichermaßen, einen Zugang zu chemischen (bzw. naturwissenschaftlichen) Fachinhalten zu erhalten. Die Thematisierung von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden bietet beiden Geschlechtern bereits in der Grundschule die Möglichkeit durch eine Vielzahl von unterschiedlichen Zugängen einen grundlegenden chemischen (bzw. naturwissenschaftlichen) Interessensaufbau. Die entwickelten Experimentiereinheiten können dadurch einen kleinen Beitrag leisten, einer genderspezifischen Interessensaufspaltung bzgl. der Naturwissenschaften entgegenzuwirken.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Nachdem Heilpflanzen und naturheilkundliche Methoden lange Zeit in Vergessenheit gerieten (Prentner 2017, S. 4), rückten sie wieder in das Bewusstsein der Gesellschaft (Beiser 2016, S. 26) und damit auch in den Alltag von Kindern. Im Grundschulalter durchlaufen sie eine prägende Lebensphase, die sich auf die Gestaltung des späteren Jugend- und Erwachsenenlebens auswirkt (Schrader et al. 2008, S. 11). Da darüber hinaus die Gesundheitserziehung ein zentrales Ziel des Sachunterrichts darstellt (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 37 ff.), bietet sich die Thematisierung der Wirkungsweise von heilpflanzlichen Naturheilverfahren bereits im Unterricht der Grundschule an.

Für die grundsätzliche konzeptionelle Gestaltung von Sachunterricht kann das allgemeingültige Ziel verfolgt werden, das die Schüler*innen zu aktiven Handlungen motivieren möchte (Meier 1993, S. 24). Neben gesellschaftlich relevanten Inhalten, wie z.B. der genannten Gesundheitserziehung, erlernen die Schüler*innen auch entsprechende Denk- und Arbeitsweisen (Götz et al. 2015, S. 17 f.; Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland 2012, S. 3 f.). Im Sinne der Naturwissenschaften gehört dazu vor allem die Durchführung von handlungsorientierten Experimenten (Sommer und Pfeifer 2018, S. 70 f.). Jene legitimieren sich nicht nur durch die Vorgabe des Lehrplans, sondern ebenfalls aus entwicklungspsychologischer Sicht. Der von Erikson beschriebene Werksinn rückt experimentelles Tun in das Licht einer sinnstiftenden Tätigkeit, die bei erfolgreichem Abschluss zu Erfolgsgefühlen führt und damit die Persönlichkeitsentwicklung im Sinne des Aufbaus eines gesunden Selbstvertrauens unterstützt. Auf diese Weise wird durch das Experimentieren im Unterricht die Möglichkeit gegeben, völlig in einer Tätigkeit aufgehen zu können (Erikson 1973, S. 98 ff.).

Bisherige Unterrichtsinhalte für den Sachunterricht, die sich mit Heilpflanzen beschäftigen, greifen lediglich biologische Aspekte zur Phänomenologie auf (z.B. Unterrichtsmaterial vom BMUB (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) 2017)). Die primäre Zielsetzung der vorliegenden Forschungsarbeit bestand daher in der naturwissenschaftsdidaktischen Entwicklung und Aufbereitung handlungsorientierter Grundschulexperimente zur (bio-) chemischen Wirkungsweise ausgewählter heilpflanzlicher Inhaltsstoffe und naturheilkundlicher Methoden. In Bezug auf die komplexen fachlichen Hinter-

gründe aus den Fachbereichen der (Bio-) Chemie sowie der Physik spielte die adressatengerechte Gestaltung des Experimentier- und Unterrichtsmaterials für den Sachunterricht eine entscheidende Rolle. Für diese Aufgabe mussten vor allem die fachdidaktischen Grundlagen der didaktischen Reduktion sowie die von Lück formulierten und von Risch erweiterten Anforderungen für Grundschulexperimente berücksichtigt werden (Risch und Pfeifer 2018, S. 45 ff.; Lück 2018, S. 150 ff.; Risch 2006, S. 64 ff.). Der grundlegende Aufbau der in dieser Arbeit entwickelten handlungsorientierten Experimentiereinheiten orientiert sich in Ansätzen teilweise am forschend-entwickelnden Lernen nach Schmidkunz und Lindemann (Schmidkunz und Lindemann 2003, S. 23 ff.). Auf diese Weise können die Schüler*innen bereits in der Grundschule unter Anleitung ihre ersten Schritte auf dem naturwissenschaftlichem Erkenntnisweg nachvollziehen (Lehner-Simonis 2016, S. 78).

Insgesamt konnten im Rahmen dieser Studie sechs heilpflanzliche und naturheilkundliche Experimentiereinheiten mit entsprechender Unterrichtsgestaltung entwickelt werden. Nach der theoretischen Experimentierentwicklung erfolgte die Erprobung und Evaluierung in der Grundschulpraxis mit Methoden der qualitativen Sozialforschung. Das grundsätzliche Forschungsinteresse, neben der theoretischen Entwicklungsarbeit, bestand vor allem aus der Frage nach dem (affektivem) Erleben der Schüler*innen während der Versuchsdurchführung. Dazu wurde in einer teilnehmenden Beobachtung ein besonderes Augenmerk auf die Körpersprache gelegt. Jene liefert wertvolle Hinweise in Bezug auf (affektive) Reaktionen und Verhaltensweisen während des Experimentierens und verdeutlicht die Akzeptanz der Schüler*innen gegenüber den experimentellen Einheiten (Trautmann-Voigt und Voigt 2009, S. 3). Zusammenfassend konnte während der Untersuchung festgestellt werden, dass die Schüler*innen ein hohes Maß an positiven (affektiven) Reaktionen zeigten. Diese Beobachtung äußerte sich insbesondere durch eine zum Experimentiersetting zugewandte Körperhaltung, die dem Zustand der polarisierten Aufmerksamkeit nach Montessori bzw. Csíkszentmihályis Flow-Erleben ähnelte (Montessori 2007b, S. 69 ff.; Csíkszentmihályi 2008a, S. 58 f.). Die umfangreichen Möglichkeiten der sinnlichen Wahrnehmung während des Experimentierens verstärkten die positive Zuwendung in Form des völligen Aufgehens im Tun. Im Zusammenhang mit dem charakteristischen Duft von Heilpflanzen übernimmt die olfaktorische Wahrnehmung eine wichtige Rolle bei der Versuchsbeobachtung und wurde von einzelnen Schüler*innen immer wieder positiv hervorgehoben. Die bewertenden Aussagen der Schüler*innen im Rahmen der

durchgeführten problemzentrierten Interviews verstärkten den Eindruck aus der teilnehmenden Beobachtung. Trotzdem muss der Vollständigkeit halber erwähnt werden, dass, ähnlich zum regulären Unterrichtsalltag, nicht bei allen Schüler*innen in gleichem Maße positive Reaktionen beim heilpflanzlichen Experimentieren ausgelöst werden konnten. Dies galt insbesondere für jene Experimente mit weniger effektvollen Versuchsergebnissen, die darüber hinaus nur wenig Möglichkeiten der haptischen Wahrnehmung zeigten („Abwarten, Tee trinken und gesund werden?“, „Die tropfende Gurke“).

Der zweiten Forschungsfrage der vorliegenden Studie lag der kognitive Wissenserwerb zugrunde. Im besten Falle erleben die Schüler*innen nicht nur ein positives Experimentiererlebnis, sondern können ebenfalls heilpflanzliches Wissen aufbauen. Die Ergebnisse der entsprechenden Post- und Follow Up-Wissenstests sowie der (langfristigen) Erinnerungsfähigkeit im Rahmen der problemzentrierten Interviews, zeigten grundsätzlich erfolgreiche sowie nachhaltige Resultate. Diese wurden vor allem durch das positive (affektive) Erleben sowie die aktive handelnden Tätigkeit im Sinne des Be-Greifens in Form sinnlicher Wahrnehmung überhaupt erst ermöglicht (Kaiser 2013, S. 203; Aebli 2001, S. 13). Mit diesem Testergebnis können ebenfalls die grundsätzliche Adressatengerechtheit der Experimentiersettings sowie die Angemessenheit des heilpflanzlichen Unterrichtsmaterials bestätigt werden. Insbesondere die erstellten Modelle oder animistischen Darstellungsformen können zur Vermittlung (bio-) chemischer Fachinhalte für den Einsatz im Sachunterricht der Jahrgangsstufe vier sinnvoll herangezogen werden. Vorzugsweise die 3D-Modelle blieben durch die Möglichkeit der haptischen Wahrnehmung bei den Schüler*innen vermehrt im Gedächtnis. Ihnen gelang oft vollständig und korrekt die entsprechenden Inhalte für die Erklärung der Experimente anzuwenden. Jedoch konnte im Rahmen der vorliegenden Studie nicht ein durchgehend hoher Wissenserwerb bei allen Schüler*innen erzielt werden und spiegelt damit den allgemeinen Unterrichtsalltag wider. Die unterschiedlichen Testergebnisse sind vor allem von der individuellen Lernausgangslage der einzelnen Schüler*innen abhängig. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass eine erfolgreiche Lösungshäufigkeit nicht unmittelbar mit der heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Thematik an sich zusammenhing, sondern vielmehr mit der Aufgabenanforderung selbst. Je höher die Anforderung an eine Aufgabe ausfiel, desto geringer war auch die Lösungshäufigkeit. Im Zuge der kognitiven Wissensergebnisse wird abschließend der Blick auf die Aspekte der Deutung geworfen, die sprachlicher Natur sind. Viele Schüler*innen zeigten

Probleme bei der Erinnerungsfähigkeit sowie exakten Verwendung der relevanten Fachbegriffe. In diesem Zusammenhang muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass die sechs heilpflanzlichen Experimentiereinheiten nicht aufeinander aufbauten, sondern jeweils neue Fachinhalte und entsprechende Begriffe gelernt werden mussten. Diesbezüglich wurde die Festigung der Fachbegriffe in die bereits vorhandenen kognitiven Wissensstrukturen deutlich erschwert.

Die Vermittlung der Wirkungsweise heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Methoden auf den menschlichen Körper im Sachunterricht vereint biologische mit chemisch-physikalischen Fachinhalten. Aus diesem Zusammenhang ergibt sich die dritte Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit nach einem gendergerechten naturwissenschaftlichen Sachunterricht durch den Einsatz heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Experimentiereinheiten. Die naturwissenschaftlichen Interessen von Mädchen sind eher biologischer Natur. Dem gegenüber steht die positive Zuwendung der Jungen zu chemischen und physikalischen Inhalten (Lohrmann und Hartinger 2014, S. 278). Die teilnehmende Beobachtung in Abhängigkeit von der Gender-Kategorie ergab eine vom Geschlecht unabhängige, positive inhaltliche Zuwendung zu den Experimentiereinheiten. Vermutlich verhalf insbesondere den Mädchen der hohe Grad an Kontextorientierung sowie die Verknüpfung an die eigene Lebenswelt zu einem ansprechenden Zugang zu chemisch-physikalischen Inhalten.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie basieren auf qualitativen Daten mit einer kleinen Stichprobengröße. Dieser Ansatz wurde dem explorativen Vorgehen in dem noch nicht erforschten Untersuchungsfeld gerecht. Auf diese Weise war es möglich, das Erleben der Schüler*innen während der Bearbeitung der neu entwickelten Experimentiereinheiten im Detail und mit Tiefgang analysieren zu können sowie erste Einblicke in eine mögliche Implementierung heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Inhalte im naturwissenschaftlichen Sachunterricht zu erhalten. Aufgrund dieses Forschungskonzepts unterliegen die gewonnenen Daten allerdings einer subjektiven Prägung und beziehen sich zunächst „nur“ auf eine kleine Anzahl von Schüler*innen sowie „nur“ auf wenige heilpflanzliche Experimentiereinheiten. Durch die detaillierte Erkenntnisgewinnung kann diese Studie einen Anstoß für die Entwicklung weiterer heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Experimentiereinheiten bieten.

Nach dem ersten explorativen Vorstoß in das neue Forschungsfeld erscheint es nun jedoch sinnvoll, die Stichprobengröße zu erhöhen und quantitative Forschungsmethoden hinzuzuziehen, um die ersten subjektiv geprägten Daten durch statistisch tragfähige Ergebnisse zu stützen. Insbesondere in Bezug auf das heilpflanzliche und naturheilkundliche Interesse von Schüler*innen können z.B. eine Fragebogenstudie die Ergebnisse dieser Arbeit gehaltvoll anreichern. Auch die Einschätzung der eigenen naturwissenschaftlichen Kompetenz in Bezug auf die Wirkungsweise von Naturheilverfahren durch eine größere Probandenzahl kann eine sinnvolle Ergänzung darstellen und die ersten Ergebnisse der Gender-Forschung in der Sachunterrichtsdidaktik möglicherweise bestätigen.

Die Experimentiereinheiten der vorliegenden Untersuchung wurden von der Studienleiterin im Sachunterricht selbst durchgeführt sowie mit inhaltlich vorstrukturierten Experimentieranleitungen schriftlich fixiert. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, inwiefern die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Unterrichtseinheiten auch durch andere Lehrpersonen unterrichtet werden können.⁸⁹ Möglicherweise reicht die Gestaltung eines Versuchsskriptes mit inhaltlichen Handreichungen für die Lehrer*innen nicht aus und es müssen entsprechende Möglichkeiten zur Fortbildung angeboten werden. Vermutlich fehlen besonders in Bezug auf die (bio-) chemischen Fachinhalte zur Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden den Sachunterrichtslehrkräften die jeweiligen Vorkenntnisse.

Inwiefern die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten eine Fernwirkung auf den eigenen Hausgebrauch von Heilpflanzen besitzen, könnte ebenfalls Gegenstand weiterer Forschungsvorhaben sein. In diesem Zusammenhang ist jedoch vermutlich das einmalige Experimentieren in der Grundschule nicht ausreichend, um eine entsprechende Wirkung zu zeigen. Insbesondere im Kinder- und Jugendalter unterliegt die Entscheidung bzgl. der Gabe eines bestimmten Medikaments den Eltern. Aus diesem Grund müssten vielmehr heilpflanzliche Unterrichtsinhalte im gesamten Verlauf des eigenen Bildungsweges aufgegriffen werden.

Im Zuge einer langfristigen Perspektive wäre sicherlich eine Implementierung der heilpflanzlichen Thematik, z.B. in Zusammenhang mit der Behandlung von leichten Erkrankungen, wie

⁸⁹ Eine Bachelorarbeit, die sich mit dieser Thematik auseinandersetzen wollte, wurde ursprünglich im März 2020 von einer Sachunterrichtsstudentin geplant. Aufgrund des Ausbruchs der Corona-Pandemie zu diesem Zeitpunkt konnte diese Arbeit nicht realisiert werden.

z.B. Erkältungsleiden, denkbar. Damit einhergehend wäre die zeitgleiche Integration heilpflanzlicher und naturheilkundlicher Experimente in die chemiebezogenen Hochschulpraktika des Sachunterrichtsstudiums sicherlich sinnvoll, um die fachlichen Grundlagen bereits direkt in der Universität zu legen. Das aufkeimende gesellschaftliche Interesse an der Naturheilkunde könnte auf diese Weise in den nachfolgenden Generationen weiter ausgebaut werden. Ferner bestünde nicht die Gefahr, dass das wertvolle Wissen rund um Heilpflanzen und ihre Wirkungsweise auf den menschlichen Körper weiter verloren gehen könnte.

Wenn es gelänge, eine zukünftige Lehrplan-Implementierung handlungsorientierter Experimentiereinheiten zur Untersuchung (bio-) chemischer Wirkungsweisen von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden anzustreben, könnte dies einen großen gesellschaftlichen Beitrag zur komplementären Anwendung schulmedizinischer und heilpflanzlicher Behandlungsformen leisten. Durch die bereits frühe Thematisierung im Grundschulalter kann ein tieferes Bewusstsein für die ganzheitliche Therapie mit naturheilkundlichen Methoden geschaffen werden. Gleichzeitig würde die individuelle und fundierte Entscheidungsfindung in Bezug auf unterschiedliche Therapieansätze unterstützt werden.

6 Anhang

6.1 Beispiel eines Erlebnisprotokolls der teilnehmenden Beobachtung

Erlebnisprotokoll „Das Grüne Pflaster für unterwegs“ – Dritte Erhebung in einer 4. Klasse	
Zeitpunkt der Einheit	06.02.2020, 08:45 – 09:30 Uhr
Inhaltsangabe der Einheit	Die SuS führen ein Modellexperiment zur blutstillenden Wirkung von Spitzwegerich durch.
Lehrperson	Brusdeilins

Mit der Wirkung zum Spitzwegerich startete ich heute in die erste Erhebungsstunde. Meine Aufregung hielt sich diesmal etwas in Grenzen (Die Erfahrungen aus den ersten beiden Erhebungsdurchgängen geben mir etwas mehr Sicherheit.) – viel mehr war ich auf die kommende Unterrichtsstunde gespannt. Vor allem die ersten Stunden helfen mir immer sehr, die neue Klasse besser kennenzulernen und sie etwas besser einschätzen zu können.

Ich kam mit der Bachelorstudentin zeitlich großzügig an der Schule an. Wir setzten uns an einen Tisch vor dem Lehrerzimmer und wir konnten nochmal in Ruhe den Ablauf der Stunde durchgehen und ich konnte die Studentin mit ihren Aufgaben – neben der teilnehmenden Beobachtung – vertraut machen.

Zum Klingeln der Stunde betraten wir den Klassenraum, der wie bei der Hospitation auch, einen sehr aufgeräumten und übersichtlichen Eindruck machte. Die Schüler*innen (SuS) liefen teilweise noch in der Klasse umher oder unterhielten sich mit ihrem Sitznachbarn. Die Studentin und ich richteten uns in der Klasse ein und positionierten Experimentier- und Unterrichtsmaterialien griffbereit. Der Klassenlehrer, der selbst auch Sachunterrichtslehrer in der Klasse ist, betrat den Raum. Ich fragte kurz nach, ob heute SuS fehlen würden: Von den 25 SuS waren leider vier SuS krank und dadurch nicht anwesend. Ich bat die SuS sich auf ihre Plätze zu setzen und leise zu werden. Dies taten sie auch relativ zügig. Dadurch konnten wir sehr pünktlich mit der Sachunterrichtsstunde beginnen und verloren keine wertvolle Unterrichtszeit. Der Lehrer stand an der Seite, angelehnt an die Fensterbank (Ein Sitzplan findet sich am Ende dieses Erlebnisprotokolls.).

Ich begrüßte die Klasse und wurde mit einem überschwänglichem und enthusiastischem „Guten Morgen!“ empfangen. Die Blicke aller SuS waren zu mir nach vorne gerichtet. Einige SuS hatten die Augen weit geöffnet und wirkten dadurch sehr gespannt auf das Kommende. Einen Schüler musste ich bitten, das Bemalen seines Namensschildes zu unterlassen, was er daraufhin auch sofort unterließ. Ich erklärte zu Beginn noch einmal kurz, dass wir nun das erste Experiment gemeinsam durchführen werden. Ich stieg daraufhin direkt mit der kurzen Einstiegs-geschichte in die Thematik ein. Ich berichtete von Kindern, die im Mittelalter leben und bei einer kleinen Verletzung einen „Pflanzenarzt“ aufsuchen mussten, da es noch keine Apothe-

ken und Ärzte gab, wie wir es heute kennen. Ich zeigte dabei eine Abbildung von einer Spitzwegerich-Pflanze. Die Gesichter der Kinder verrieten mir nicht ganz, ob der Spitzwegerich bereits bekannt war. Einige SuS schienen ihn wiederzuerkennen; anderen war die Pflanze neu. Wieder andere SuS zeigten keinen besonderen Gesichtsausdruck. Am Ende der kurzen Einführungsgeschichte formulierte ich die Fragestellung der heutigen Stunde: „Wie wirkt Spitzwegerich bei einer kleinen Wunde?“ Ich war sehr über die ruhige und konzentrierte Atmosphäre erstaunt – damit hatte ich so nicht gerechnet. Während ich die Geschichte erzählte, hätte man sprichwörtlich die bekannte Stecknadel fallen hören. Die SuS begegneten mir mit einer großen Zugewandtheit: Die Oberkörper und die Blicke waren nach vorn gerichtet. Die SuS hielten alle ausnahmslos den Blickkontakt zu mir nach vorne und verfolgten die Geschichte sehr aufmerksam. Bei einigen SuS waren die Augen und auch die Münder weit geöffnet, was mir signalisierte, dass sie konzentriert „bei der Sache“ waren und aufmerksam zuhörten.

Bevor ich das Arbeitsblatt mit der Durchführung verteilte, erklärte ich noch kurz zwei Experimentierregeln, die während der Versuchsdurchführung unbedingt eingehalten werden müssen: Ich zeigte eine Abbildung („Nicht essen und nicht trinken.“) und formulierte mit Nachdruck diese Experimentierregel. Die SuS schienen zu verstehen, dass sie auch ihnen bekannte Haushaltschemikalien (z.B. das heute verwendete Eiklar) nicht verzehren dürften. Sie nickten konzentriert und ernst. Die nächste Experimentierregel („Hände waschen.“) schloss ich direkt an die erste Regel an: „Wer etwas an die Hand bekommt, wäscht sich diese und leckt die Finger nicht ab.“ Auch hier hatte ich das Gefühl, dass die SuS dies genau verstanden und nachvollziehen konnten. Sie nickten. Ich hingte beide Abbildungen zu den Experimentierregeln an die Tafel.

Ich bat nun den Austeildienst das Arbeitsblatt für die Durchführung zu verteilen. Dies funktionierte reibungslos. Es herrschte immer noch die gleiche ruhige Atmosphäre, wie zu Beginn der Stunde. Auf meine Frage, wer die ersten beiden Durchführungsschritte vorlesen wollte, meldeten sich ca. fünf SuS. Ein Schüler las laut, deutlich und flüssig vor. Nachdem der Schüler beendet hatte, meldeten sich direkt sehr energisch etwa zehn andere SuS, die die nächsten beiden Experimentierschritte vorlesen wollten. Sie wedelten alle aufgeregt mit der Hand und schauten mich teilweise sehr bittend an, vorlesen zu dürfen. Ein anderer Schüler las ebenfalls deutlich und flüssig vor. Im nächsten Schritt forderte ich die SuS auf, mit ihren eigenen Worten die Durchführung zu wiederholen, denn „ein Forscher muss immer genau wissen, was zu tun ist, damit das Experiment auch gut funktioniert“. Auch auf diese Frage meldeten sich einige SuS. Ich nahm einen Schüler an die Reihe, der die Durchführung fast alleine wiedergeben konnte: Er benötigte ein / zwei Hilfestellungen von meiner Seite (Wo wird die Petrischale drauf gestellt? Was wird zu dem Eiklar hinzu pipettiert?) und ihm half noch einmal der Blick auf das Arbeitsblatt. Die Formulierung des Schülers ließ mich vermuten, dass die Durchführung verstanden wurde. Trotzdem klärte ich zum Abschluss noch zwei Begriffe und gab einen Tipp für die Durchführung: Ich hielt eine Petrischale hoch und erklärte, dass es sich dabei um eine solche handeln würde. Ein Schüler meldete sich und ich fragte, ob er eine Frage hätte: „Nicht direkt, aber ich möchte erzählen, dass ich von meinen Eltern einen Experimentier-Kasten geschenkt bekommen habe und da war auch eine Petrischale drin.“ Es meldeten sich weitere

SuS, die wahrscheinlich ebenfalls von eigenen Experimentiererfahrungen erzählen wollten. Ich vertröstete die SuS auf die Pause und erklärte ihnen, dass wir die Zeit bräuchten, um das Experiment in Ruhe durchführen zu können. Sie schienen diese Erklärung nachvollziehen zu können und nahmen die Hände wieder nach unten. Ich zeigte den SuS, dass der Deckel der Petrischale diese nicht ganz dicht abschließt und man deswegen beim Schwenken wirklich vorsichtig sein müsste. Ich zeigte ihnen, wie sie die Petrischale am besten schwenken sollten, damit nichts verschüttet wird. Ich hielt nun noch eine Pipette nach oben und fragte nach, ob die SuS wüssten, wie man diese benutzen würde. Von vielen SuS wurde ein lautes „Ja!“ in die Klasse gerufen. „Wie benutzt man diese denn?“, fragte ich. Eine Schülerin erklärte sehr richtig die Handhabung mit einer Pipette. Leider hatte ich an dieser Stelle vergessen zu erwähnen, dass die SuS sich ihre Beobachtungen auf dem Arbeitsblatt notieren sollen. Es stellte sich jedoch im Verlauf der Experimentierphase heraus, dass die SuS dies schon von ganz alleine taten. Abschließend wurde die Klasse – nach ihrer Sitzordnung – in Zweiergruppen eingeteilt. Aufgrund der ungeraden Anzahl bildete sich eine Dreiergruppe. Erfreulicherweise kam es an diesem Punkt nicht zu großen Diskussionen, sondern die SuS akzeptierten die ihnen zugeteilten Zweierteams. Bevor ich die Experimentierphase startete, erklärte ich den SuS noch, dass sich jetzt niemand eine Verletzung zuziehen müsste, sondern wir uns mit einem Hilfsmittel aushelfen würden. Einige SuS grinnten daraufhin. Darüber hinaus muss ich noch einmal erwähnen, da mich dieser Aspekt so sehr positiv überrascht hatte, wie ruhig und aufmerksam die Klasse insgesamt war. Es fiel kein einzelner Schüler negativ auf, es wurden keine Gespräche mit Sitznachbarn geführt oder es wurden zur Ablenkung nicht nicht-unterrichtsrelevante Gegenstände in die Hand genommen. Durchweg waren die SuS in dieser ersten Phase des Unterrichts physisch, als auch mit ihren Gedanken nach vorne gewandt. Dadurch wurde mir heute der Einstieg in die dritte Erhebung unheimlich erleichtert und sehr angenehm gestaltet.

Ich gab der Bachelorstudentin ein Zeichen und wir verteilten die Experimentierkisten sowie die Plastikwannen mit kaltem Leitungswasser. Die SuS holten, nach Erhalt der Kiste, sofort verschiedene Experimentiermaterialien heraus und stellten sie vor sich auf den Tisch. Dies taten sie nicht geordnet (Was benötige ich als erstes?), sondern es wirkte, als ob sie sich einen Überblick über die vorhandenen Materialien verschaffen wollten. Ich fragte an dieser Stelle den Klassenlehrer, der nun auch unterstützend mit umherging, bei welchen SuS er Probleme bzgl. des Leseverständnisses sieht: Für diese SuS hatte ich eine laminierte Durchführung vorbereitet, die die einzelnen Versuchsschritte in einfachen Sätzen veranschaulicht mit kleinen Abbildungen zeigt. Er empfahl, den vier SuS, die die internationale Klasse besucht hatten bzw. sie zurzeit noch besuchen, eine solche Durchführung zur Unterstützung zu geben. Eine Gruppe fragte vorsichtig nach, ob sie schon mit dem Experiment beginnen dürften. Ich sah mich auf den Tischen um und erblickte viele vorbereitete Experimentiersettings, aber es hatte noch keiner mit dem Experiment begonnen. Ich nickte mit Nachdruck mit dem Kopf und die verschiedenen Gruppen fingen sofort an zu experimentieren. Es wurde zwar zu diesem Zeitpunkt etwas lauter, da die einzelnen Zweiergruppen natürlich miteinander reden mussten, aber die Lautstärke hielt sich insgesamt auf Zimmerlautstärke. Für mich als Lehrperson und ich denke

auch für die SuS, konnte so sehr angenehm experimentiert werden. Diese konzentrierte Arbeitsatmosphäre herrschte die gesamte Experimentierphase über. Ich sah viele Köpfe, die über den Experimentiermaterialien zusammengesteckt wurden und sich austauschten. Ich bekam beim Umhergehen auch öfter mit, dass sich die Zweiergruppen die einzelnen Versuchsschritte gerecht aufteilten, damit jeder etwas tun konnte. Die SuS wirkten dadurch sehr rücksichtsvoll untereinander. Die Gruppen begannen zunächst – wie in der Durchführung beschrieben – mit dem Ansetzen des Tees. Hier kamen einige Rückfragen, ob der Beutel verschlossen (Ich hatte den Teebeutel aus Transportgründen mit einer Büroklammer verschlossen.) oder geöffnet in das Wasser gehalten werden sollte. Ich überließ den SuS diese Entscheidung. Ich konnte einige Gruppen (Ich meine mich zu erinnern, dass es sich dabei meist um weibliche Gruppen handelte.) beobachten, die sehr vorsichtig und zaghaft den Tee umrührten. Sie wollten scheinbar nichts verschütten und passten genau darauf auf, dass kein Spitzwegerichblatt aus dem Teebeutel in das Wasser gelangte. Andere Gruppen, meist Jungen, nahmen das Becherglas in die Hand und rührten sehr wild in dem Tee, so wild, dass der gesamte Inhalt des Teebeutels in das Wasser überführt wurde. Ein Schüler fragte nach, ob das schlimm sei. Er hatte wohl bemerkt, dass das bei den anderen Mitschülern nicht so aussah. Ich beruhigte ihn, dass das für den Versuch nicht schlimm sei. Beruhigt rührte er weiter. Bereits bei der Zubereitung des Tees konnte ich die Zugewandtheit der SuS gegenüber diesem Experimentierschritt sehr schön beobachten: Die SuS, die den Tee umrührten, hielten das Becherglas mit der anderen Hand fest und hielten einen fokussierten Blickkontakt. Der andere Schüler aus der Zweiergruppe hatte sich herübergelehnt und verfolgte das Umrühren sehr genau. Einige SuS neigten den Kopf zur Seite, um den Tee von allen Seiten betrachten zu können. Wenn die SuS der Meinung waren, den Tee genug umgerührt zu haben, warfen sie einen Blick auf die Durchführung und bereiteten anschließend die Petrischale mit dem Eiklar zu. Eine Schülerin fragte nach, ob Eiklar das Weiße vom Ei vorm Kochen sei. Ich bejahte diese Frage. Nachdem das Eiklar in die Petrischalen überführt wurde, stellten einige SuS laut die Frage, wie sie denn nun 6 mL Tee pipettieren sollten. Meist beantworteten sie sich direkt im Anschluss die Frage selber: „Ah, mit der Pipette kann ich 3 mL pipettieren. Dann muss ich die Pipette zweimal vollmachen.“ Nachdem sie dieses Problem selbstständig gelöst hatten, begannen sie mit dem Pipettieren. Eine Zweiergruppe meldete sich jedoch weiter und verlangte nach Unterstützung beim Pipettieren. „Wie sollen wir denn 6 mL pipettieren?“ Ich fragte den Schüler, wieviel er mit der Pipette denn pipettieren könnte. „3 mL.“ „Genau, wie oft musst du dann die Pipette vollmachen?“ Der Schüler überlegt kurz: „Zweimal.“ Ich freute mich darüber, dass die SuS dieses Problem so selbstständig lösen konnten. Zumal ich diese Hürde bei der Besprechung der Durchführung vergessen hatte, zu adressieren. Insgesamt hatte ich den Eindruck, da wenig Rückfragen zur Durchführung kamen, dass die SuS gut mit dieser zurechtkamen. Es gab vereinzelte Fragen, bei denen es eher darum ging, kleine Kniffe oder Tipps für das Handling zu bekommen. An einigen Stellen konnte ich auch beobachten, dass sich die Gruppen auch untereinander weiterhalfen. Besonders schön zu sehen war dies an dem Gruppentisch, an dem eine Schülerin sitzt, die zurzeit noch die deutsche Sprache lernt. Mit der bebilderten Durchführung sowie der Mithilfe durch die Mitschüler, konnte auch diese Zweiergruppe das Experiment problemlos durchführen. Da freute ich mich sehr drüber.

Die SuS waren nun alle soweit, dass sie das Eiklar und den Tee in der Petrischale zusammengegeben haben. Sie schlossen die Petrischale mit dem Deckel und schwenkten diese sehr vorsichtig. Die SuS hatten alle so behutsam, konzentriert, vorsichtig und ordentlich gearbeitet, dass kein Missgeschick passiert war: alle Tische waren sauber sowie auch die Hände der SuS. Die SuS stellten die Petrischale auf der grünen Unterlage ab und gingen mit ihren Gesichtern ganz nah an diese heran. Manche legten auch hier den Kopf wieder schief, um aufgrund der Spiegelung des Lichtes im Deckel das Experimentierergebnis besser sehen zu können. Beim Umhergehen hörte ich viele Aussprüche, wie: „Bei uns sind kleine Blasen.“, „Bei uns ist die Farbe irgendwie anders geworden, so ein bisschen grüner.“ oder „Guck mal, da sind so kleine weiße Dinger. Die sehen aus wie Fäden.“ Einige SuS nahmen die Petrischale immer wieder in die Hand und schwenkten diese nochmal leicht. Sie zeigten auch mit dem Finger auf die kleinen weißen fadenförmigen Flocken. Bei der Dreiergruppe war sehr schön zu sehen, wie sie alle die Köpfe über der Petrischale zusammensteckten und im Gespräch überlegten, ob ihre Beobachtung denn nun richtig sei. Um sich zu vergewissern, wanderte auch der ein oder andere Blick zur Petrischale der Nachbargruppe. Viele SuS notierten sich selbstständig ihre Beobachtungen auf dem Arbeitsblatt. Andere Gruppen erinnerte ich daran, dies ebenfalls zu tun. Beim Umhergehen konnte ich mir einen guten Eindruck vom Experimentierergebnis machen: Alle SuS waren mit dem Versuch fertig, auch wenn sie immer wieder die Petrischale in die Hand nahmen und sich die Flüssigkeit immer wieder genau anschauten. Außerdem konnten alle Gruppen ein positives Versuchsergebnis erzielen. Ich stellte mich nach vorne vor die Tafel und ließ meinen Blick durch die Klasse schweifen: Alle SuS waren in einer gewissen Art und Weise immer noch mit den Experimentiermaterialien beschäftigt: Diese wurden jedoch nicht für andere Zwecke missbraucht, sondern die Gruppen beschäftigten sich weiterhin inhaltlich mit der Eiklar-Tee-Mischung. Ich konnte an dieser Stelle noch mehrere SuS beobachten, die sich auf ihren Stuhl gekniet hatten und sich mit dem Oberkörper über den Tisch beugten, um dem Experiment näher zu sein. Mir tat es etwas leid, dieses rege Treiben zu unterbrechen. Ich erklärte auch den SuS, dass wir nun leider aufräumen müssten, damit wir noch genug Zeit hätten, um das Experiment zu besprechen. Etwas widerwillig trennten sich die Gruppen von ihrem Experiment. Wie angekündigt, legten sie alle Materialien zurück in die Experimentierkisten, die die Bachelorstudentin und ich daraufhin einsammelten. Ein Schüler fragte mich ganz aufgeregt, ob wir denn jetzt noch ein Experiment machen würden. Ich verneinte diese Frage und erklärte ihm, dass wir jetzt erst einmal besprechen müssten, warum wir die Beobachtungen machen konnten. Obwohl er durch meine Antwort ein wenig enttäuscht wurde, schien er diese einleuchtend und nachvollziehbar zu finden. Einige SuS wuschen sich die Hände. Daraufhin wollten plötzlich alle SuS ihre Hände waschen. Um nicht unnötig Zeit zu verlieren, verschoben der Lehrer und ich dies auf die große Pause nach der Stunde. Ich bat alle SuS sich wieder an ihre Plätze zu setzen und ruhig zu werden. Dazu legte ich einen Finger an den Mund und hielt die andere Hand hoch („Schweigefuchs“). Diese Ritual war den SuS bekannt. Ich wartete, bis alle Blicke nach vorne gerichtet waren. Einige SuS machten mir den „Schweigefuchs“ nach.

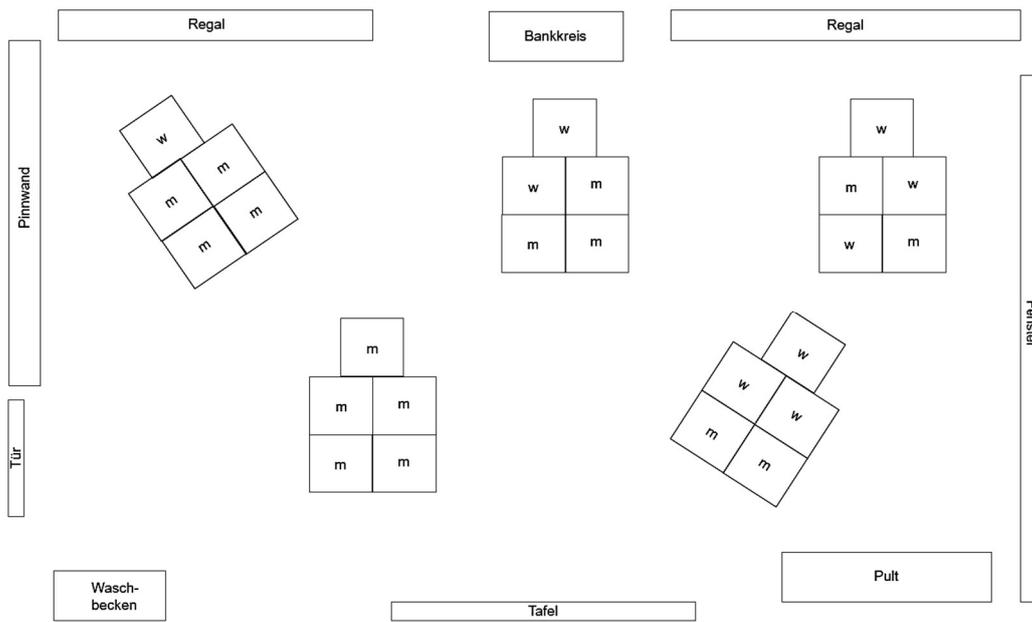
Es kehrte wieder Ruhe in die Klasse ein. Ich kündigte an, dass wir uns nun die Beobachtungen gegenseitig austauschen werden. Ich bat einen Schüler / eine Schülerin einer Gruppe von den eigenen Beobachtungen zu berichten. Die anderen SuS sollten gleichzeitig in Gedanken, die vorgestellte Beobachtung mit ihrer eigenen vergleichen. Es meldeten sich mehrere SuS. Langsam wurde mir auch deutlich, welche SuS sich viel am Unterricht beteiligen und welche SuS eher zurückhaltender sind und sich dadurch auch weniger melden. Eine Schülerin berichtete, dass sie „kleine Blasen“ gesehen hätten, dass die Farbe etwas grünlicher geworden sei und dass sich „kleine weiße Dinger“ gebildet hätten. Ein anderer Schüler ergänzte, dass diese wie Fäden oder Flocken ausgesehen hätten. Eine andere Schülerin verglich die weißen Schlieren mit einer Art „Haut“, die sich im Eiklar gebildet hatte. Ich fragte in die Runde, ob es noch Ergänzungen gebe. Daraufhin meldete sich kein Schüler mehr (einige schüttelten den Kopf) und ich bat die anderen Gruppen zu nicken, wenn sie auch die vorgestellte Beobachtung sehen konnten. Die SuS nickten mit ihren Köpfen; einige SuS äußerten ein lautes und eindrückliches „Ja.“. Ich reckte beide Daumen in die Höhe und lobte die Klasse, dass bei allen das Experiment sehr gut funktioniert hätte. Einige SuS schienen sich sehr darüber zu freuen – sie lächelten.

Damit leitete ich in die letzte Unterrichtsphase über, die Auswertungsphase. Ich kündigte an, dass wir nun herausfinden wollten, warum sich diese kleinen weißen Fäden in der Petrischale gebildet haben. Sofort meldeten sich bestimmt acht bis zehn SuS. Sie wedelten auch hier wieder energisch mit der Hand. Eine Schülerin erhob sich leicht von ihrem Stuhl. Ich fragte, ob es schon erste Vermutungen gebe. Die sich meldenden SuS nickten heftig. Ein Schüler überlegte bereits ganz richtig, dass im Spitzwegerich irgendetwas enthalten sein müsste, was mit dem Eiklar reagiert. Eine andere Schülerin vermutete weiter, dass sich die gebildete „Haut“ wie ein Pflaster auf eine Wunde legen könnte. Ich ging an dieser Stelle einen Schritt zurück und erklärte den SuS, dass wir nun erst einmal die Bildung der weißen Fäden besprechen würden, um danach zu überlegen, was der Versuch mit einer Wunde zu tun hat. Ich zeigte den SuS ein Eiweißteilchen und informierte sie darüber, dass im Eiklar solche Eiweißteilchen enthalten seien. Ich beschrieb die Form dieses Eiweißteilchens („ein verknäulter Faden“) und schrieb den Begriff „Eiweiß“ an die Tafel. Nun hielt ich das Gerbstoffteilchen in die Höhe. Die SuS sollten das Aussehen beschreiben. Ein Schüler, der sich in der bisherigen Stunde noch gar nicht gemeldet hatte, konnte die Form des Gerbstoffteilchens richtig „mit so kleinen Haken“ beschreiben. Ein anderer Schüler überlegte, ob es sich bei dem gezeigten Teilchen um die Pflanze an sich handeln könnte, die mit dem Eiweiß reagiert. Dies verneinte ich und erklärte den SuS, dass dieses Teilchen, welches in Spitzwegerich enthalten ist, Gerbstoff genannt wird. Auch diesen Begriff schrieb ich an die Tafel. Ich fragte nun weiter, was wohl passieren könnte, wenn ein Eiweißteilchen auf ein Gerbstoffteilchen treffen würde. Die SuS überlegten; einige verzogen überlegend das Gesicht bzw. kräuselten die Stirn. Ein Schüler vermutete, dass der Haken des Gerbstoffteilchens den Faden des Eiweißteilchens langziehen könnte. Ich erwiderte, dass man sich dies vorstellen könnte, aber dass es sich dabei leider nicht um die korrekte Erklärung handeln würde. Ein anderer Schüler meldete sich: Er wedelte aufgeregt mit der Hand. Er konnte sich kaum auf seinem Stuhl halten. Er schaute mich sehr bittend an, ihn an die Reihe

zu nehmen, was ich dann auch tat. Er vermutete ganz richtig, dass sich beide Teilchen ineinander verhaken würden. Ich nickte zustimmend mit dem Kopf und führte dieses Verhaken vor. Ich fragte, was nun an dem anderen Haken des Gerbstoffteilchens passieren könne. Ein Schüler erklärte, dass sich dort ebenfalls ein Eiweißteilchen einhaken könne. Abschließend fragte ich nun noch, was passiert, wenn weitere Gerbstoffteilchen hinzukommen. „Die verhaken sich auch wieder.“ „Dann sieht das nachher aus, wie ein Labyrinth.“ Ich nickte zustimmend und gab an, dass es sich nicht um ein Labyrinth handeln würde, sondern eher wie eine Art Netz aussehen würde. „Und das kommt dann auf die Wunde.“, erklärte ein Schüler. Ich nickte und nahm daraufhin eine weitere Abbildung in die Hand. „Ich weiß nicht, wie es euch geht, aber ich habe kein rohes Ei auf der Haut. (Einige SuS lachten.) „Was hat der Versuch jetzt mit der Wunde zu tun?“ Bei dieser Frage, die auch nicht ganz einfach zu beantworten ist, bemerkte ich in der Klasse eine gewisse Unsicherheit. Einige SuS schauten mich fragend oder mit einem etwas verwirrtem Gesichtsausdruck an. „Was haben wir wohl auch auf der Haut?“ Dabei zeigte ich etwas unauffällig auf das Eiweißteilchen in meiner Hand. Ein bisher im Unterricht zurückhaltender Schüler rief „Ah ja.“ und meldete sich. „Wir haben auch Eiweißteilchen auf der Haut. Und die verhaken sich dann.“ Ich war positiv überrascht und erfreut über diese Antwort. Um das zu verdeutlichen, zeigte ich einen Querschnitt durch die Haut. „Was passiert immer, wenn man sich in den Finger schneidet?“ Einige SuS schienen nicht genau zu wissen, worauf ich hinaus möchte. Ich hörte einige SuS tuscheln: „Dann blutet es.“ Ein Schüler meldete sich und äußerte zurückhaltend: „Man kann Blut sehen.“ Ich zeigte auf der Abbildung, wie ein solcher Schnitt mit Austritt von Blut aussehen könnte und fragte weiter, was nun passieren würde, wenn man auf die blutende Wunde etwas Spitzwegerich verteilt. „Dann bildet sich mit den Eiweiß- und Gerbstoffteilchen eine Art Haut und die schützt die Wunde.“ Insgesamt muss ich sagen, dass auch in dieser letzten Unterrichtsphase eine ruhige Atmosphäre herrschte – genauso, wie in den vorherigen Phasen auch: Die Blicke und auch die Oberkörper sind nach vorne gerichtet, die Hände spielen nicht mit nicht unterrichtsrelevanten Gegenständen, es finden keine Gespräche mit dem Sitznachbarn statt. Man konnte trotzdem bemerken, dass einige SuS sich in dieser eher denklastigeren Unterrichtsphase etwas mehr zusammenreißen mussten, um das Unterrichtsgespräch aufmerksam zu verfolgen. Es herrschte nicht mehr diese Stille, in der man die fallende Stecknadel hören könnte.

Mit einem Blick auf die Uhr (Die Stunde ging noch fünf Minuten.) entschied ich mich dazu, dass Arbeitsblatt für die Deutung noch zu verteilen. Die SuS sollten die erste Aufgabe, in der die Vernetzung zwischen Gerbstoff und Eiweiß noch einmal gezeichnet werden sollte, bearbeiten. Wer dann noch Zeit hätte, könne auch mit der zweiten Aufgabe starten. Ich erklärte, dass wir die Aufgabenstellungen nun nicht gemeinsam besprechen würden, da diese selbsterklärend seien. Der Lehrer und ich verteilten das Arbeitsblatt und beim Umhergehen konnte ich feststellen, dass alle SuS die erste Aufgabe korrekt bearbeiten konnten. Einige SuS schafften sogar noch die zweite Aufgabe (verbinden von Satzteilen) korrekt zu lösen. Mit dem Klingeln der Stunde bat ich die SuS noch die Arbeitsblätter in die Sachunterrichtsmappen zu heften. Ich verabschiedete mich und kündigte an, dass wir uns am Montag wiedersehen werden. Die SuS verließen den Klassenraum in die große Pause.

Sitzplan:



6.2 Interviewleitfäden und Transkriptionsbeispiele

6.2.1 Interviewleitfaden: Post-Phase

Name:

Datum:

Dauer des Interviews:

Einstieg:

Hallo _____, schön, dass du dir die Zeit nimmst, mir ein paar Fragen zu beantworten. (Hinweis: Kein Abfragen wie in der Schule, sondern Interesse an der Sichtweise der Schüler*innen.)

Fragen zu den Experimenten

Du hast bei den Experimenten rund um Heilpflanzen mitgemacht. An welche Experimente kannst du dich erinnern?

Gibt es ein Experiment, das dir besonders gut gefallen hat?

Warum hat dir das Experiment gut gefallen?

Magst du mir einmal erzählen, was du bei dem Experiment gemacht hast? (für den Versuch wichtige Experimentiermaterialien werden aus einer Kiste nach ihrer Nennung geholt oder dienen als Hilfestellung; das Experiment wird während des Interviews nicht durchgeführt)

Kannst du mir vielleicht erzählen, warum das passiert ist? (Hilfestellung: Abbildungen von den Deutungen)

Gibt es noch ein weiteres Experiment (evtl. weitere Experimente)?

Hat dir ein Experiment vielleicht auch nicht so gut gefallen? Warum?

Würdest du dir wünschen, im Unterricht noch mehr Experimente zu Heilpflanzen durchzuführen?

Fragen zu Heilpflanzen im Alltag

Hast du zu Hause von den Experimenten oder von den Heilpflanzen erzählt?

Habt ihr zu Hause schon mal eine Heilpflanze / naturheilkundliche Methode verwendet?

Gibt es eine Heilpflanze, über die du gerne mehr erfahren würdest?

Abschluss

Haben wir etwas vergessen, was du noch zu den Heilpflanzen-Experimenten ansprechen möchtest?

Ich danke dir für deine Antworten und wünsche dir in der Schule weiterhin alles Gute!

6.2.2 Interviewleitfaden: Follow Up-Phase

Name:

Datum:

Dauer des Interviews:

Einstieg:

Hallo _____, schön, dass du dir die Zeit nimmst, mir ein paar Fragen zu beantworten.

Eingangsfrage

Erinnerst du dich noch, was wir gemeinsam im Unterricht gemacht haben? Woran genau erinnerst du dich?

Fragen zur Erinnerungsfähigkeit an die Experimente

Hat dir die Experimentierreihe rückblickend insgesamt gut gefallen? Wenn ja / nein, warum?

Erinnerst du dich an das Experiment, das dir besonders gut gefallen hat? Warum hat dir dieses Experiment so gut gefallen?

Erinnerst du dich, was du bei diesem Experiment gemacht hast?

Kannst du dich noch daran erinnern, warum das passiert ist?

Gibt es noch ein weiteres Experiment (evtl. weitere Experimente)?

Kannst du dich auch noch an das Experiment erinnern, welches dir nicht so sehr gefallen hat? Warum hat dir dieses Experiment nicht so gut gefallen?

Würdest du dir wünschen, auch an der weiterführenden Schule weitere Experimente zu Heilpflanzen durchzuführen?

Fragen zu Heilpflanzen im Alltag

Hast du schon mal eine Heilpflanze / naturheilkundliche Methode verwendet? Seit den Experimenten?

Hast du dich seit den Experimenten zu Hause oder mit deinen Freunden über die Heilpflanzen und / oder über die Experimente unterhalten?

Hast du noch selber etwas über eine Heilpflanze gelesen / im Fernsehen gesehen?

Abschluss

Haben wir etwas vergessen, was du noch zu den Heilpflanzen-Experimenten ansprechen möchtest?

Ich danke dir für deine Antworten und wünsche dir in der Schule weiterhin alles Gute!

6.2.3 Transkriptionsvorschrift

Die Transkription erfolgte nach Gläser und Laudel (2010, S. 194):

- „es wird in Standardorthographie verschriftlicht und keine literarische Umschrift verwendet [...],
 - nichtverbale Äußerungen (z.B. Lachen, Räuspern, Husten, Stottern) werden nur dann transkribiert, wenn sie einer Aussage eine andere Bedeutung geben,
 - Besonderheiten der Antwort [...], (z.B. zögernd, gedehnt, lachend) werden vermerkt,
 - Unterbrechungen im Gespräch werden vermerkt,
 - Unverständliche Passagen werden gekennzeichnet.“
-
- Füllwörter wie „halt“, „quasi“, „eben“, „äh“, „so“, „ne“, „genau“, „ok“, „jetzt“ werden nicht transkribiert
 - positive Verstärkungen („Ja.“ oder „Jaha.“) werden aus Gründen der besseren Lesbarkeit ebenfalls nicht transkribiert
 - grammatikalisch falsche Aussagen werden in normales Schriftdeutsch überführt – ohne den Inhalt zu verändern

Abkürzungen und deren Bedeutung

[lacht]	= die Person lacht
[unverständlich]	= Inhalt der Äußerung ist in der Aufnahme nicht zu verstehen
Wort	= Betonung eines Wortes
W o r t	= gedehnte Aussprache eines Wortes
Wort=wort	= schnelle Aufeinanderfolge von zwei oder mehreren Worten
Wort ...	= Person unterbricht den Satz
Hm [zustimmend]	
Hm-hm [verneinend]	
Hm [überlegt]	

Der Zeitraum zwischen der Interviewdurchführung und der Transkription des Audiomaterials wurde möglichst gering gehalten, um nonverbale Äußerungen, z.B. Gestik und Mimik, aus der Erinnerung zur Interpretation heranziehen zu können.

6.2.4 Transkriptionsbeispiel eines Interviews aus der Follow Up-Phase der dritten empirischen Erhebung

Name: IMd_Post_020320

Datum: 02.03.2020

Dauer des Interviews: 27:46 min

Aufnahmegerät: H2next ZOOM

Startzeitpunkt der Transkription: 00:17 min

Endzeitpunkt der Transkription: 27:41 min

I. Also, du wirst dich ja bestimmt daran erinnern, dass wir zusammen die ganzen Experimente gemacht haben. [IMd. Ja.] Und dann möchte ich gerne als allererstes von dir einmal wissen, welche Experimente haben wir denn überhaupt gemacht? An was kannst du dich denn erinnern?

IMd. Also, wir haben das Isla ... Isländisch Moos, also die Bonbons gegen Halskratzen experimentiert, dann haben wir Fiebersenken ... Schnittwunden, also Wunden, wenn man sich geschnitten hat, wie man die heilen kann. Und dann haben wir noch einmal gegen ... [überlegt] Also, bei einem Experiment war ich nicht da, ich glaube, dass war mit dem Apfel irgendwas. Und noch mit Tee gegen ... [überlegt] Das weiß ich nicht mehr. Also auf jeden Fall, wo wir so Tee reingemacht haben.

I. Ok, gut. Das ist ja schon eine ganze Menge. Gibt es denn ein Experiment, von denen, die du jetzt genannt hast, was dir denn besonders gut gefallen hat?

IMd. Ich fand das mit dem ... [überlegt] ... Isländisch Moos sehr spannend und mit diesem ... gegen Husten ... mit diesem Thymian.

I. Ah ja, das hast du eben gar nicht genannt. [IMd. Ja.] Genau, das haben wir auch gemacht.

IMd. Ja, das fand ich auch sehr interessant, weil man=weil ich an dem Tag auch sehr doll Husten hatte und ja, dass mich das einfach fasziniert hat.

I. Ok, deswegen hat dir das Thymian-Experiment gut gefallen. Warum hat dir denn das Isländisch Moos-Experiment so gut gefallen?

IMd. Weil, wenn man so in die Apotheke geht, kauft man ja was, weil man irgendwie krank ist. Aber man weiß gar nicht so richtig, was man da kauft, was da drin ist und wie das wirkt. Und es ist für mich ein besseres Gefühl, wenn ich in die Apotheke gehe und weiß, was da drin ist.

I. [leise] Ja, das stimmt, wenn man weiß, was man zu sich nimmt. [IMd. Ja.] Dann greif dir doch mal entweder das Isländisch Moos-Experiment oder das mit dem Thymian einmal raus, weil ich würde gerne ein Experiment mit dir nochmal detaillierter besprechen. Also, wir haben insgesamt sechs Experimente gemacht, wenn wir die alle besprechen, dann sitzen wir noch in

zwei Stunden hier. Das wollen wir nicht, aber, wenn du dir jetzt ein Experiment rausgreifen müsstest, welches wollen wir einmal detaillierter besprechen?

IMd. Hm [überlegt] Isländisch Moos.

I. Ok, was haben wir denn da überhaupt gemacht?

IMd. Also, wir haben ... also, du hast uns Moos gekocht. Ich=ich glaube, das heißt ... Ich weiß nicht mehr, wie das heißt, aber ... Also, Isländisch Moos. [I. Isländisch Moos heißt das.] Genau, und das hast du uns gegeben und dann sollten wir das in Vierergruppen ... Dann haben wir Aufgaben gekriegt. Jeder hatte eine Aufgabe und dann sollten wir das so aus... Also, dann sollten wir den Saft, oder das Wasser aus diesem Moos rauspressen mit einem Löffel. [überlegt] Dann hatten wir so Schmirgel... Also, so Schmi... Wie spricht man das aus? [I. Schmirgelpapier.] Schmirgelpapier, wo wir das draufgemacht haben und dann hast du das für eine Nacht in den Kühlschrank gelegt und dann haben wir es am nächsten Tag wieder geguckt, was hat sich verändert. Es ist härter geworden und ab und zu sollten wir immer bei den Aufgaben noch gucken, was sich verändert. Also, wir hatten, bevor wir das eine Nacht in den Kühlschrank gemacht haben, sollten wir glaube ich für zehn Minuten gucken, was verändert sich, also, wird es härter und es wurde so geleeartig.

I. Was wurde jetzt genau geleeartig?

IMd. Also, diese Flüssigkeit bevor wir es in den Kühlschrank getan haben und nach dem Kühlschrank sollte es dann fest werden. Bei manchen war es nicht so [?, unverständlich] fest, weil wir ein bisschen zu dick aufgetragen hatten und dann haben wir zum Schluss besprochen, wie das jetzt mit unserem Körper zu tun hat.

I. Genau, sehr gut. Du hast jetzt schon den einen Teil der Beobachtung erzählt, dass diese Flüssigkeit so ein bisschen geleeartig geworden ist und was konnten wir auf diesem Schmirgelpapier dann beobachten, als ich es am nächsten Tag wieder mitgebracht habe?

IMd. Also, es wurde schon h a r t. Also, es wurde so glatt und ich glaube nicht rau, sondern auf jeden Fall glatt und nicht mehr weich, sondern eher ... [überlegt, reibt die Finger gegeneinander, sucht nach dem passenden Begriff] So ein bisschen ... Also, es hat sich schon komisch angefühlt.

I. Um mal zu überlegen, was du mit komisch jetzt genau meinst, wie fühlt sich denn das Schmirgelpapier an, wenn wir da gar nichts draufgetan haben.

IMd. Also, es war so rau und nicht so glatt, sondern eher ein bisschen ... ja, nicht huggelig, aber so, als würden da so ein bisschen Macken drin sein.

I. Genau und wie hat sich das dann angefühlt mit dem Isländisch Moos drauf?

IMd. Also, nicht mehr hubbelig, sondern eher glatt und [überlegt] w e i c h [reibt die Finger aneinander]. Vorher war es hart und dann war es weich und es hat sich so ein bisschen beruhigt, oder so. Also, es hat sich [überlegt] nicht mehr so streng und rau angefühlt, sondern eher so weich und ein bisschen auch angenehm.

I. Also, dann haben wir jetzt einmal darüber gesprochen, was wir im Experiment gemacht haben, was ihr beobachten konntet und jetzt möchte ich gerne noch einmal darüber sprechen, warum ist denn das passiert. Also, warum ist denn die Flüssigkeit, die ihr ausgepresst habt, einmal so geleeartig geworden. Das ist ja der eine Teil und der andere Teil ist, was hat jetzt dieses Schleifpapier sozusagen mit den Halsschmerzen zu tun. Lass uns erst einmal über das Gelee sprechen. Kannst du dich noch daran erinnern, wie wir das erklärt haben, dass sich da dieses Gelee gebildet hat?

IMd. A l s o, ... Diese Feuchtigkeit, also dieses Wasser ... [überlegt] Nein, ich kann mich nicht mehr so doll dran erinnern. Also, ich kann mich nur noch daran erinnern, wie es sich ausgewirkt hat auf die Haut. Also, nee ... Also, auf den Hals.

I. Auf den Hals. Dann vielleicht erst das mit dem Hals, wenn du das noch weißt.

IMd. Wenn man Halsschmerzen oder Husten hat, ist der Hals ja so rau, wie das Schmirgelpapier und wenn man dann diese Bonbons nimmt, dann wird der feucht und entspannt sich ein bisschen. Ja, weil ... dann diese Feuchtigkeit macht das Raue sozusagen ein bisschen wirklich feuchter und dadurch tut der Hals nicht mehr so weh.

I. Genau, das wollten wir mit dem Schmirgelpapier darstellen. Und dann sprechen wir jetzt noch einmal über dieses Gelee. Kannst du dich noch daran erinnern, wie ich ... oder welche Teilchen in diesem Isländisch Moos enthalten sind? Da hatte ich ein Bild zu mitgebracht.

IMd. [überlegt]

I. Ich habe ja immer erzählt, wir sollten uns vorstellen, wir hätten eine Lupe [IMd. Ja.] mit der wir uns den Aufbau von dem Gel angucken könnten.

IMd. Also, das war ich glaube so verheddert. Also, das waren einmal Wasserteilchen und einmal, entweder Eiweißteilchen oder diese Isländisch Moos-Teilchen.

I. Genau, Eiweißteilchen waren bei einem anderen Versuch. Wir hatten ja gar kein Ei in dem Versuch. [IMd. Ja.] In Isländisch Moos, da sind bestimmte Teilchen enthalten. Kannst du dich noch vielleicht sonst an das Bild erinnern, was ich damals gezeigt habe? Wie die geformt waren?

IMd. S o ... Also, die Wasserteilchen waren rund und die waren so ein bisschen länger und so gewellt. [zeigt eine entsprechende Bewegung mit ihren Händen] Die waren nicht so ganz glatt, sondern eher so ein bisschen verteilt. Ja, durchheddert.

I. Genau, da waren so längliche Teilchen. Ich finde, so ein bisschen sahen die aus, wie ein Faden vielleicht.

IMd. Genau, Faden.

I. Was haben denn dann diese Fäden gemacht? Und wo sind die Wasserteilchen hingegangen?

IMd. Die Wasserteilchen haben ... ich glaube, diese Fäden, diese angezogen. Also, die haben diese ineinander verheddert.

I. Wer hat sich verheddert?

IMd. Diese Fäden und die Wasserteilchen.

I. Ok?!

IMd. Und dadurch wurde es so eine Art wie ... also, es war nicht mehr so verteilt, sondern eher alle so aufeinander ... so eng aneinander ein bisschen.

I. Ich zeige dir nochmal ein Bild. Du hast Recht mit dem Verheddern, aber nicht die Wasserteilchen und die Fäden haben sich verheddert, sondern ... [sucht die Abbildung heraus] [zeigt IMd die Abbildung] Das sind die Fäden. Erinnerst du dich da dran? [IMd. Ja.] Und die Fäden ... Was ist dann mit den Fäden passiert und wo sind die Wasserteilchen hingegangen?

IMd. Ach so, ja genau. Also, die Fäden haben sich so wie aneinander verheddert. Das immer so eine Art Raum entstand und da sind dann die Wasserteilchen reingegangen.

I. Genau richtig. Sehr gut. Und die Wasserteilchen haben sich nicht verheddert mit den Fäden. Genau und weil ja diese Fäden für den Schleim – wir haben es ja immer Schleim genannt [IMd nickt.] – verantwortlich sind, haben wir die Schleimteilchen genannt.

IMd. Ja, genau. Schleimteilchen.

I. Genau, aber grundsätzlich ist das ja schon mal gut, dass du dich daran erinnern konntest. Sehr schön. Ok, das war doch schon mal sehr gut. [legt die Abbildung an die Seite] Gibt es denn noch ein anderes Experiment, wo du sagst, das hat mir richtig gut gefallen? Darüber sprechen wir jetzt nochmal detaillierter.

IMd. [überlegt] Also, einmal das mit den Gurken, gegen eine zue... Also, ich glaube, das hatte ich nicht gesagt, aber wenn die Nase zu ist und ... [überlegt] Ja.

I. Und gibt es noch ein anderes Experiment, was dir sehr gut gefallen hat?

IMd. [überlegt] Was hatten wir nochmal als ... das mit dem Fieber. Also, wie man Fieber senkt.

I. Genau, das hatten wir ganz zum Schluss gemacht. [IMd. Ja.] Und welches ... jetzt hast du ja fast schon alle Experimente genannt. Welches hat dir davon, neben dem Isländisch Moos, auch gut gefallen?

IMd. Die Gurken.

I. Die Gurken? Ok, was haben wir denn da gemacht?

IMd. Also, wir haben auf die Gurken Salz gestreut, oben und unten. Und dann haben wir die aufgespießt auf einen Holzspieß und über eine Schale gelegt und ich glaube, sechs Minuten oder zehn=also, auf jeden Fall haben wir ein paar Minuten gewartet was sich verändert. Das haben wir in Zweiergruppen gemacht und dann sind Wassertropfen von der Gurke runtergekommen und sind in die Schale getropft.

I. Genau, wir konnten die tropfende Gurke beobachten. Warum hat denn die Gurke getropft?

IMd. Weil die ... [überlegt] entweder die Salzteilchen oder die Wasserteilchen haben sich=ich glaube, die Wasserteilchen haben das Salz angezogen. **Also, nee** ... Das Salz ... Das war so ein Bild. Da waren Wasserteilchen. Das war die Gurke [zeichnet mit den Fingern auf dem Tisch das Bild einer imaginären Gurkenscheibe] und da waren Wasserteilchen. [zeigt in die Gurkenscheibe] und drum herum waren die Teilchen vom Salz drum herumgestreut. Ich glaube, dann hat das Salz das Wasser angezogen und hat es ... Also, wenn die Nase zu ist, hat die Wassereinlagerungen und dann hat das Salz das Wasser so rausgezogen und wie ein Magnet und dann ist das Wasser rausgetropft. Das Wasser muss dann ja irgendwo hin und deswegen ist es runtergetropft.

I. Sehr gut, genau. Das hast du schon sehr gut erzählt. Trotzdem zeige ich es dir einmal noch. [sucht die Abbildung mit dem Teilchenmodell heraus] Das war, wo wir hinten im Bankkreis saßen. [IMd. Ja.] Genau, da hatten wir das mit der Gurke gemacht. [zeigt IMd die Abbildung] [IMd. Hm [zustimmend] Genau.] Sehr gut. Kannst du dich noch daran erinnern, wie wir das erklärt haben, warum denn die Wasserteilchen nach außen wandern? Also, warum zieht das Salz das Wasser nach außen?

IMd. Weil hier sieht man ja, das sind mehr Salzteilchen als Wasserteilchen. [zeigt um die Gurkenscheibe herum] Und ... [überlegt] ... das Salz braucht das Wasser=also nicht braucht das Wasser, sondern ... also, das zieht das heraus, i n d e m ... [überlegt] Das weiß ich nicht mehr so ganz.

I. Weil man könnte ja sonst sich auch denken: Ok, dann ist das Salz hier außen [zeigt um die Gurkenscheibe herum], das Wasser ist innen drin [zeigt in die Gurkenscheibe] und jeder bleibt einfach so glücklich auf seiner Seite, wie er ist, aber das passiert ja nicht, sondern die Wasserteilchen wandern nach außen. Ist denn in der Gurke auch Salz enthalten?

IMd. Hm [überlegt] Nein.

I. Nee, also, wenn da Salz drin ist, dann ist das ja so wenig, das schmecken wir ja auch gar nicht. [IMd. Ja.] Und da haben wir ja einen großen Unterschied: Hier sind ganz viele Salzteilchen [zeigt um die Gurkenscheibe herum] und da sind nur ganz wenige [zeigt in die Gurkenscheibe] und um das auszugleichen, ...

IMd. [unterbricht I] Um das auszugleichen brauchen wir=braucht man mehr Wasser bei den Salzteilchen.

I. Genau richtig. Und deswegen wandern die nach draußen. Sehr gut. Jetzt hast du eben sogar schon erklärt, was die Gurke mit dem Schnupfen zu tun hat. Da haben wir schon drüber gesprochen. Dann eine vorletzte Frage zu den Experimenten: Gibt es denn auch ein Experiment, wo du jetzt im Nachhinein sagen würdest: Das fand ich jetzt nicht ganz so spannend oder das hat mir nicht so gut gefallen? Da kannst du ganz ehrlich drauf antworten.

IMd. Das Fieber=also, das wie man Fieber senkt. Ich fand das schon wie man das macht interessant, aber es war jetzt nicht so spektakulär, wie die anderen.

I. Was haben wir denn da nochmal gemacht?

IMd. Wir waren in Vierergruppen und die Vierergruppen haben sich nochmal in Zweiergruppen aufgeteilt. Einmal gab es mit Tuch und einmal ohne Tuch. Und mit Tuch, da hat man Wasser ... Wir hatten so eine Konservendose und da haben wir Wasser reingegeben und mit Tuch hat man das kalte Küchenpapier da drumgewickelt und die ohne haben nur das Wasser reingegeben und dann hat man so ein Thermometer und haben das in das Wasser reingestellt und haben geguckt, bei wem steigt das=steigt das ... steigt die Wärme schneller runter.

I. Ja, genau. Genau richtig, da habt ihr die Temperatur gemessen. Ok, ich habe noch eine Frage zu dem Nasenspray vergessen. Warum hat dir denn dieses Experiment gut gefallen?

IMd. Weil wenn man Nasen... Weil Meersalz ... Es gibt ja einen Unterschied zwischen Meersalz und ... es gibt ja auch so ein Nasenspray mit Chemie und ich finde das Nasenspray mit dem Salz natürlicher, weil man weiß, was da drin ist und weiß, wie das passiert und ich habe eine Frage: Könnte man, wenn man das jetzt genauso macht mit den Gurken, könnte man das sich dann auch in die Nase machen? Also, wenn man dieses Wasser hat?

I. Ach, du meinst, das, was von der Gurke getropft ist? [IMd. Ja.] Das Problem dabei ist, in den Nasensprays, die man kaufen kann, ist eine ganz bestimmte Menge von Salz drin, weil wenn man viel zu viel Salz da reinmacht, ist das für den Körper auch nicht gut; wenn man zu wenig Salz reinmacht, **auch** nicht. Also, das muss eine ganz bestimmte Menge sein. Deswegen ist das, was da jetzt runtergetropft ist, eher das, was aus der Nase rauskommt. [IMd. Ah, ok.] Aber man sollte jetzt nicht irgendeine Salzlösung sich in die Nase tropfen, sondern schon das nehmen, was man im Geschäft kaufen kann, weil das eine ganz bestimmte Menge ist. [IMd. Ja.]

IMd. Aber an sich, wenn man genau dieselbe Menge nimmt, kann man es machen.

I. Ja, dann würde man vielleicht nicht den Umweg über die Gurke nehmen [IMd. Ja.], sondern man würde sich einfach Wasser vielleicht auch abkochen, damit da keine Bakterien drin sind ...

IMd. [unterbricht I] Ich glaube, es gibt auch so eine Art Nasendusche?

I. Genau, da kommt auch immer eine Salzlösung rein. Und dann würde man genau die Salzmenge abwiegen, die man für die Menge Wasser braucht und dann kann man das da reinmischen. Aber das sollte immer ein Erwachsener machen, weil man wirklich diese genaue

Menge ... [IMd. Ja.] Also, nicht irgendwas anmischen und in die Nase tropfen. Das kann auch böse enden. Also lieber das Nasenspray aus der Apotheke oder aus dem Drogeriemarkt benutzen. [IMd. Ok. [lächelt]] Und eine letzte Frage jetzt zu den Experimenten. Würdest du dir denn grundsätzlich wünschen, dass ihr mehr Experimente im Sachunterricht macht, vielleicht auch mehr Experimente zum Thema „Heilpflanzen“?

IMd. Ja. Weil Heilpflanzen, da gibt es ja verschiedene Arten, was man machen kann und wenn man ... Ich finde es auch sehr interessant, weil ... ich glaube, dass macht man auch nicht so viel in der weiterführenden Schule. Das heißt in der weiterführenden Schule macht man bestimmt auch nochmal was mit Technik, oder so. Und ich finde es dann einfach interessant, wenn man in der Grundschule Heilpflanzen macht, weil es ... Ja, ich würde mir einfach wünschen, dass wir das mehr machen.

I. Ja, in der weiterführenden Schule hat man ja auch keinen Sachunterricht mehr, sondern Bio, Chemie und Physik.

IMd. Ja, deswegen.

I. Ok, dann haben wir jetzt die Fragen zu den Experimenten schon durch und jetzt habe ich noch so ein paar allgemeine Fragen zu Heilpflanzen. Und würde gerne als erstes von dir wissen, ob du damals zu Hause immer davon erzählt hast, wenn wir hier experimentiert haben und wenn ja, an was du dich noch erinnern kannst, was du zu Hause erzählt hast.

IMd. Ja, ich habe das immer, jetzt nicht beiden ... Ich habe es immer dem erzählt, den ich so am ehesten gesehen habe, damit ich das nicht vergesse und das war meistens meiner Mama und der habe ich dann immer erzählt, so jetzt nicht ganz genau, was wir machen, sondern eher grob. Also, kommt drauf an, bei welchem Experiment. Wenn wir jetzt so was Kompliziertes, schon wie bei Thymian oder Isländisch Moos gemacht haben, dann habe ich das schon mehr erzählt, aber jetzt so bei der Gurke habe ich einfach so grob ... Zum Beispiel bei der Gurke habe ich erzählt: Heute haben wir wieder ein Experiment gemacht und da haben wir herausgefunden, wie man die Nase freimacht. Und dann habe ich erzählt: Wir haben Gurken genommen und haben das mit Salz bestreut, haben es dann aufgespießt und über eine Schale gelegt und wir sollten dann immer beobachten, was passiert. Und dann habe ich noch ein bisschen erklärt, wie das passiert, also, dass das Salz die Wasserteilchen anzieht, um das auszugleichen und dass das Salz die Wassereinlagerungen rauszieht.

I. Und kannst du dich noch daran erinnern, wie deine Mutter darauf reagiert hat, also kannte sie das immer alles, oder war auch was Neues für sie dabei?

IMd. Es war auch schon viel Neues und sie hat auch manchmal Fragen gestellt, wie ich das fand, oder ob das interessant war. Mein Papa glaube ich kannte sich da etwas mehr aus, weil meine Mama fand das auch interessant, aber ich glaub, mein Papa wusste mehr davon Bescheid. Weil meine Eltern sind ja beide Ärzte und sie wussten schon so grob Bescheid, aber trotzdem hat Mama das überrascht, wie einfach man das selber machen kann. Also, wie man das wirklich experimentieren kann.

I. Ok, ja das klingt schön. Hast du denn schon mal selber zu Hause, wenn du krank warst, von deiner Mutter oder von deinem Vater auch schon mal eine Medizin bekommen, wo Heilpflanzen drin waren, also Tee, Nasenspray, Bonbon oder so?

IMd. Hm [zustimmend] Ja, also wir hatten immer, wenn ich jetzt Bauchschmerzen habe, hatten wir immer so Körnerkissen oder so ein Tuch und dann haben wir da ... Boah, irgendeine Pflanze reingemacht. [überlegt] Ich weiß nicht mehr, wie die heißt. [I. [leise] Ist nicht schlimm.] Auf jeden Fall waren auch so Körner und vor allem haben wir auch immer Salben benutzt, die wir entweder selbst gemacht haben oder in der Apotheke gekauft haben. Ich hatte mal eine Entzündung am Ohr und da haben wir eine Salbe benutzt=da haben wir so eine Kräutersalbe benutzt und wenn man zum Beispiel sein Handgelenk geprellt hat, haben wir so eine kühle Salbe genommen. Ich weiß nicht, ob da Kräuter drin waren, aber ich glaube, da waren so auch Kräuter drin.

I. Ok, also schon so ein bisschen was hast du selber am eigenen Körper schon mal gespürt. [IMd. Ja.] Ok. Gibt es denn noch irgendeine Heilpflanze, von der du schon mal gehört hast, wo du dir wünschen würdest, da würde ich gerne mal ein Experiment zu machen, da würde ich gerne mal wissen, wie die überhaupt wirkt?

IMd. Hm [überlegt] Lavendel, weil ich war schon mal ein paar Mal in Frankreich und da gibt es ja so viele Lavendelfelder. Also, Lavendel. Hm [überlegt] Rosmarin. Und ... Hm [überlegt] Currykraut.

I. Also, alles Dinge, die einen Geruch haben [lacht].

IMd. Hm [überlegt] Nicht so unbe... Also, es gibt auch zum Beispiel ... [überlegt] Also ja, schon. Weil manchmal beruhigt einen ja schon allein der **Geruch**.

I. Ja, gerade bei Lavendel.

IMd. Genau, deswegen.

I. Ja, klingt interessant auf jeden Fall. Haben wir jetzt ganz zum Abschluss noch irgendwas vergessen, was du gerne noch ansprechen möchtest, worüber wir jetzt noch nicht gesprochen haben.

IMd. Das mit dem Apfel. Ich würde gerne mal wissen, was ihr da ... meine Freundinnen haben mir das irgendwie nicht so erzählt, also, was ihr da gemacht habt oder für was das eigentlich war.

I. Ich habe an die Klasse=an die Gruppen Apfelstücke verteilt und die Klasse sollte grünen Tee kochen. Also, sie haben Thermoskannen mit heißem Wasser bekommen und grünen Tee in Beuteln und dann haben die einen grünen Tee aufgegossen und dann musste man den grünen Tee mit einer Pipette auf ein Apfelstück drauf träufeln und das andere Apfelstück blieb unbehandelt. Und dann konnte man mit der Zeit beobachten, dass der Apfel, wo nichts drauf war, der wurde irgendwann so braun. Hast du vielleicht auch schon mal, wenn deine Mutter dir geschnittenen Apfel mit in die Schule gibt, der ist irgendwann so ein bisschen bräunlich. [IMd.

Ja.] Genau, aber der Apfel mit dem Tee, der wurde nicht braun, oder nicht so doll braun und jetzt ging es darum, warum ist das denn so?

IMd. Und gegen was hat das geholfen?

I. Im grünen Tee sind nämlich sogenannte Antioxidantien drin. Ich weiß nicht, ob du das schon mal gehört hast. [IMd. Ja.] Das sind Teilchen, die können mit dem Sauerstoff in der Luft reagieren, weil der Apfel, der braun wird, reagiert mit dem Sauerstoff in der Luft und deswegen wird er braun. Und diese Antioxidantien, die können auch mit dem Sauerstoff in der Luft reagieren und dann wird der Apfel dadurch geschützt. [IMd. Ah.] Und jeder Mensch sollte in seiner Ernährung vor allem Gemüse und Obst essen, wo Antioxidantien enthalten sind, oder eben Tee trinken, weil auch im Körper können Reaktionen passieren mit Sauerstoff, also nicht mit dem Sauerstoff den wir einatmen, sondern der befindet sich auch im Körper und wenn wir dann die Antioxidantien aufnehmen, dann reagieren die mit diesem Sauerstoff, weil das Problem ist, wenn wir zu wenig Antioxidantien aufnehmen, kann es sein, dass wir im Alter verschiedene Krankheiten bekommen können. Und das wollten wir dann mit diesem Tee zeigen, weil wir ja nicht in uns reingucken können.

IMd. Ja.

I. Genau, das haben wir mit dem Tee gemacht.

IMd. Ok.

6.2.5 Transkriptionsbeispiel von videographischem Material aus der ersten empirischen Erhebung

Tab. 14: Auszug aus dem Videotranskript der Unterrichtsstunde zum Thema "Die Funktionsweise von Wadenwickeln" vom 04.06.2019 (S = Schüler/in, L = Lehrperson).

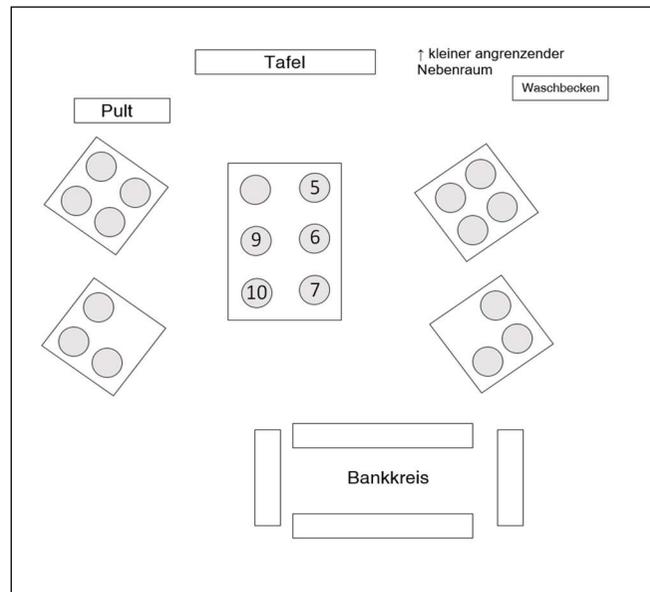
Zeit [min]	Inhaltliche Segmentierung	Beobachtungen
07:22 - 13:49	Das Experiment – Durchführung Teil 1	<p>S 5 und S 6 arbeiten zusammen. S 7, 9 und 10 bilden eine Dreiergruppe.</p> <p>07:22 min: Es werden die Experimentierkisten, Wasserschüsseln sowie die Thermoskannen verteilt.</p> <p>07:42 min: Die fünf SuS erhalten ihre Experimentierkisten und direkt werden die Materialien aus dieser herausgeholt. Lediglich S 9 (als sehr zurückhaltender und stiller Schüler; sprachliche Hürde) schaut nur zu (S 7 und 10 beziehen ihn auch nicht mit ein.). Zunächst schauen sie sich die Thermometer genauer an. Es entstehen keine Probleme im Umgang mit den Thermometern.</p> <p>08:30 min: Die beiden Gruppen beginnen den Versuch aufzubauen: Sie stellen die beiden Konservendosen auf die Unterlage und positionieren die Thermometer. Zwischendurch lesen die beiden Gruppen immer mal wieder in der Durchführung, um zu kontrollieren, welcher Schritt als nächstes kommt. Beide Gruppen können den Versuch selbstständig aufbauen.</p> <p>09:20 min: Die Dreiergruppe hat ihren Versuch fertig aufgebaut und es soll nun das Wasser in die Konservendosen eingefüllt werden. S 9 meldet sich das erste Mal zu Wort, dass er das gerne tun würde. S 7 gibt ihm die Thermoskanne und bietet S 9 an, im nächsten Schritt den Timer zu bedienen. S 10 nimmt S 9 die Thermoskanne wieder weg und gibt ihm die Stoppuhr. Bevor das Wasser eingefüllt wird, fällt S 7 und 10 auf, dass sie zunächst die Küchenpapiere vorbereiten müssen. Währenddessen bei der Zweiergruppe: Sie sind etwas langsamer im Aufbau; schauen immer mal wieder zu der Dreiergruppe. Aber auch sie können den Versuch korrekt aufbauen.</p> <p>09:44 min: S 7 und 10 erheben sich von ihren Stühlen, um weiter zu experimentieren (nächster Schritt: Küchenpapier auswringen). S 9 schaut weiter sitzend zu. S 5 und 6 beobachten die beiden und tun es ihnen gleich.</p> <p>11:14 min: Da von mehrere SuS die Frage kam, wieviel Wasser in die Konservendosen eingefüllt werden soll, geht L herum und gibt die entsprechende Angabe.</p> <p>12:05 min: Die Dreiergruppe startet ihren Versuch; die Anfangstemperaturen werden notiert; die Stoppuhr wird gestartet.</p> <p>12:49 min: S 7 und S 10 sind über die beiden Thermometer gebeugt, halten Blickkontakt zu der Thermometeranzeige und vergleichen den Temperaturverlauf in den beiden Konservendosen. Ihnen fällt auf, dass die Temperatur mit dem nassen Küchenpapier schneller sinkt, als die Temperatur in der Dose ohne Küchenpapier. Sie machen sich währenddessen auch schon Gedanken über die Hintergründe zum Versuch: S 10: "Das ist ja auch das Ziel, dass die Temperatur runtergeht."</p>

6 Anhang

Zeit [min]	Inhaltliche Segmentierung	Beobachtungen
13:50 - 19:40	Das Experiment – Durchführung Teil 2	<p>13:50 min: Auch die Zweiergruppe startet ihren Versuch. S 5 notiert sich direkt die Anfangstemperaturwerte in den beiden Dosen.</p> <p>14:00 min: L fragt S 9 (der bisher nicht wirklich in das Experimentieren involviert war), ob er alles gut sehen könne, oder ob er aufstehen möchte. S 9 bleibt sitzen. S 7 hält daraufhin die Thermometer hoch und zeigt S 9 den aktuellen Wert.</p> <p>14:32 min: S 6 reißt seine Augen auf und drückt sein Erstaunen über den gemessenen Anfangswert aus. Er zeigt seinem Gruppenpartner S 5 die Temperaturanzeige.</p> <p>14:40 min: S 7 und S 10 überlegen, wieviel die beiden Temperaturanzeigen wohl noch sinken werden.</p> <p>15:05 min: Die drei Minuten sind bei der Dreiergruppe vorbei und sie notieren sich die Endwerte (Temperatur beim nassen Küchenpapier geringer, als ohne Küchenpapier).</p> <p>15:54 min: S 7 fragt, ob sie die Temperatur noch weiter verfolgen können nach Ablauf der Zeit. L verneint die Frage, da sie ja auch noch Aufräumen müssten. S 7 ist sichtlich enttäuscht. Währenddessen verfolgt S 6 intensiv und fokussiert die Temperaturanzeige auf dem Digitalthermometer. Die Dreiergruppe beginnt mit dem Aufräumen.</p> <p>16:30 min: Auch die Zweiergruppe ist mit dem Versuch fertig und notiert sich die Endwerte.</p> <p>17:05 min: S 10 möchte sich gerne die Temperaturwerte von der Zweiergruppe anschauen und bemerkt, dass der Metallfühler von dem Thermometer nicht richtig in das Wasser eintaucht und deswegen die Temperatur nicht korrekt gemessen werden kann. S 10 korrigiert dies und die Zweiergruppe schreibt sich den entsprechend neu gemessenen Wert auf. Leider sprechen sie die gemessenen Werte nicht laut aus. L schaut auf das Blatt und kommentiert das Ergebnis ebenfalls nicht.</p> <p>17:34 min: S 7 und S 10 notieren sich erste Vermutungen zur Deutung. Sie kommunizieren nicht über ihre Vermutungen. S 9 fragt zwischendurch, was er bei den Vermutungen schreiben soll. S 7 und S 10 sprechen jedoch gar nicht so richtig mit ihm. Währenddessen beginnt die Zweiergruppe aufzuräumen.</p>

6 Anhang

Um den Inhalt des Videotranskripts nachvollziehen zu können, wird im Folgenden der Sitzplan mit den entsprechenden Nummerierungen der gefilmten Schüler*innen aufgeführt.



6.3 Analyseeinheiten und Kategorien

6.3.1 Kategorieschema: Teilnehmende Beobachtung

Analyseeinheit	Kategorie	Unterkategorie
Unterrichtsetting	<i>Lernumgebung</i>	Atmosphäre
		Leistungsstand
		Differenzierung
		Unruhe
	<i>Stundenverlauf</i>	Abweichung vom Stundenverlauf
		Zeit
Experimentiersetting	<i>Erfolgreiches Experimentieren</i>	Umgang mit Labormaterial
		Verständliche Durchführung
		Strukturiertes Experimentieren
		Reproduzierbar
		Hürden im Handling
	<i>Kontext</i>	Unterrichtseinstieg
		Lebensweltbezug
	<i>Beobachten</i>	Beobachtung
Keine unangenehme Beobachtung		
Zugewandtheit	<i>Sinnliche Wahrnehmung</i>	Intensiver Blickkontakt
		Haptische Wahrnehmung
		Olfaktorische Wahrnehmung
	<i>Unterricht verfolgen</i>	Zugewandte Körperhaltung
		Zuhören
		Gender-Unterschiede
Affektive Aspekte	<i>Erwartung</i>	Vorfriede auf die Heilpflanzen-Experimente
	<i>Handeln</i>	Aufgehen wollen im ‚Tun‘
		Experimentieren wollen
		Etwas gut machen wollen
		Kontrolle
	<i>"Dabei sein"</i>	„Bei der Sache sein“
		Versunken im Gespräch
Kognitive Aspekte – Erklärung zum Experiment	<i>Vermutung formulieren</i>	Richtig vermutet
		Falsch vermutet
	<i>Deutung</i>	Mühevoller Übergang vom <i>Tun</i> zum <i>Denken</i>
		Verständliche Versuchsdeutung
		Schwierige Deutung
		Fachbegriffe
		Abbildungen beschreiben
		Gelungener Transfer – Vom Versuch zum Alltagsphänomen
	<i>Arbeitsmaterial</i>	Angemessenes Arbeitsmaterial
		Probleme mit dem Arbeitsmaterial
		Unsicherheit
Sonstiges		Erinnerungsfähigkeit

Beispiel für einen Kodierungsvorgang:

Im Folgenden wird exemplarisch an einzelnen Auszügen eines Erlebnisprotokolls gezeigt, wie die Textstellen (Ankerbeispiele) den entsprechenden Kategorien zugeordnet werden. Für eine bessere Orientierung sind auf der rechten Seite die jeweiligen Unterrichtsphasen (mit Zeilenangabe) aufgeführt.

(Erlebnisprotokoll der dritten Erhebung: „Das Grüne Pflaster für unterwegs“ (s. Kap. 6.1))

Unterkategorie	Ankerbeispiel	Unterrichtsphase (Zeilenangabe)
Zugewandte Körperhaltung	„Die SuS begegneten mir mit einer großen Zugewandtheit: Die Oberkörper [...] waren nach vorn gerichtet.“	Unterrichtseinstieg (Zeile 41 – 46)
Intensiver Blickkontakt	„Die SuS hielten alle ausnahmslos den Blickkontakt zu mir nach vorne und verfolgten die Geschichte sehr aufmerksam.“	
Zuhören	„Bei einigen SuS waren die Augen und auch die Münder weit geöffnet, was mir signalisierte, dass sie konzentriert ‚bei der Sache‘ waren und aufmerksam zuhörten.“	
Haptische Wahrnehmung	„Die SuS, die den Tee umrührten, hielten das Becherglas mit der anderen Hand fest [...].“	Experimentierphase (Durchführung) (Zeile 144 – 148)
Intensiver Blickkontakt	„[...] und hielten einen fokussierten Blickkontakt.“	
Zugewandte Körperhaltung	„Der andere Schüler aus der Zweiergruppe hatte sich herübergelehnt [...].“	
Intensiver Blickkontakt	„[...] und verfolgte das Umrühren sehr genau.“	
Intensiver Blickkontakt	„Einige SuS neigten den Kopf zur Seite, um den Tee von allen Seiten betrachten zu können.“	
Intensiver Blickkontakt	„Die SuS stellten die Petrischale auf der grünen Unterlage ab und gingen mit ihren Gesichtern ganz nah an diese heran. Manche legten auch hier den Kopf wieder schief, um aufgrund der Spiegelung des Lichtes im Deckel, das Experimentierergebnis besser sehen zu können.“	Experimentierphase (Beobachtung) (Zeile 175 – 187)
Beobachtung	„Beim Umhergehen hörte ich viele Aussprüche, wie: ‚Bei uns sind kleine Blasen.‘, ‚Bei uns ist die Farbe irgendwie anders geworden, so ein bisschen grüner.‘ oder ‚Guck mal, da sind so kleine weiße Dinger. Die sehen aus wie Fäden.‘“	
Haptische Wahrnehmung	„Einige SuS nahmen die Petrischale immer wieder in die Hand und schwenkten diese nochmal leicht. Sie zeigten auch mit dem Finger auf die kleinen weißen fadenförmigen Flocken.“	
Versunken im Gespräch	„Bei der Dreiergruppe war sehr schön zu sehen, wie sie alle die Köpfe über der Petrischale zusammensteckten und im Gespräch überlegten, [...].“	
Etwas gut machen wollen	„[...] ob ihre Beobachtung denn nun richtig sei.“	
Kontrolle	„Um sich zu vergewissern, wanderte auch der ein oder andere Blick zur Petrischale der Nachbargruppe.“	

6.3.2 Kategorieschema: Post-Interview

Analyseeinheit	Kategorie
Subjektive Bewertung der Heilpflanzen-Experimente	Lieblingsexperiment
	Zweitliebstes Experiment
	Ein Experiment, welches nicht gefallen hat.
	Positive Bewertung aller Experimente
	Lust auf weitere Heilpflanzen-Experimente
	Neugierde
	Erinnerungen an die Experimente
	Nachfragen
	Einschätzung Experimentierreihe
Gründe für die subjektive Bewertung der Heilpflanzen-Experimente	Grund für das Lieblingsexperiment
	Warum gefällt ein Experiment nicht?
Versuchsdurchführung	Erinnerungsfähigkeit Durchführung ohne Hilfestellung
	Erinnerungsfähigkeit Durchführung mit Hilfestellung
	Keine Erinnerungsfähigkeit Durchführung
Versuchsbeobachtung	Erinnerungsfähigkeit Beobachtung ohne Hilfestellung
	Erinnerungsfähigkeit Beobachtung mit Hilfestellung
Versuchsdeutung	Kern der Versuchsdeutung
	Probleme mit den Fachbegriffen
	Erfolgreicher Transfer: Vom Modellexperiment zum Alltagsphänomen
	Erinnerungsfähigkeit Deutung mit Hilfestellung
	Geringe Erinnerungsfähigkeit Deutung
Verwendung von Heilpflanzen im Alltag	Positive Fernwirkung
	Heilpflanzen-Experte
	Keine Fernwirkung
	Erfahrungen mit Heilpflanzen
	Keine Erfahrungen mit Heilpflanzen

6.3.3 Kategorieschema: Follow Up-Interview

Analyseeinheit	Kategorie
Erinnerungsfähigkeit an die Experimente	Erinnerungsfähigkeit an die Experimentiereinheiten
	Erinnerungsfähigkeit an alle durchgeführten Experimente
	Erinnerungsfähigkeit Durchführung ohne Hilfestellung
	Erinnerungsfähigkeit Beobachtung ohne Hilfestellung
	Erinnerungsfähigkeit Durchführung mit Hilfestellung
	Erinnerungsfähigkeit Beobachtung mit Hilfestellung
	Erinnerungsfähigkeit Deutung mit Hilfestellung
	Erfolgreicher Transfer: Vom Modellexperiment zum Alltagsphänomen
	Erfolgreicher Transfer: Vom Modellexperiment zum Alltagsphänomen – mit Hilfestellung
	Sehr geringe Erinnerungsfähigkeit Deutung
	Erinnerungsfähigkeit Deutung ohne Hilfestellung
Subjektive Bewertung der Experimentiereinheiten	Einschätzung Experimentierreihe
	Grund für die Einschätzung zur Experimentierreihe
	Lieblingsexperiment
	Grund für das Lieblingsexperiment
	Keine Nennung von Gründen für das Lieblingsexperiment
	Zweitliebstes Experiment
	Positive Bewertung aller Experimente
	Ein Experiment, welches nicht gefallen hat.
	Warum gefällt ein Experiment nicht?
	Lust auf weitere Heilpflanzen-Experimente
	Neugierde
	Lust auf Experimente im Allgemeinen
	Negative Bewertung
Heilpflanzen im Alltag	Erfahrungen mit Heilpflanzen
	Zu Hause berichten
	Zu Hause berichten – ohne Details
	Keine weiteren Informationen über Heilpflanzen
	Weitere Informationen über Heilpflanzen

6.3.4 Kategorieschema: Videographie

Analyseeinheit	Kategorie
Zugewandtheit	Blickkontakt
	Intensiver Blickkontakt
	Zugewandte Körperhaltung
	Aktive Körperhaltung
	Haptische Wahrnehmung
	Olfaktorische Wahrnehmung
	Akustische Wahrnehmung
Experimentiersetting	Lebensweltbezug
	Kenntnis über Labormaterial
	Verständliche Durchführung
	Hinweise zur Durchführung
	Reproduzierbar
	Nicht Reproduzierbar
	Unangenehme Beobachtung
	Sicherheit
Affektive Aspekte	Freude
	Erstaunen
	Aufmerksames Zuhören
	Konzentriertes Arbeiten
	Desinteresse
	Interesse
	Ablehnung
	Ablenkung
	Langeweile
	Ungeduld
	Neutrale Reaktion
	Experimentieren wollen
Vorfreude auf die Heilpflanzen-Experimente	
Kognitive Aspekte – Erklärung zum Experiment	Richtig vermutet
	Mühevoller Übergang vom <i>Tun</i> zum <i>Denken</i>
	Verständliche Versuchsdeutung
	Schwierigkeiten bei der Deutung
	Gelungener Transfer vom Modellexperiment zum Alltagsphänomen
	Angemessenes Arbeitsmaterial
Sonstiges	Pubertäres Verhalten
	Erinnerungsfähigkeit
	Absicherung

6.4 Wissenstests

6.4.1 Post-Wissenstest der zweiten empirischen Erhebung

Was weißt du über Heilpflanzen? Teil 1



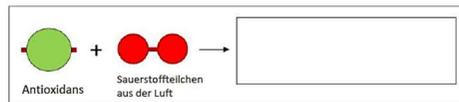
Σ / 45

Bitte merke dir das folgende Tier:

Aufgabe 1:

(/ 4)

Ein frisch aufgeschnittener Apfel verfärbt sich braun. Der Apfel reagiert mit dem Sauerstoff aus der Luft. Wie schützen Antioxidantien (z.B. aus grünem Tee) den Apfel vor der braunen Färbung? Vervollständige die Zeichnung.



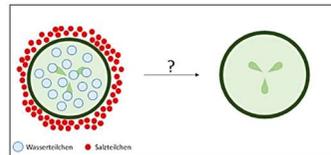
Tipp:



Aufgabe 2:

(/ 8)

a) Erinnere dich an den Versuch zum Salz-Nasenspray. Warum tropft die eingesalzene Gurke? Zeichne in die Abbildung die Wasserteilchen (blaue Kreise) und Salzteilchen (rote Kreise) ein. (/ 4)



b) Wie wirkt das Salz-Nasenspray gegen Schnupfen? Setze die fehlenden Wörter in den Lückentext ein. (/ 4)

Einzusetzende Wörter: Salz, schwillt, ab, entzogen

Bei einem Schnupfen _____ das Innere der Nase an. Ein Salz-Nasenspray enthält mehr _____ als der menschliche Körper. Aus der Nase wird deshalb Wasser _____. Das Innere der Nase schwillt _____.

1

Was weißt du über Heilpflanzen? Teil 1



Aufgabe 3:

(/ 7)

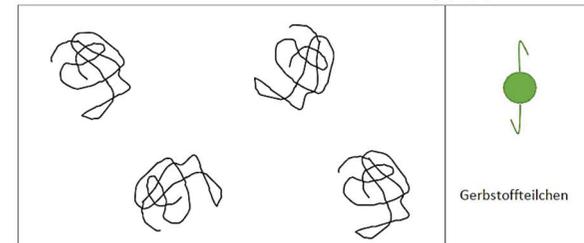
Lena stolpert über einen Stein. Sie fällt hin. Das Knie blutet leicht. Ein Pflaster hat Lena nicht dabei.

a) Erinnere dich an den Versuch mit dem Eiklar. Mit welcher Heilpflanze kann Lena sich helfen? (/ 2)

Tipp:



b) In der folgenden Abbildung sind vier Eiweißteilchen gezeichnet. Was passiert nach Zugabe von Gerbstoffteilchen? Male drei Gerbstoffteilchen in die Zeichnung. (/ 2)



c) Wie wirkt die Heilpflanze bei einer kleinen Wunde? Verbinde die jeweils passenden Satzteile. (/ 3)

Die Gerbstoffe in der Heilpflanze verbinden sich mit ...	... Gerbstoffteilchen und Hauteiweißen.
Es entsteht ein Netz aus ...	... Schutzschicht über der Wunde.
Dieses Netz wirkt wie eine ...	... den Eiweißen auf der Haut.

2

Was weißt du über Heilpflanzen? Teil 1



Aufgabe 4:

(/ 4)

Rechts kannst du den Versuchsaufbau zur Gewinnung des Duftes aus Thymian sehen. Wie verläuft der Versuch? Bringe die einzelnen Abschnitte in die richtige Reihenfolge, indem du die passenden Zahlen in die Kästchen schreibst.



Das Wasser tropft in die kleine Schale. Das aufgefangene Wasser riecht nach Thymian.	Der heiße Wasserdampf trifft mit den Duftteilchen auf die kalte Frischhaltefolie. Der Wasserdampf kondensiert zu flüssigem Wasser.
Das heiße Wasser verdunstet. Wasserdampf steigt auf. Die Wasserteilchen nehmen die Duftteilchen aus dem Thymian mit.	Das flüssige Wasser läuft aufgrund des Steins in die Mitte der Frischhaltefolie.

Tipp:



Was weißt du über Heilpflanzen? Teil 1



Aufgabe 5:

(/ 13)

Paula hat seit einigen Tagen Halsschmerzen. Gerne würde sie Bonbons aus Heilpflanzen kaufen. Nur welche?

Tipp:

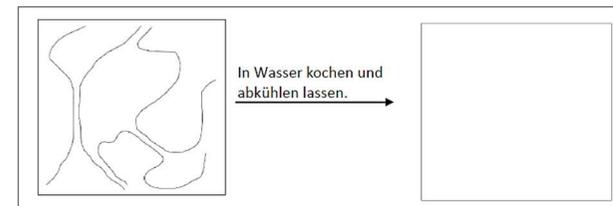


a) Welche Heilpflanze würdest du Paula empfehlen? (/ 2)

b) Die linke Abbildung zeigt die Schleimteilchen in der Heilpflanze. Sie wird in Wasser gekocht und ausgepresst. Beim Abkühlen bildet sich ein Schleim. Was passiert mit den Schleimteilchen? Wo lagern sich die Wasserteilchen ein? Vervollständige die Zeichnung.

(/ 4)

Tipp: Wasserteilchen



c) Wie hilft die Heilpflanze gegen Halsschmerzen? Setze die fehlenden Wörter in den Lückentext ein. (/ 7)

Einzusetzende Wörter: Halsschmerzen, Lücken, schützend, Schleim, Wasserteilchen, Schleimteilchen, aneinander.

Werden die _____ in Wasser gekocht und abgekühlt, entsteht ein _____. Dazu hängen sich die Schleimteilchen _____. In die entstehenden _____ können sich die _____ einlagern. Der Schleim legt sich _____ über den Hals und hilft so gegen _____.

Was weißt du über Heilpflanzen? Teil 1



Aufgabe 6:

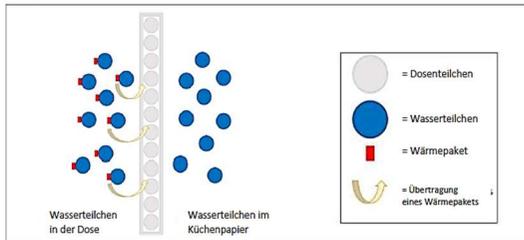
(/ 9)

Tom ist krank. Seine Mutter hat 38 Grad Fieber gemessen. Sie versucht mit einem Wadenwickel das Fieber zu senken.

a) Was stellen die einzelnen Bestandteile des Experimentes dar? Verbinde die zusammengehörigen Bildpaare. (/ 3)



b) erinnere dich an den Versuchsaufbau. Warum kühlt das Wasser in der Dose mit nassem Küchenpapier schneller ab, als das Wasser in der Dose ohne Küchenpapier? Erkläre dazu in deinen eigenen Worten die Abbildung. (/ 6)



Vielen Dank! ☺

6.4.2 Follow Up-Wissenstest der zweiten empirischen Erhebung

Was weißt du über Heilpflanzen? Teil 2



Σ / 33

Folgendes Tier habe ich mir gemerkt:

Aufgabe 1:

(/ 2)

In grünem Tee sind Antioxidantien enthalten. Diese können die Braunfärbung von Apfelstücken verhindern.

a) Warum verfärbt sich ein frisch aufgeschnittener Apfel braun? Kreuze die richtige Antwort an. (/ 1)

- | | |
|--|--|
| <input type="radio"/> Die braune Farbe ist im Apfel enthalten. | <input type="radio"/> Das Messer verfärbt den Apfel braun. |
| <input type="radio"/> Der Apfel reagiert mit Sauerstoff. | <input type="radio"/> Der Apfel reagiert mit Stickstoff. |

b) Wie schützen Antioxidantien den Apfel vor der braunen Färbung? Kreuze die richtige Antwort an. (/ 1)

- Antioxidantien reagieren selbst mit dem Sauerstoff in der Luft.
- Antioxidantien können die braune Farbe aufspalten.
- Antioxidantien reagieren mit dem Stickstoff in der Luft.

1

Was weißt du über Heilpflanzen? Teil 2

**Aufgabe 2:**

(/ 4)

a) Mit welcher Heilpflanze können kleine Wunden behandelt werden? Kreuze die richtige Antwort an. (/ 1)

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="radio"/> Isländisch Moos | <input type="radio"/> Spitzwegerich |
| <input type="radio"/> Thymian | <input type="radio"/> Pfefferminze |

b) In der Heilpflanze sind Gerbstoffteilchen enthalten.



(/ 3)

Wie wirkt die Heilpflanze bei einer kleinen Wunde? Kreuze die richtige Antwort an.

- Die Gerbstoffteilchen verbinden sich mit den Blutkörperchen, sodass das Blut verklumpt und die Wunde verschlossen wird.
- Die Gerbstoffteilchen verbinden sich mit den Hauteiweißen und bilden eine Schutzschicht über der Wunde.
- Mehrere Gerbstoffteilchen verbinden sich untereinander und legen sich als Schutzschicht über die Wunde.

2

Was weißt du über Heilpflanzen? Teil 2



Aufgabe 3:

(/ 10)

Für eine Handcreme möchtest du den Duft aus Thymian gewinnen. Wie sieht der dazu passende Versuchsaufbau aus? Zeichne den Aufbau zum Versuch zur Gewinnung von Duft aus Pflanzen. Die dafür benötigten Materialien findest du im folgenden Kasten.

Folgende Materialien werden benötigt:



große Schale kleine Schale Stein Thymian Frischhaltefolie

Es wird kochendes Wasser benötigt.

3

Was weißt du über Heilpflanzen? Teil 2



Aufgabe 4:

(/ 17)

„Hatschi!“, Karl hat es erwischt: Er leidet an einer dicken Erkältung. Im Sachunterricht hat er verschiedene Heilpflanzen und andere Methoden kennengelernt, die bei einer Erkältung helfen. Setze die fehlenden Wörter in den Lückentext ein.

Einzusetzende Wörter:

Schleimteilchen	Dosenteilchen	Salzgehalt
Bonbons	Wadenwickel	Gurke
Hals	Körpertemperatur	Wasser
Fäden	Wärmerucksack	Meersalz-Nasenspray
Schleim	nasses Tuch	
Isländisch Moos	Abkühlung	
	Konservendose	

Wenn du Hilfe benötigst, dann melde dich. Du bekommst von der Lehrerin ein kleines Hilfekärtchen. Dieses klebst du bitte in den Kasten.

„Wie war das nochmal?“, überlegt Karl. Bei Halsschmerzen und Husten helfen _____ aus _____. In dieser Heilpflanze ist _____ enthalten. Dieser legt sich schützend über den rauen _____. In dem Schleim sind kleine _____ enthalten, die wie _____ aussehen.

Karls Mutter hat Fieber gemessen: Das Thermometer zeigt 38 Grad an. „Da kann ein _____ helfen.“, schlägt Karl vor. Karls Mutter wickelt ein _____ um Karls Waden. Karl erinnert sich an den Versuch mit den _____. Die Wasserteilchen in der Konservendose tragen einen _____. Die Wasserteilchen stoßen an die _____ und übertragen das Wärmepaket. Dieser wird wiederum an die Wasserteilchen im nassen Küchenpapier übertragen. Dadurch kommt es zu einer _____ des Wassers in der Dose. Genauso wird die _____ von Karl gesenkt.

Auch Karls Nase sitzt zu. Um wieder frei durchatmen zu können, verwendet er ein _____. Dieses besitzt einen höheren _____ als der menschliche Körper. Aus der Nase wird deshalb das _____ entzogen. Das Innere der Nase schwillt ab. Bevor Karl einschläft, fällt ihm ein, dass er im Unterricht die Wirkung von Meersalz-Nasenspray mit einer _____ untersucht hat

Vielen Dank! 😊

4

6.4.3 Schüler*innenbezogene Ergebnisse der zweiten und dritten Erhebung

Hinweis: Die Ergebnisse der Post- und Follow Up-Wissenstests der ersten Erhebung wurden exemplarisch im Fließtext detailliert beschrieben und erläutert (s. Kap. 4.2.2 und 4.3). Die Ergebnisse der zweiten und dritten Erhebung werden der Vollständigkeit halber im Folgenden aufgeführt und kurz dargestellt und erläutert.

Die Abb. 37 und Abb. 38 zeigen die schüler*innenbezogenen Ergebnisse der Post- und Follow Up-Wissenstests der zweiten und dritten Erhebung. Die Testergebnisse spiegeln jeweils in etwa den Leistungsstand der einzelnen Klassen wider. Diesbezüglich wurde die Studienleiterin im Vorfeld durch die Lehrpersonen mündlich informiert. Beim Vergleich der Ergebnisse fällt deutlich auf, dass bis auf wenige Ausnahmen, die Schüler*innen im Follow Up-Durchgang eine höhere Punktzahl erzielen konnten, als in der Post-Phase.

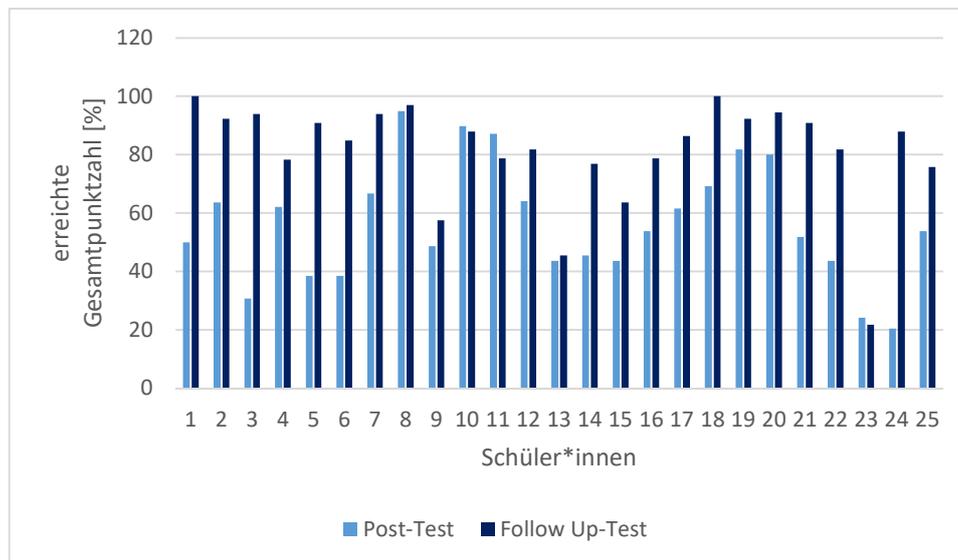


Abb. 37: Schüler*innenbezogene Ergebnisse der Post- und Follow Up-Wissenstests der zweiten empirischen Erhebung.

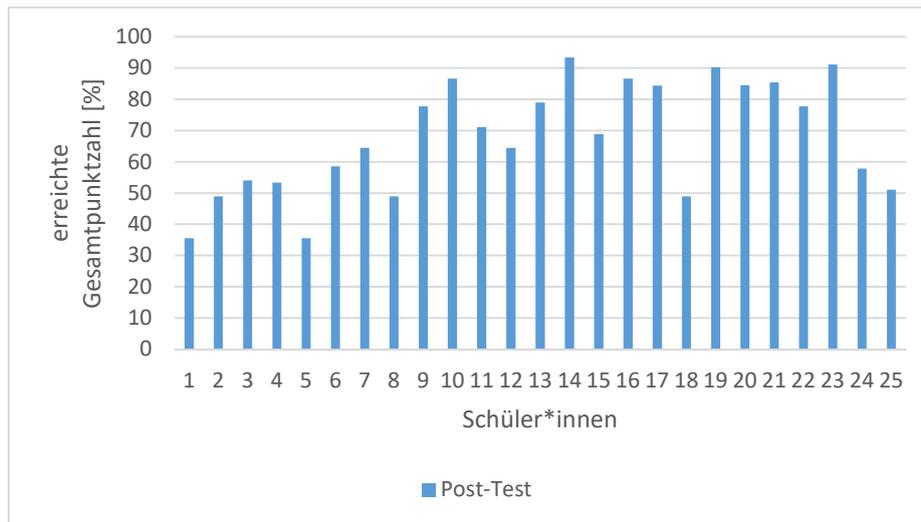


Abb. 38: Schüler*innenbezogene Ergebnisse der Post-Wissenstests der dritten empirischen Erhebung.

6.4.4 Aufgabenbezogene Ergebnisse der zweiten und dritten Erhebung

Die folgenden Abbildungen veranschaulichen die aufgabenbezogenen Ergebnisse der Post- und Follow Up-Wissenstests der zweiten und dritten Erhebung.⁹⁰

Tab. 15 und Tab. 16 zeigen die Zuordnung der einzelnen Aufgaben zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten der Post und Follow Up-Phase. Darüber hinaus sind die jeweiligen Kompetenzbereiche in römischen Ziffern vermerkt.

Tab. 15: Zuordnung der Aufgaben der Post-Wissenstests zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten unter Angabe der Kompetenzbereiche (zweite und dritte Erhebung).

Aufgaben-Nummer	Experimentiereinheit	Kompetenzbereich (Anpassungen in der zweiten Erhebung)
1	Abwarten, Tee trinken und gesund werden?	II
2	Die tropfende Gurke	II
3	Das grüne Pflaster für unterwegs	III, II
4	Den Duft aus Pflanzen gewinnen	II IV
5	Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen	III, II
6	Die Funktionsweise von Wadenwickeln	II, IV nur IV

⁹⁰ Die jeweiligen Stichprobengrößen sind in **Tab. 10** in Kap. 4.2.2 aufgeführt.

Tab. 16: Zuordnung der Aufgaben der Follow Up-Wissenstests zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten unter Angabe der Kompetenzbereiche (zweite und dritte Erhebung).

Aufgaben-Nummer	Experimentiereinheit	Kompetenzbereich
1	Abwarten, Tee trinken und gesund werden?	II
2	Das grüne Pflaster für unterwegs	II
3	Den Duft aus Pflanzen gewinnen	III
4	Mit Isländisch Moos gegen Hals-schmerzen, Die Funktionsweise von Wadenwickeln, Die tropfende Gurke	III

Aufgabenbezogene Ergebnisse der zweiten empirischen Erhebung

Die aufgabenbezogenen Testergebnisse der Post-Phase werden in Abb. 39 dargestellt.

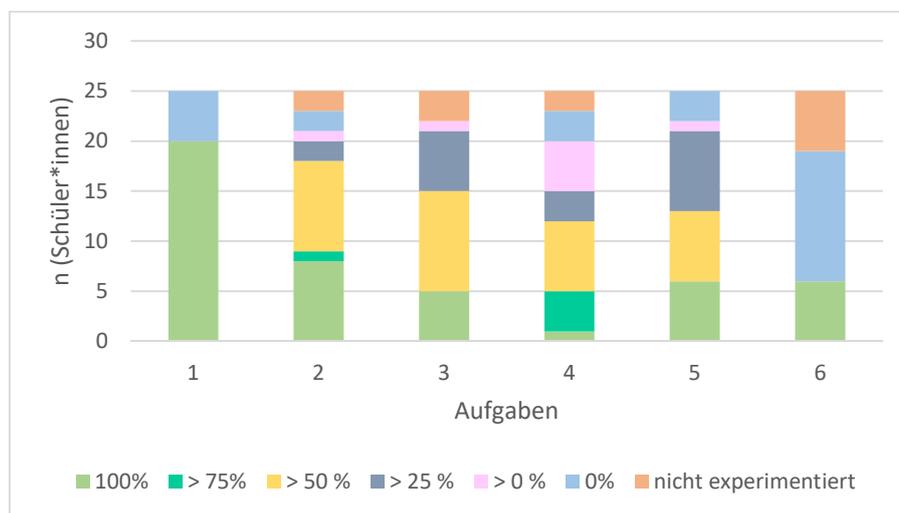


Abb. 39: Aufgabenbezogene Ergebnisse des Post-Tests der zweiten empirischen Erhebung.

Die Schüler*innen der zweiten Erhebung erzielten durchschnittlich schlechtere Post-Ergebnisse als die Schüler*innen im ersten Durchgang. Die grundsätzlichen Ergebnis-Tendenzen der sechs Experimentiereinheiten der ersten und zweiten Erhebung sind allerdings recht ähnlich. Die Erklärung für das eher schlechte Testergebnis der vierten Aufgabe (Duftgewinnung) resultiert vermutlich aus einer hohen Kompetenzstufe (IV). Die Schüler*innen mussten einzelne Aspekte der Deutung in eigenen Worten erklären. Der gleiche Zusammenhang erklärt ebenfalls das Testergebnis der sechsten Aufgabe (Wadenwickel). Auch hier mussten die Schüler*innen einen kurzen Text zur Deutung formulieren. Eine eigenständige Auseinandersetzung mit

heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten in Kombination mit naturwissenschaftlichen Fachbegriffen (z.B. Verdunsten oder Kondensieren) bedeutet für viele Schüler*innen eine große Herausforderung.

Abb. 40 zeigt die aufgabenbezogenen Testergebnisse der Follow Up-Phase. Ähnlich wie bei der ersten Erhebung (s. Kap. 4.2.2) muss das scheinbar bessere Follow Up-Ergebnis aufgrund der niedrigeren Kompetenzbereiche und der einfacheren Aufgabentypen (Multiple Choice, Lückentext, etc.) relativiert werden. Die Schüler*innen werden nicht dazu aufgefordert, eigene kurze Antworttexte zu formulieren.

Im Vergleich zur ersten Erhebung ist das Follow Up-Ergebnis wieder durchschnittlich etwas schlechter einzustufen. Die Tendenzen der Ergebnisse sind jedoch ähnlich.

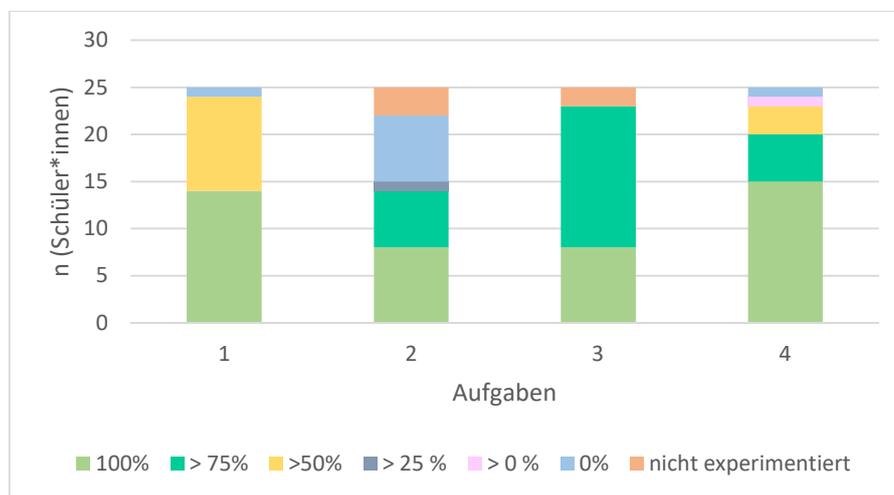


Abb. 40: Aufgabenbezogene Ergebnisse des Follow Up-Tests der zweiten empirischen Erhebung.

Aufgabenbezogene Ergebnisse der dritten empirischen Erhebung

Die aufgabenbezogenen Testergebnisse der Post-Phase werden in Abb. 41 dargestellt.

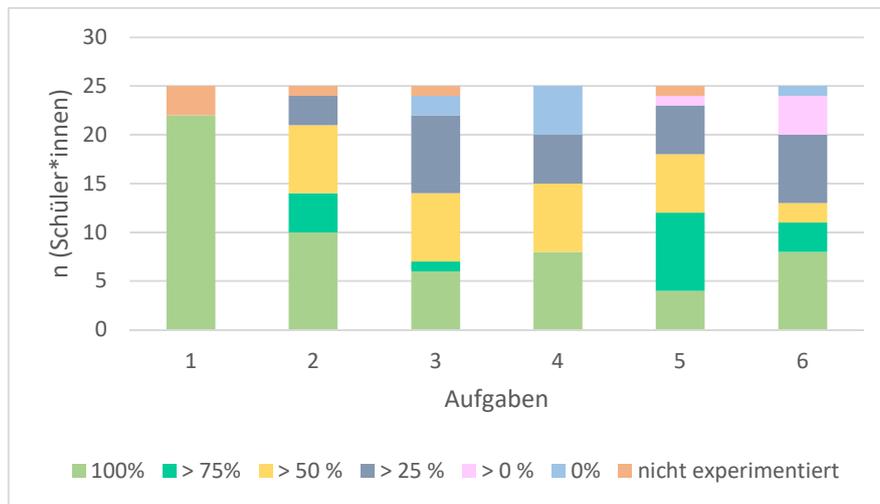


Abb. 41: Aufgabenbezogene Ergebnisse des Post-Tests der dritten empirischen Erhebung.

Die Ergebnisse sind mit einer Ausnahme mit den Post-Ergebnissen der zweiten Erhebung vergleichbar. Bei der sechsten Aufgabe (Wadenwickel), die ein weiteres Mal überarbeitet wurde, erzielten die Schüler*innen ein besseres Testergebnis. Die entsprechende Fragestellung ist den Kompetenzbereichen II und IV zuzuordnen. Zusätzlich erzielten die Schüler*innen bei der vierten Aufgabe (Duftgewinnung) im Vergleich zu den ersten beiden Erhebungen ein deutlich besseres Resultat. Genau wie in der ersten Erhebung mussten die Schüler*innen einzelne Aussagen zur Deutung in die richtige Reihenfolge bringen. Wie bereits in Kap. 4.2.2 erwähnt, wurden die Aussagen basierend auf den Testergebnissen der ersten Erhebung überarbeitet.

6.5 Darstellung der Unterrichtsmaterialien der dritten empirischen Erhebung

6.5.1 Experimentieranleitungen

Hinweis: In diesem Kapitel werden der Materialbedarf, die Durchführung sowie die Beobachtungen zu den einzelnen heilpflanzlichen Experimentiereinheiten aufgeführt. Die entsprechenden Deutungen können den Kapiteln 3.5.2.1 bis 3.5.2.6 entnommen werden.

Das grüne Pflaster für unterwegs

Materialien	Menge
getrockneter Spitzwegerich	4 gehäufte Teelöffel
Teelöffel	1
Teebeutel zum Befüllen	1
Becherglas	1
kaltes Leitungswasser	1 Glas bzw. 250 mL
Eiklar	1/2
Bechergläser zum Trennen des Eis	2
Petrischale	1
dunkle Unterlage	1
Einmalpipette	1
Plastikkanne (1 L)	1 Kanne pro Tischgruppe

Durchführung:

(1) Der Spitzwegerich-Teebeutel wird mit 200 mL kaltem Leitungswasser in einem Becherglas aufgegossen. Zwischendurch umrühren!

(2) Während der Ziehzeit wird eine Petrischale auf eine dunkle Unterlage gestellt. Das halbe Eiklar wird in die Petrischale gegeben.

(3) Anschließend werden 6 mL von dem kalten Teeauszug zu dem Eiklar pipettiert. Die Petrischale wird verschlossen. Durch leichtes Schwenken wird der Teeauszug noch besser verteilt. Danach wird die Petrischale auf den Tisch gestellt und beobachtet.

Im Vorfeld vorbereiten:

- Die benötigte Anzahl an Eiern wird von der Lehrperson in Eiklar und Eigelb getrennt. Für jede Gruppe wird ein Eiklar in ein kleines Becherglas gefüllt.
- Die Lehrperson befüllt die Teebeutel mit jeweils 4 gehäuften Teelöffeln getrocknetem Spitzwegerich.
- Für jede Tischgruppe steht eine Plastikkanne mit kaltem Wasser bereit.

Beobachtung:

Der Spitzwegerich-Tee nimmt während der Ziehzeit einen gelb-bräunlichen Farbton an.

Direkt nachdem der kalte Spitzwegerich-Tee zum Eiklar hinzugegeben wurde, fallen kleine weiße, fadenförmige Flocken aus. Teilweise sind diese auch miteinander vernetzt. Durch leichtes Schwenken kann dieser Effekt noch verstärkt werden.

Den Duft aus Pflanzen gewinnen

Materialien	Menge
große Schale mit flachem Boden (ø 140 mm)	1
kleinere (schwerere) Schale (ø 70 mm)	1
Teelöffel	1
Thermoskanne mit heißem Wasser	1 für jede Tischgruppe
Frischhaltefolie	
Gewicht (ein Stein o.Ä.)	1
Stoppuhr	1
großes Schnappdeckelgläschen mit Deckel	1
Einmalpipette	1
getrocknete Ätherisch Öl-Drogen (z.B. Thymian, Pfefferminze, Rosmarin, ...)	5 gehäufte TL → in einem kleinen Schraubgefäß
Wasser	

Durchführung:

- (1) In einer Thermoskanne steht kochendes Wasser bereit.
- (2) In eine große Schale wird die kleinere Schale gestellt.
- (3) Um die kleine Schale werden 5 gehäufte Teelöffel vom getrockneten Thymian verteilt.
- (4) Eine Kanne wird mit dem kochenden Wasser befüllt.
- (5) Der Thymian wird mit dem kochenden Wasser übergossen. Dabei darf kein Wasser in die kleine Schale geraten!
- (6) Die große Schale wird direkt mit Frischhaltefolie abgedeckt.
- (7) Auf die Frischhaltefolie wird mittig ein Gewicht gelegt.
- (8) Der Versuchsaufbau wird nun 10 Minuten beobachtet.
- (9) Nach Ablauf der Zeit wird das Gewicht von der Frischhaltefolie entfernt. Auf die Mitte der Frischhaltefolie kann vorsichtig geklopft werden.
- (10) Die Frischhaltefolie wird von der körperabgewandten Seite zuerst entfernt.⁹¹
- (11) In der kleinen Schale hat sich etwas Flüssigkeit gesammelt.⁹² Diese kann in ein Schnappdeckelglas pipettiert werden. Abschließend wird eine Geruchsprobe durchgeführt.

Beobachtung:

In der kleinen Schale sammelt sich eine klare Flüssigkeit, die einen für die jeweils verwendete Pflanze typischen Geruch besitzt.

⁹¹ Zu diesem Zeitpunkt ist das Wasser soweit abgekühlt, dass kein heißer Wasserdampf mehr aufsteigt.

⁹² Die Ausbeute an Duftwasser erscheint gering und vermag die Schüler*innen enttäuschen. Es handelt sich jedoch bei der Duftgewinnung um eine mengenmäßig typische und damit zufriedenstellende Ausbeute.

Abwarten, Tee trinken und gesund werden?

Materialien	Menge
Wasserkocher	1
Thermoskanne	1
Becherglas (200 mL)	1
Küchenpapier oder beschriftete Petrischale (Deckel: Apfel ohne Tee; Schale: Apfel mit Tee)	1
Teelöffel (zum Umrühren)	1
Pipette	1
Teebeutel mit Grüntee	2
Apfel (z.B. Golden Delicious, Royal Gala, Granny Smith)	1/2
Wasser	
Frischhaltefolie	

Durchführung:

- (1) Jede Tischgruppe bekommt eine Thermoskanne mit heißem Wasser.
- (2) In das Becherglas werden zwei Teebeutel Grüntee mit kochendem Wasser aufgegossen. Der Tee wird umgerührt. Die Ziehzeit beträgt fünf Minuten.
- (3) Die Apfelstücke werden aus der Frischhaltefolie ausgewickelt und auf das Küchenpapier oder in die jeweilige Petrischale gelegt.
- (4) Mit einer Pipette wird ein Apfelstück mit Grüntee beträufelt. Das andere Apfelstück bleibt unbehandelt.
- (5) Die beiden Apfelstücke werden beobachtet.

Beobachtung:

Der unbehandelte Apfel zeigt nach 5 – 10 Minuten an einigen Stellen eine Braunfärbung. Das andere Apfelstück zeigt dahingehend keine Veränderungen.

(Anmerkung: Erst nach einigen Stunden zeigt auch das behandelte Apfelstück die Braunfärbung.)

Die Funktionsweise von Wadenwickeln

Materialien	Menge
Konservendosen	2 etwa gleich große
Digitalthermometer	2
Thermoskanne mit 45 °C warmem Wasser	1
Küchenpapier	etwa 3 Blätter
Schüssel mit Wasser zum Befeuchten der Küchenpapiere	1
Stoppuhr	1
Wasser	

Durchführung:

- (1) Das Küchenpapier wird in der Schüssel mit Wasser befeuchtet.
- (2) Eine Konservendose wird mit dem nassen Küchenpapier umwickelt. Die andere Konservendose bleibt unverändert. In beide Konservendosen wird ein Thermometer gestellt.
- (3) Beide Konservendosen werden jeweils etwa bis zur Hälfte mit warmem Wasser gefüllt.
- (4) Es wird die Starttemperatur gemessen und die Werte in der Tabelle notiert.
- (5) Es wird die Temperatur beobachtet. Nach drei Minuten wird der gemessene Temperaturwert ebenfalls in die Tabelle eingetragen.

Beobachtung:

Die Tabelle zeigt gemessene Beispielwerte.

	Temperatur zu Beginn [°C]	Temperatur nach drei Minuten [°C]
Konservendose mit nassem Küchenpapier	42,9	35,8
Konservendose, unverändert	42,9	40

Die tropfende Gurke

Materialien	Menge
Gurkenscheiben	3
Teller	1
Kochsalz	1 kleines Döschen
Teelöffel	1
dünner Holzspieß (z.B. Schaschlikspieß)	1
Schälchen	1
Küchenpapierblätter	etwa 5 Stück
Unterlage	1

Durchführung:

- (1) Der Teller, auf dem die drei Gurkenscheiben platziert werden, wird auf eine Unterlage gestellt.
- (2) Die einzelnen Gurkenscheiben werden gut eingesalzen: dazu erst die eine Seite der Gurke mit einem Teelöffel Salz bestreuen und dann die andere.
- (3) Die eingesalzenen Gurkenscheiben werden auf den dünnen Holzspieß aufgespießt.
- (4) Der Holzspieß wird waagrecht auf eine Schale gelegt.
- (5) Abschließend bitte Hände waschen.

Beobachtung:

Schon nach kurzer Zeit kann beobachtet werden, wie die Salzsicht um die Gurkenscheibe ein etwas feuchteres Aussehen annimmt. Es bilden sich kleine Tröpfchen, die ab einer gewissen Größe von der Gurkenscheibe in das Schälchen tropfen.

Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 1 und 2

Lehrer-Versuchsteil:

Materialien	Menge
Wasserkocher	1
Messbecher	1
Löffel zum Abwiegen	1
Esslöffel	1
Waage	1
Kochtopf mit passendem Deckel	1
Heizplatte	1
Stoppuhr	1
Wasser	75 mL pro Gruppe
getrocknetes Isländisch Moos	10 g pro Gruppe
Frischhaltefolie	zum Abdecken der Glasschälchen

Schüler*innen-Versuchsteil:

Materialien	Menge
kleines feinporiges Plastiksieb	1
kleines Glasschälchen	1
Teelöffel	1
Stoppuhr	1
Holzstäbchen	1
400er-Schleifpapier	ein etwa 2 * 2 cm großes Stück
Petrischale mit Deckel	1
wasserfester Stift zum Beschriften	1

Durchführung:

Die Versuchsschritte (1) – (7) werden von der Lehrperson durchgeführt:

Am Vortag vorbereiten: (Zeitvorgabe: 15 – 20 min)

- (1) In einem Wasserkocher wird Wasser zum Kochen gebracht.
- (2) Währenddessen wird die benötigte Gesamtmenge an Isländisch Moos in einen Kochtopf eingewogen. Für jede Gruppe werden 10 g Pflanzenmaterial berücksichtigt.
- (3) Es wird die benötigte Gesamtmenge an kochendem Wasser mit Hilfe eines Messbechers abgemessen und zu dem Pflanzenmaterial in den Kochtopf gegeben. Die Mischung wird umgerührt, so dass das gesamte Pflanzenmaterial mit Wasser benetzt ist. Für jede Gruppe werden 75 mL kochendes Wasser benötigt.
- (4) Der Kochtopf wird bei geschlossenem Deckel auf eine Heizplatte gestellt und für 10 min gekocht. Zwischendurch muss immer wieder umgerührt werden.

Anmerkung: Der Regler der Heizplatte wird direkt voll aufgedreht. Nach 5 Minuten kann die Temperatur etwas heruntergestellt werden.

(5) Nach etwa 5 Minuten Kochzeit wird nochmal so viel kochendes Wasser (Wasserkocher) zum Pflanzenmaterial hinzugegeben, so dass der Boden des Kochtopfes komplett bedeckt ist. Am Ende der Kochzeit soll die Mischung eine cremige, breiige, weiche, schleimige Konsistenz besitzen (vgl. mit Rahmspinat). Nachdem das Pflanzenmaterial abgekühlt ist, kann der Topf über Nacht in den Kühlschrank gestellt werden.

Anmerkung: Vorsicht! Das Pflanzenmaterial kann anbrennen. Deswegen immer wieder gut umrühren und ggf. etwas kochendes Wasser nachgeben.

Am Versuchstag: (Zeitvorgabe: 10 – 15 min)

(6) In einem Wasserkocher wird Wasser zum Kochen gebracht. Anschließend wird so viel kochendes Wasser zu dem vorgekochten Pflanzenmaterial gegeben, dass der Boden des Topfes gut bedeckt ist. Die Mischung wird umgerührt und für 10 min auf der Heizplatte erhitzt.

Anmerkung: Auch hier gilt, dass der Regler der Heizplatte voll aufgedreht wird. Es kann ebenfalls bei Bedarf nochmal kochendes Wasser nachgegeben werden.

(7) Nach dem Ende der Kochzeit wird direkt (!) das Pflanzenmaterial an die Schüler*innen verteilt. Jede Gruppe bekommt 2 Esslöffel eingekochtes Pflanzenmaterial. Der Kochtopf bleibt dabei die gesamte Zeit über auf der eingeschalteten Heizplatte stehen. Es können auch noch einmal wenige Milliliter kochendes Wasser nachgefüllt werden. Das Pflanzenmaterial sollte die in Punkt (6) beschriebene Konsistenz behalten.

Anmerkung zum Austeilen des eingekochten Pflanzenmaterials: Die Schüler*innen holen das Pflanzenmaterial vorne am Pult ab. Dazu bringen sie das Plastiksieb mit, welches in dem kleinen Glasschälchen liegt. Die Lehrperson füllt das eingekochte Pflanzenmaterial direkt in das Sieb ab. Im Anschluss erfolgt sofort der Schüler*innen-Versuchsteil. Wenn das Pflanzenmaterial einmal abgekühlt ist, ist das „Herauspressen“ der Gallerte nicht mehr möglich.

Die Versuchsschritte (8) – (11) werden durch die Schüler*innen durchgeführt: (Zeitvorgabe: 15 min)

(8) Die Schüler*innen holen sich vorne am Pult das eingekochte Pflanzenmaterial ab. Dazu wird ein Sieb in eine kleine Glasschüssel gelegt. Das Pflanzenmaterial wird durch die Lehrperson direkt in das Sieb eingefüllt.

(9) Aus dem noch heißen Pflanzenrest wird direkt (!) mit Hilfe eines Teelöffels die restliche Flüssigkeit herausgepresst. Die Flüssigkeit wird in der kleinen Glasschale aufgefangen. Es wird so lange gepresst, bis keine Flüssigkeit mehr austritt.

(10) Die Flüssigkeit wird für 10 Minuten beobachtet. Wie verändert sich das Aussehen und die Konsistenz?

(11) Nach Beendigung der Beobachtungszeit wird mit Hilfe eines Holzstäbchens eine dünne Schicht der Flüssigkeit blasenfrei auf ein 400er-Schleifpapier aufgetragen und über Nacht in einer Petrischale im Kühlschrank getrocknet.

(12) Nach Abschluss des Experiments werden die Hände gewaschen.

Beobachtung:

Schon während die Pflanzen-Wasser-Mischung auf der Heizplatte erhitzt wird, macht sich eine leicht zähflüssige, gelartige Konsistenz bemerkbar. Durch das Pressen durch das Sieb wird die Flüssigkeit von dem eingekochten Pflanzenmaterial getrennt. Während der heiße Pflanzenauszug abkühlt, findet eine Gelierung statt. Nach etwa 10 Minuten ist eine „Isländisch Moos – Gallerte“ entstanden. Dies ist auch der Grund, weshalb sich der abgekühlte Pflanzenauszug dickflüssig und gallertartig anfühlt. Die Farbe des Gels zeigt einen dunklen gräulichen Gelbton. Der Geruch erinnert an feuchtes Gras bzw. Moos.

Das raue Schleifpapier fühlt sich nach dem Ausstreichen der Gallerte und anschließendem Trocknen nicht mehr rau, sondern glatt an.

6.5.2 Arbeitsblätter der Experimentiereinheiten

Das grüne Pflaster für unterwegs

Name: _____

Das grüne Pflaster für unterwegs



Frage: Wie kann ein Spitzwegerichblatt bei einer kleinen Wunde helfen?



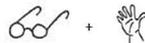
Materialien:

- Teebeutel gefüllt mit getrocknetem Spitzwegerich
- Teelöffel
- Becherglas
- Eiklar in einem kleinen Becher
- Petrischale
- dunkle Unterlage
- 1 Pipette

Außerdem wird noch Leitungswasser benötigt.



Durchführung:



- (1) Gieße 200 mL kaltes Leitungswasser in das Becherglas und gebe den Teebeutel hinzu.
- (2) Rühre den kalten Tee mehrmals um.
- (3) Stelle eine Petrischale auf die dunkle Unterlage. Schütte das Eiklar aus dem Becher in die Petrischale.
- (4) Pipettiere 6 mL von dem kalten Tee zu dem Eiklar. Lege den Deckel auf die Petrischale und schwenke sie leicht, um den Tee noch besser zu verteilen. Stelle die Petrischale auf den Tisch.



Beobachtung:

Notiere hier deine Beobachtungen.





Für die Schnellen: Stelle eine Vermutung an, wie deine Beobachtung erklärt werden könnte.



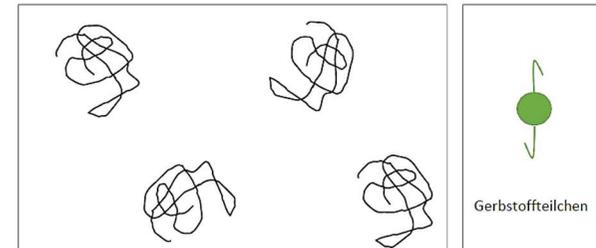
1

Name: _____



Auswertung:

Aufgabe 1: In der folgenden Abbildung sind vier Eiweißteilchen gezeichnet. Wie könnten Gerbstoffteilchen die Eiweißfäden miteinander vernetzen? Male drei Gerbstoffteilchen in die Zeichnung.



Vergleiche anschließend dein Ergebnis mit der Lösungskarte.

Aufgabe 2: Beantworte die Ausgangsfrage „Wie kann ein Spitzwegerichblatt bei einer kleinen Wunde helfen?“. Verbinde dazu die jeweils passenden Satzteile.

Die Gerbstoffe im Spitzwegerich verbinden sich mit ...	... Gerbstoffteilchen und Hauteiweißen.
Es entsteht ein Netz aus ...	... wird verhindert.
Dieses Netz wirkt wie eine ...	... den Eiweißen auf der Haut.
Das Austreten von Blut ...	... Schutzschicht über der Wunde.

2

Den Duft aus Pflanzen gewinnen

Name: _____

Den Duft aus Pflanzen gewinnen

Frage: Wie kannst du den für Thymian charakteristischen Duft aus der Thymian-Pflanze gewinnen?

- Materialien:**
- Thermoskanne mit heißem Wasser
 - 1 große Schale
 - 1 kleine Schale
 - 1 Teelöffel
 - Frischhaltefolie
 - Pipette
 - 1 Stein
 - 1 Stoppuhr
 - 1 Schnappdeckelgläschen mit Deckel
 - getrockneter Thymian

Versuchsaufbau:



Beobachtung:
Notiere hier deine Beobachtungen.

Für die Schnellen: Stelle eine Vermutung an, wie deine Beobachtung erklärt werden könnte.

Name: _____

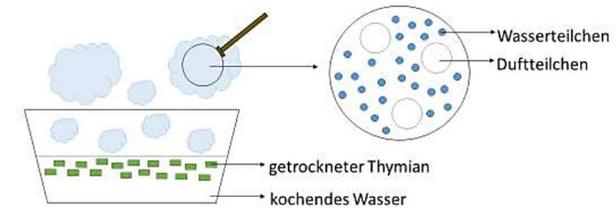
Auswertung:

Aufgabe 1:

Die Thymian-Pflanze enthält unter anderem wasserlösliche Duftteilchen, die auch für den typischen Thymian-Duft verantwortlich sind.

Warum riecht das aufgefangene Wasser aus dem Versuch nach Thymian?

Beantworte die Frage. Die Abbildung soll dir dabei helfen.



Abwarten, Tee trinken und gesund werden?

Name: _____

Abwarten, Tee trinken und gesund werden?

Frage: Worauf beruht die positive Wirkung von Tee auf den Körper?

Materialien:

- Thermoskanne mit heißem Wasser
- 1 Becherglas
- 1 Petrischale
- 1 Teelöffel
- 1 Pipette
- 2 Teebeutel Grüner Tee
- 2 Stück Apfel

Durchführung:

(1) Jede Tischgruppe teilt sich eine Thermoskanne mit heißem Wasser.

(2) Gieße in einem Becherglas 2 Teebeutel grünen Tee mit 200 mL kochendem Wasser auf. Rühre dem Tee um.

(3) Wickele die Apfelstücke aus der Frischhaltefolie aus und lege sie auf die jeweilige Hälfte der Petrischale.

(4) Fülle eine Pipette mit grünem Tee. Tropfe den gesamten Tee aus der Pipette auf ein Apfelstück. Das andere Apfelstück bleibt unbehandelt.

Beobachtung: Notiere in der Tabelle deine Beobachtungen.

	Aussehen der Apfelstücke
grüner Tee	
unbehandelt	

Für die Schnellen: Stelle eine Vermutung an, wie deine Beobachtung erklärt werden könnte.

1

Name: _____

Auswertung:

Aufgabe 1: Wenn ein Apfel frisch aufgeschnitten wird, dann verfärbt sich die Schnittstelle nach einiger Zeit bräunlich. Mit was reagiert der Apfel? Trage die Antwort in den Kasten ein.

Aufgabe 2: Die Braunfärbung kann hinausgezögert werden. Dazu werden sogenannte Antioxidantien benötigt. Diese sind in grünem Tee enthalten. Wie wirken Antioxidantien? Vervollständige dazu den Satz und die Abbildung.

Antioxidantien schützen den Apfel vor der Reaktion mit Sauerstoff.

Stattdessen reagieren _____ selber mit _____.

Antioxidans

+

Sauerstoffteilchen aus der Luft

→

Anmerkung zum Genuss von grünem Tee:

Grüner Tee besitzt eine ähnlich wachmachende Wirkung wie Kaffee. Die wachmachende Wirkung von Tee ist im Vergleich zu Kaffee jedoch etwas sanfter. Kinder sollten grünen Tee nur in geringen Mengen trinken. Den grünen Tee am besten mit etwa 80 °C heißem Wasser zubereiten. Die Ziehzeit sollte länger als 3 Minuten betragen. Die wachmachende Wirkung nimmt dann deutlich ab.

Du kannst den grünen Tee auch als Schorle mit Wasser oder Saft trinken.

2

Die Funktionsweise von Wadenwickeln

Name: _____

Wie funktioniert ein Wadenwickel?

Frage: Wie kann mit Hilfe eines Wadenwickels Fieber gesenkt werden?

- Materialien:**
- Thermoskanne mit warmem Wasser
 - 2 Thermometer
 - Schüssel mit Wasser
 - 3 Blätter Küchenpapier
 - 2 Konservendosen
 - 1 Stoppuhr

- Durchführung:**
- (1) Tauche das Küchenpapier in die Schüssel mit Wasser. Wringe das nasse Küchenpapier über der Schüssel aus.
 - (2) Umwickle eine Konservendose mit dem nassen Küchenpapier. Die andere Konservendose bleibt unverändert.
 - (3) Befülle beide Konservendosen etwa bis zur Hälfte mit warmem Wasser. Stelle in beide Konservendosen ein Thermometer.
 - (4) Miss die Temperatur und notiere die Werte in der Tabelle.
 - (5) Beobachte die Temperatur. Notiere die Temperaturwerte, die die Thermometer nach genau 3 Minuten anzeigen.

Beobachtung:
Notiere in der Tabelle die gemessenen Temperaturwerte.

Konservendose ...	Temperatur zu Beginn [°C]	Temperatur nach drei Minuten [°C]
... mit nassem Küchenpapier		
... ohne Küchenpapier		

Frage: In welcher Dose kühlt das Wasser schneller ab?

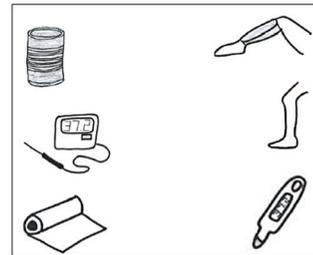
Für die Schnellen: Stelle eine Vermutung an, wie deine Beobachtung erklärt werden könnte.

Name: _____

Auswertung:
Aufgabe 1: Verbinde die unten stehenden Satzteile miteinander.

Die Wasserteilchen in der Konservendose ...	... über die Dosenteilchen auf die Wasserteilchen im Küchenpapier übertragen werden.
Das Wärmepaket kann von den Wasserteilchen in der Dose ...	... kühlt ab. Die Temperatur sinkt.
Die Wasserteilchen im Küchenpapier verdunsten und ...	... tragen ein Wärmepaket.
Das Wasser in der Dose ...	... steigen nach oben.

Aufgabe 2: Übertrage die einzelnen Bestandteile des Experimentes auf den Wadenwickel beim Menschen. Verbinde dazu die zusammengehörigen Bildpaare.



Die tropfende Gurke

Name: _____

Die tropfende Gurke



Frage: Wie wirkt ein Meersalz-Nasenspray bei einer verschluckten Nase?

Materialien:

- 3 Gurkenscheiben
- 1 Dose mit Kochsalz
- 1 dünner Holzspieß
- 1 Teller
- 1 Löffel
- 1 Schälchen
- 1 Unterlage
- Küchenpapier

Durchführung:

- (1) Stelle den Teller auf die Unterlage. Lege die 3 Gurkenscheiben auf den Teller.
- (2) Die einzelnen Gurkenscheiben werden gut eingesalzen. Bestreue dazu erst die eine Seite der Gurke mit einem Löffel Salz und dann die andere ebenfalls mit einem Löffel Salz.
- (3) Spieße die eingesalzenen Gurkenscheiben auf den dünnen Holzspieß auf.
- (4) Lege den Holzspieß waagrecht auf eine Schale.
- (5) Wasche dir zum Abschluss gründlich die Hände.



Beobachtung:

Notiere hier deine Beobachtungen.



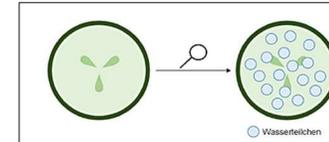
Für die Schnellen Stelle eine Vermutung an, wie deine Beobachtung erklärt werden könnte.

1

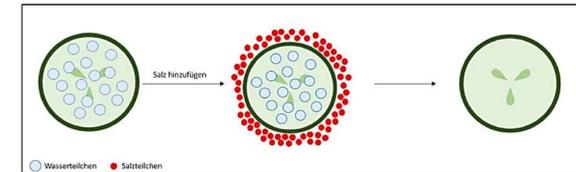
Name: _____

Auswertung:

Die Salatgurke besteht zu einem sehr großen Anteil aus Wasser. Salz ist gar nicht enthalten.



Aufgabe 1: Was passiert, wenn zu einer Gurkenscheibe viel Salz hinzugefügt wird? Vervollständige die Zeichnung.



Aufgabe 2: Was passiert in einer verschluckten Nase, wenn ein Meersalz-Nasenspray verwendet wird? Vervollständige den Lückentext.

Einzusetzende Wörter: ab, schwillt, höheren, entzogen, atmen

Bei einem Schnupfen _____ das Innere der Nase an. Man kann nicht mehr so gut durch die Nase _____. Ein Meersalz-Nasenspray besitzt einen _____ Salzgehalt als der menschliche Körper. Aus der Nase wird deshalb Wasser _____. Das Innere der Nase schwillt _____. Man kann wieder besser durchatmen.

2

Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 1

Name: _____

Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 1

Viele Menschen, die bei einer Erkältung unter Halsschmerzen und Heiserkeit leiden, lutschen Bonbons, die Inhaltsstoffe aus der Pflanze Isländisch Moos enthalten. Diese Inhaltsstoffe besitzen eine wohltuende Wirkung auf den gereizten Hals.

 **Frage:** Wie wirken Lutschpastillen aus Isländisch Moos gegen Halsschmerzen?



 **Materialien:**

- kleines Plastiksieb
- kleines Glasschälchen
- Teelöffel
- Stoppuhr
- Holzstäbchen
- leere Petrischale mit Deckel
- ein Stück Schleifpapier

 **Durchführung:**



Am Vortag wurde getrocknetes Isländisch Moos mit Wasser aufgeköcht. Diese Mischung wird zu Beginn noch einmal erhitzt.

(1) Der **Materialbeauftragte** legt das Sieb in das Glasschälchen. Der Lehrer füllt 2 Esslöffel von dem aufgeköchten Isländisch Moos in das Sieb. (**Vorsicht warm!**)

(2) Der **Experimentator** presst direkt (1) im Anschluss mit einem Teelöffel die Flüssigkeit aus dem Isländisch Moos durch das Sieb in das Schälchen. Presst solange, bis keine Flüssigkeit mehr austritt.

(3) Beobachtet die Flüssigkeit für 10 min. Dazu startet der **Zeitnehmer** die Stoppuhr. Er gibt alle 2 min ein Zeichen. **Beobachtet** aufmerksam! Der **Protokollant** notiert die Beobachtungen in der Tabelle.

(4) Der **Experimentator** trägt zum Schluss einen Teil der Flüssigkeit mit einem Holzstäbchen in einer dünnen Schicht auf das Schleifpapier auf. Lasst es über Nacht in einer Petrischale im Kühlschrank trocknen. Der **Materialbeauftragte** beschriftet den Deckel der Petrischale mit den Namen der Gruppenmitglieder.

(5) Wasche zum Abschluss deine Hände.

Name: _____

 **Beobachtung:**



Notiert in der Tabelle eure Beobachtungen und beantwortet die Fragen.

Zeit	Beschreibt das Aussehen der Mischung.
0 Minuten	
2 Minuten	
4 Minuten	
6 Minuten	
8 Minuten	
10 Minuten	

Wie riecht die Mischung?



Welche Farbe hat die Mischung?



Wie fühlt sich die Mischung an?



Erinnerung an Versuchsschritt Nummer 4!

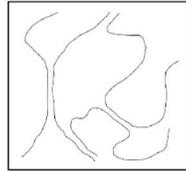


Name: _____



Auswertung:

In Isländisch Moos sind Schleimstoffe enthalten, die die Form eines Fadens besitzen.



Aufgabe 1: Das getrocknete Isländisch Moos wird mit Wasser vermischt und gekocht. Wie verändert sich der Aufbau der Schleimstoffe beim Abkühlen?

a) Fülle den Lückentext aus. Einzusetzende Wörter: Halsschmerzen, Hohlräume, schützend, Schleim, gekocht, Wasser, Schleimstoffe, aneinander



Werden die _____ in Wasser _____ und abgekühlt, entsteht ein _____. Dazu lagern sich die Schleimstoffe _____ . In die entstehenden _____ kann sich _____ einlagern. Dieser Schleim lagert sich _____ über den Hals und hilft so gegen _____ .

b) Vervollständige die Zeichnung. Die Wasserteilchen kannst du als blaue Kreise malen.



In Wasser kochen und abkühlen lassen.

Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 2

Name: _____

Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen – Teil 2

 **Frage:** Wie wirken Lutschpastillen aus Isländisch Moos gegen Halsschmerzen?

 **Beobachtungsaufgabe:**



Schau dir das Stück Schleifpapier aus der letzten Stunde genau an. Beantworte dazu die folgenden Fragen:

Frage 1:

Wie fühlt sich die Oberfläche des Schleifpapiers an, auf der keine Pflanzenmischung gestrichen wurde?



Frage 2:

Wie fühlt sich die Oberfläche des Schleifpapiers an, auf der du etwas von der Pflanzenmischung ausgestrichen hast?

 **Auswertung:**

Erkläre, warum Isländisch Moos-Lutschpastillen eine beruhigende Wirkung bei Halsschmerzen besitzen. Überlege dazu, wofür das Schleifpapier im Modell steht.





6.5.3 Anpassungen und Veränderungen der Unterrichtsmaterialien im Verlauf der Hauptuntersuchung

Das grundlegende Konzept der Erhebungsstunden zu heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten wurde ausführlich in Kap. 2.3.4.1 vorgestellt. Die prinzipielle Unterrichtsstruktur musste jedoch im Verlauf der Hauptuntersuchung jeweils an das unterschiedliche (experimentelle) Vorwissen, an das Sprachniveau sowie an das allgemeine Arbeits- und Lernverhalten der Erhebungsklassen angepasst werden. Entsprechende Hinweise für die Gestaltung von Hilfestellungen lieferten die Hospitationen zu Beginn der Erhebungen sowie Gespräche mit den Sachunterrichtslehrkräften. Im Verlauf der Hauptuntersuchung reichte sich das entwickelte Unterrichtsmaterial mit verschiedenen Formen der Differenzierung an. Vor allem im Bereich der sprachlichen Unterstützung wurde im Verlauf der empirischen Erhebungen vermehrt Material erstellt. Es wurden z.B. graphische Experimentieranleitungen gestaltet, die bei Bedarf an die jeweiligen Schüler*innen ausgehändigt wurden. Darüber hinaus wurde ein differenziertes Hilfe- und Unterstützungsmaterial für die Bearbeitung der Arbeitsblätter entwickelt. Vor allem bei den anspruchsvolleren Aufgabenstellungen, die die Produktion von eigenständigen kurzen Texten verlangten, standen Tippkarten mit sprachlichen Formulierungshilfen zur Verfügung.

Ferner wurden die Arbeitsmaterialien für die Schüler*innen an einigen wenigen Stellen bzgl. ihrer Formulierungen verändert bzw. angepasst. Es handelte sich dabei um Formulierungen, die für die Schüler*innen sprachlich zu anspruchsvoll waren und deswegen im Unterrichtsverlauf zu Verständnisschwierigkeiten führten.

Eine Übersicht der einzelnen Veränderungen und Anpassungen im Verlauf der Hauptuntersuchung zeigt die folgende Tabelle.

Tab. 17: Übersicht über die Anpassungen und Veränderungen der Unterrichtsmaterialien im Verlauf der Hauptuntersuchung.

Experimentiereinheit	Veränderungen und Anpassungen nach der ersten empirischen Erhebung
Das grüne Pflaster für unterwegs	<ul style="list-style-type: none"> - Vorportionierung des Eiklars (Eiklar pipettieren: zu zeitintensiv) - genaue Mengenangaben für Wasser - Vereinfachung der Einstiegs Geschichte
Mit Isländisch Moos gegen Halschmerzen – Teil 1 und 2	<ul style="list-style-type: none"> - Lagerung der behandelten Schleifpapiere über Nacht im Kühlschrank zur Verhinderung eines unangenehmen Geruchs - übersichtlichere Darstellung der Experimentierdurchführung - Strukturierung der langen Beobachtungsphase durch Tippkarten mit Beobachtungsaufträgen - Umgestaltung des Arbeitsblattes für die Auswertung (Lückentext, weniger Zeichnen)
Den Duft aus Pflanzen gewinnen	<ul style="list-style-type: none"> - Gestaltung einer neuen Einstiegs Geschichte, um eine bessere Identifizierungsmöglichkeiten für die Schüler*innen zu ermöglichen - Erstellung eines Ablaufplans für die experimentelle Phase (situationsabhängiger Einsatz)
Abwarten, Tee trinken und gesund werden?	<ul style="list-style-type: none"> - Gestaltung einer neuen Einstiegs Geschichte, um eine bessere Identifizierung für die Schüler*innen zu ermöglichen - Präzisierung der Mengenangaben für Wasser und Tee - Strukturierung der Beobachtungsphase durch Tippkarten mit Beobachtungsaufträgen - Erstellung des Teilchenmodells in haptischer Form
Die tropfende Gurke	<ul style="list-style-type: none"> - Präzisierung von Mengenangaben für Salz - Überarbeitung von Formulierungen der Experimentiervorschrift
Die Funktionsweise von Wadenwickeln	<ul style="list-style-type: none"> - Präzisierung der Mengenangaben für Wasser - Arbeitsteilung: Gruppe „Nass“ und „Trocken“ <p><u>Veränderungen und Anpassungen nach der zweiten empirischen Erhebung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ergänzung der Aufgabenstellung: Welche Dose kühlt schneller ab? (Subtraktion der gemessenen Temperaturwerte im Unterrichtsgespräch problematisch)

6.6 Versuchsvorschrift: Qualitativer Nachweis von Gerbstoffen

Gerbstoff-Nachweis mit Eisen(III)chlorid-Lösung (Rahfeld 2017, S. 392):

- „Material:** Stammlösung: 10,0 g Eisen(III)chlorid in 100,00 mL Aqua dest. lösen.
Gebrauchslösung: Stammlösung vor Gebrauch 1:10 mit Aqua dest. verdünnen. Lösung frisch herstellen.
- Durchführung:** 1 Tropfen der Lösung auf die Droge [...] geben.
- Beobachtung:** Hydrolysierbare Gerbstoffe reagieren mit einer blauschwarzen Färbung. Kondensierte Gerbstoffe färben sich grünschwarz.“

6.7 Weiteres Material

6.7.1 Teilnehmer*inneninformation und -einwilligung für die dritte Erhebung der Hauptuntersuchung



Universität Bielefeld, Postfach 10 01 31, 33501 Bielefeld

An die Eltern, deren Tochter / Sohn an dem Projekt
„Naturwissenschaftliche Experimente zum Thema
Heilpflanzen und Naturheilkundliche Methoden“
teilnimmt

Teilnehmer*innen-Information zum Projekt

Liebe Eltern,

im Rahmen meiner Doktorarbeit möchte ich im Sachunterricht Ihres Kindes die von mir entwickelten **Schülerexperimente** zum Thema „Heilpflanzen und Naturheilkundliche Methoden“ durchführen. Natürlich werden **lediglich Modelleexperimente** durchgeführt und keine Heilpflanzen oder Naturheilkundliche Methoden am eigenen Körper ausprobiert. Die Durchführung dieses Projektes verläuft unter Absprache mit dem Klassenlehrer [REDACTED].

Ziel meines Projektes ist es, einen neuen Zugang zu chemischen Fachinhalten zu bieten und Alternativen zu herkömmlichen Medikamenten bei z.B. Erkältungskrankheiten aufzuzeigen. Um herauszufinden, ob die Schüler*innen Spaß am Experimentieren haben und wie sie dem Experimentierangebot begegnen, plane ich, **Ergebnisprotokolle** über den Unterricht zu führen. Eine Studierende, die mich bei meiner Forschung begleiten wird, fertigt zusätzlich jeweils ein **Beobachtungsprotokoll** an. Während der Lerneinheit ist die Durchführung von **anonymen Wissenstests** geplant, um den Aufbau von (nachhaltigem) Wissen zu überprüfen. Darüber hinaus möchte ich durch die Befragung von einzelnen Schüler*innen Erlebnisberichte zum Experimentieren erheben. Diese werden durch **Tonaufzeichnungen** festgehalten.

Diese Daten werden ausschließlich von mir im Rahmen meiner Doktorarbeit genutzt, um die neu entwickelten Experimente zu evaluieren und zu verbessern. Sie stellen den Kern meiner Arbeit dar. Studierende, die im Kontext meiner Doktorarbeit ihre Bachelor- oder Masterarbeit absolvieren, erhalten keinen Zugriff auf Tonaufzeichnungen. Sie arbeiten lediglich mit ihren eigenen Beobachtungsprotokollen. Tonaufnahmen sowie die Beobachtungs- und Ergebnisprotokolle werden nicht veröffentlicht. Eine Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgt lediglich in anonymisierter Form in meiner Dissertationsschrift. Ich werde die Daten Ihres Kindes mit dem höchsten Respekt behandeln und für die Auswertung **anonymisieren**. Die Einverständniserklärungen werden separat abgelegt, sodass keine Rückschlüsse zu den anonymisierten Daten gezogen werden können. Die Speicherung von Tonmaterial erfolgt bis zum Abschluss meiner Doktorarbeit im Jahre 2021. Eine Weitergabe oder Nutzung der Tonaufnahmen an Dritte erfolgt nicht. Sie haben jederzeit die Möglichkeit, Ihre Einwilligungen ohne Angabe von Gründen durch ein formloses Schreiben an mich zu widerrufen. Ihrem Kind entstehen keinerlei Nachteile bei Nicht-Teilnahme. Der Widerruf kann sich auch nur auf einen Teil der Medien beziehen. Die bis zu diesem Zeitpunkt erhobenen und bearbeiteten Daten werden gelöscht.

Die **anonymisierten Ergebnisse** werden im Rahmen meiner Doktorarbeit veröffentlicht. Bei Interesse kann ich Ihnen diese sehr gerne bereitstellen. Ich bitte Sie, die beiliegende **Einwilligungserklärung** bis zum **07.02.2020** Ihrem Kind ausgefüllt und unterschrieben wieder mit in die Schule zu geben. Falls Sie noch Fragen zu dem Projekt oder meiner Person haben, können Sie sich gerne jederzeit an mich wenden.

Mit freundlichen Grüßen,

Marina Brusdeilins

Fakultät für Chemie
Didaktik der Chemie

Marina Brusdeilins

Raum UHG F1-138
Telefon 0521 106-2032
marina.brusdeilins@uni-bielefeld.de

Universität Bielefeld
Universitätsstraße 25
33815 Bielefeld

31. Januar 2020



Universität Bielefeld, Postfach 10 01 31, 33501 Bielefeld

An die Eltern, deren Tochter / Sohn an dem Projekt „Naturwissenschaftliche Experimente zum Thema *Heilpflanzen und Naturheilkundliche Methoden*“ teilnimmt

Fakultät für Chemie
Didaktik der Chemie

Marina Brusdeilins

Raum UHG F1-138
Telefon 0521 106-2032
marina.brusdeilins@uni-bielefeld.de

Universität Bielefeld
Universitätsstraße 25
33615 Bielefeld

31. Januar 2020

Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Erhebung im Rahmen des Projektes „Naturwissenschaftliche Experimente zum Thema *Heilpflanzen und Naturheilkundliche Methoden*“

Zur wissenschaftlichen Begleitung des Projektes sind während der Unterrichtsstunden die Anfertigung von **Beobachtungsprotokollen** (durch Student*innen, die im Rahmen von Marina Brusdeilins Doktorarbeit ihre Bachelor- oder Masterarbeit absolvieren) geplant. Darüber hinaus wird Marina Brusdeilins **Ergebnisprotokolle** nach den Unterrichtsstunden anfertigen. In den Protokollen werden wörtliche Äußerungen sowie mimische und gestische Reaktionen erfasst. Diese Daten dienen dazu, Aufschlüsse über das Erleben der Schüler*innen während des Experimentierens zu erhalten sowie die Akzeptanz der Schüler*innen gegenüber der Experimentiereinheiten zu untersuchen. Darüber hinaus möchte ich durch die Befragung von einzelnen Schüler*innen Erlebnisberichte und Erfahrungen zum Experimentieren erheben. Diese werden durch **Tonaufzeichnungen** festgehalten. Es werden vor der Durchführung der Experimente, direkt danach sowie etwa sechs Wochen später **Wissenstests** durchgeführt, um den nachhaltigen Lernerfolg zu überprüfen. Die Wissenstests werden anonym durchgeführt.

Hiermit willige ich / willigen wir ein, dass während den Unterrichtsstunden (Sachunterricht) zum Thema „Heilpflanzen und Naturheilkundliche Methoden“ Beobachtungsprotokolle (durch Student*innen) sowie danach Ergebnisprotokolle (durch Marina Brusdeilins) angefertigt werden. Die Protokolle werden in anonymisierter Form verschriftlicht.

Hiermit willige ich / willigen wir ein, dass im Rahmen von Einzelbefragungen Tonaufzeichnungen angefertigt werden. Die Tonaufzeichnungen dürfen technisch unverändert (z.B. Stimmenverzerrung) für die Auswertung verschriftlicht werden. Die Tonaufzeichnungen werden in anonymisierter Form verschriftlicht (transkribiert).

Hiermit willige ich / willigen wir ein, dass die anonymisierten Daten im Sinne einer wissenschaftlichen Qualitätssicherung zehn Jahre archiviert werden. Eine Bearbeitung dieser Daten erfolgt in diesem Zeitrahmen nicht.

Die erhobenen Daten werden nur im Rahmen der Doktorarbeit von Marina Brusdeilins in anonymisierter Form verwendet. Die Daten werden nicht an Dritte übermittelt oder von Dritten genutzt. Die Studierenden, die Bachelor- oder Masterarbeit absolvieren, die im Kontext meiner Doktorarbeit stehen, erhalten keinen Zugang zum Tonbandmaterial. Die erhobenen Daten werden unverzüglich nach Abschluss der Promotion (Anfang 2021) gelöscht. Eine Weitergabe an Dritte erfolgt nicht.

Die Einwilligung ist freiwillig. Sie haben jederzeit die Möglichkeit, Ihre Einwilligungen ohne Angabe von Gründen durch ein formloses Schreiben an mich zu widerrufen. Ihrem Kind entstehen keinerlei Nachteile bei Nicht-Teilnahme. Der Widerruf kann sich auch nur auf einen Teil der Medien beziehen. Die bis zu diesem Zeitpunkt erhobenen und bearbeiteten Daten werden gelöscht.

1/2

Es werden **lediglich Modellexperimente** durchgeführt. Es werden keine Heilpflanzen oder Naturheilkundliche Methoden am eigenen Körper ausprobiert.

Ich bestätige / Wir bestätigen, dass ich / wir die Versuchsleitung (Marina Brusdeilins) informiert habe (n), wenn ein begründeter Anlass besteht, dass mein / unser Kind an einer Allergie / einer Unverträglichkeit leidet, die im Zusammenhang zu einer oder mehreren der folgenden Pflanzen steht: Spitzwegerich, Isländisch Moos, Thymian.

Diese Angabe dient lediglich für die Gewährleistung eines gefahrlosen Experimentierens. Diese Angabe wird **nicht** in der Doktorarbeit verwendet.

Falls Allergien / Unverträglichkeiten / etc. bekannt sind, werden während des Experimentierangebotes individuell entsprechende Vorkehrungen getroffen: z.B.: das Tragen von (latexfreien) Handschuhen, um Hautkontakt zu vermeiden / der Schüler bzw. die Schülerin übernimmt lediglich Beobachtungsaufgaben / bei einer sehr leichten Überempfindlichkeit gegenüber dem Duft der ätherischen Öle im Thymian wird für eine ausreichende Belüftung des Experimentierraumes gesorgt oder bei einer starken Überempfindlichkeit wird auf den Versuch mit Thymian verzichtet.

Ich wurde ausreichend mündlich und/oder schriftlich über diese wissenschaftliche Studie, über Möglichkeiten zur Kontaktaufnahme sowie über die Veranlassung einer Löschung von Daten informiert. Außerdem hatte ich ausreichend Gelegenheit, Fragen (z.B. zu Inhalt, Ziel und Verlauf) zu stellen. Ich habe die Teilnehmer*innen-Information erhalten und gelesen. Mir ist klar, dass anonymisierte Ergebnisse der Studie veröffentlicht werden.

Name des Kindes:

(Ort, Datum)

(Unterschrift des / der Erziehungsberechtigten)

2/2

6.7.2 Stellungnahme der Ethik-Kommission

Universität Bielefeld Ethik-Kommission

Ethik-Kommission der Universität Bielefeld
Postfach 10 01 31 | D-33501 Bielefeld

Der Vorsitzende

Geschäftsstelle:
Fatma Akkaya-Willis
Raum: TS-239
Tel.: 0521 106-4436
ethikkommission@uni-bielefeld.de
Az.: 1266

Bielefeld, 06.05.2019
Seite 1 von 1

Stellungnahme der Ethik-Kommission der Universität Bielefeld zu Antrag Nr. EUB – 2019-056-W1 vom 16.04.2019

Kurzbezeichnung der Studie: Naturwissenschaftliche Schülerexperimente zum Thema „Heilpflanzen und Naturheilkundliche Methoden“

Hauptansprechpartner*in: Marina Brunsdeilins

Betreuer*in: Prof. Dr. Gisela Lück

Die Ethik-Kommission der Universität Bielefeld hat den Antrag nach den ethischen Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Psychologie e.V. und des Berufsverbands Deutscher Psychologinnen und Psychologen e.V. begutachtet.

Auf der Grundlage der eingereichten Unterlagen hält die Ethik-Kommission der Universität Bielefeld die Durchführung der Studie in der beschriebenen Form für ethisch unbedenklich.

Für die Ethik-Kommission



Jun. Prof. Dr. Leen Vereenooghe
Stellvertretende Vorsitzende der Ethik-Kommission der Universität Bielefeld

Universität Bielefeld
Universitätsstraße 25
33595 Bielefeld

Öffentliche Verkehrsmittel:
Stadtbahnlinie 4 Richtung
Lehmannshof

Bankverbindung:
Landesbank Hessen-Thüringen
BLZ: 250 500 00, Konto: 01 4916
IBAN: DE 44 3505 0000 0001 000395
SWIFT-BIC: WELA3333

Steuernummer: 395/5879/0433
VSt-Nr.: DE81937718
Finanzamt Bielefeld Innenstadt → www.uni-bielefeld.de

7 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die drei Ebenen des chemischen Lernens nach Alex H. Johnstone. Die Abbildung wurde erstellt in Anlehnung an Johnstone (1991, S. 78).	30
Abb. 2: Die Anschauungsmodelle basieren auf den Repräsentationsebenen nach Bruner (Bruner et al. 1971, S. 27 ff.; Bruner 1974, S. 16 f.). Die Abbildung wurde erstellt in Anlehnung an Pfeifer und Sommer (Pfeifer und Sommer 2018a, S. 524 f.).....	32
Abb. 3: Die Modellierung nach Steinbuch (1977) "Denken in Modellen". Die Abbildung wurde erstellt in Anlehnung an Steinbuch (Steinbuch 1977, S. 11). Detaillierte Informationen zum Teilchenmodell, welches zur Erklärung der wundheilungsfördernden Wirkung von Spitzwegerich entwickelt wurde, werden in Kap. 3.5.2.1 aufgeführt.....	34
Abb. 4: Zeitlicher Ablauf der empirischen Untersuchung. [*Aufgrund der beginnenden Corona-Pandemie im Frühjahr 2020 konnte die geplante Follow Up-Phase der dritten empirischen Phase nicht stattfinden.]	81
Abb. 5: Untersuchungsdesign in Anlehnung an den <i>Design-Based-Research-Ansatz</i> (Abb. erstellt nach McKenney und Reeves (McKenney und Reeves 2019, S. 83)).....	88
Abb. 6: Methodentriangulation der Untersuchung.	107
Abb. 7: Beobachtung zum Spitzwegerich-Versuch: Gerinnung von Eiweiß.	111
Abb. 8: Querschnitt durch die menschliche Haut. Nach den Informationen aus dem Text nach Kerscher wurde die Abbildung erstellt (Kerscher 2004, S. 2 ff.). Eine detaillierte Erläuterung kann dem Fließtext entnommen werden.	113
Abb. 9: Wechselwirkung zwischen Kollagen-Fasern und Gerbstoffen im Querschnitt durch die menschliche Haut. Nach den Informationen aus dem Text nach Kerscher wurde die Abbildung erstellt (Kerscher 2004, S. 2 ff.). Eine detaillierte Erläuterung kann dem Fließtext entnommen werden.	113
Abb. 10: Die Vernetzung von Eiweißteilchen durch Gerbstoffteilchen.	114
Abb. 11: Aufbau für das Experiment zur Duftgewinnung aus Thymian.	116
Abb. 12: Die wasserlöslichen Duftteilchen aus den Thymianblättern lösen sich im Wasser.	118
Abb. 13: Teilchenmodell zur Erklärung der Gewinnung von wasserlöslichen Duftteilchen.	118
Abb. 14: Beobachtung der Braunfärbung nach der Behandlung eines Apfelstücks mit grünem Tee (links) bzw. eines unbehandelten Apfels (rechts). Die Fotografie wurde aus der Masterarbeit von Regina Remche (2019) entnommen.	119
Abb. 15: Schematische Darstellung (a) und haptisches Modell (b) zur Wirkung von Antioxidantien auf Teilchenebene.	121
Abb. 16: Aufbau des Versuchs zur Untersuchung der Funktionsweise von Wadenwickeln.	122
Abb. 17: Darstellung der Verdunstung auf Teilcheneben.	124
Abb. 18: Die Übertragung von Wärme zwischen Wasser- und Dosenteilchen.	125
Abb. 19: Versuchsaufbau zur tropfenden Gurke.	126
Abb. 20: Vorgänge auf der Teilchenebene auf der Oberfläche einer eingesalzenen Gurkenscheibe.....	128
Abb. 21: Isländisch Moos - Gel.....	129
Abb. 22: Die Gelierung eines heißen Pflanzenauszuges von Isländisch Moos. (a) Aufbau der Schleimstoffe in Isländisch Moos. (b) Bildung des Isländisch Moos-Gels.....	130
Abb. 23: Ausschnitte aus der chemischen Struktur von Lichenin. Lichenin zeigt einen regelmäßigen Aufbau von Cellobiose- und Cellotrioseeinheiten, die jeweils durch	

Laminaribiose getrennt sind. (Abbildung erstellt nach Sticher et al. (Sticher et al. 2015, S. 402)).
 133

Abb. 24: Ausschnitte aus der chemischen Struktur von Isolichenin. Isolichenin zeigt einen unregelmäßigen Aufbau von Maltose- und Nigeroze-Einheiten sind. (Abbildung erstellt nach Sticher et al. (Sticher et al. 2015, S. 402)). 133

Abb. 25: Raumpläne der Klassenzimmer der ersten empirischen Erhebung (links) sowie der zweiten empirischen Erhebung (rechts) (m = männlich, w = weiblich). 150

Abb. 26: Raumplan des Klassenzimmers der dritten empirischen Erhebung (m = männlich, w = weiblich). 150

Abb. 27: Materialkiste (links) und aufgebauter Experimentierplatz (rechts) zum Experiment "Das grüne Pflaster für unterwegs". 151

Abb. 28: Übersicht über die Schüler*innen-Reaktionen im experimentellen Unterricht zur Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden. 164

Abb. 29: Positiv bewertete Experimentiereinheiten (n = 20). Mehrfachnennungen wurden berücksichtigt. 178

Abb. 30: Gründe für eine positive Bewertung von heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten (n = 20). Mehrfachnennungen wurden berücksichtigt. 180

Abb. 31: Negativ bewertete Experimentiereinheiten (n = 20). Mehrfachnennungen wurden berücksichtigt. 181

Abb. 32: Schüler*innenbezogene Ergebnisse der Post- und Follow Up-Wissenstests der ersten empirischen Erhebung. Die Schüler*innen hatten im Post-Test die Möglichkeit durch eine freiwillige weiterführende Aufgabe (*) Zusatzpunkte zu erreichen. Die Ergebnisdarstellung im Diagramm berücksichtigt die zusätzliche Punktzahl. 184

Abb. 33: Aufgabenbezogene Ergebnisse des Post-Tests der ersten empirischen Erhebung. 185

Abb. 34: Aufgabenbezogene Ergebnisse des Follow Up-Tests der ersten empirischen Erhebung. 187

Abb. 35: Ergebnisse der kurzfristigen Behaltensleistung (Post-Interviews der drei empirischen Erhebungen, n = 12). Mehrfachkodierungen wurden berücksichtigt. 189

Abb. 36: Ergebnisse der langfristigen Behaltensleistung (Follow Up-Interviews der ersten beiden empirischen Erhebungen, n = 8). Mehrfachkodierungen wurden berücksichtigt. 190

Abb. 37: Schüler*innenbezogene Ergebnisse der Post- und Follow Up-Wissenstests der zweiten empirischen Erhebung. 256

Abb. 38: Schüler*innenbezogene Ergebnisse der Post-Wissenstests der dritten empirischen Erhebung. 257

Abb. 39: Aufgabenbezogene Ergebnisse des Post-Tests der zweiten empirischen Erhebung. 258

Abb. 40: Aufgabenbezogene Ergebnisse des Follow Up-Tests der zweiten empirischen Erhebung. 259

Abb. 41: Aufgabenbezogene Ergebnisse des Post-Tests der dritten empirischen Erhebung. 260

8 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Kompetenzerwartungen im Sachunterricht des Grundschullehrplans in Bezug auf die heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Experimentiereinheiten. Die Tabelle wurde aus dem Grundschullehrplan für den Sachunterricht entnommen (Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen 2012, S. 43 f.).....	16
Tab. 2: Übersicht über die verwendeten Methoden mit dem jeweiligen Einsatzzeitpunkt im Rahmen der vorliegenden Studie.....	90
Tab. 3: Übersicht über die entwickelten Experimentiereinheiten zur medizinischen Wirkungsweise von Heilpflanzen und naturheilkundlichen Methoden.	110
Tab. 4: Zeitlicher Verlauf der Voruntersuchung.	138
Tab. 5: Kategorieschema der teilnehmenden Beobachtung der Voruntersuchung. Wenn nicht anders vermerkt, konnten die Kategorien in den Erlebnisprotokollen zu allen Experimentiereinheiten kodiert werden [SuS = Schüler*innen; L = Lehrperson].	139
Tab. 6: Übersicht über den strukturellen und zeitlichen Rahmen der Hauptuntersuchung mit drei empirischen Phasen.	147
Tab. 7: Tabellarischer Stundenverlaufsplan zur Experimentiereinheit "Das grüne Pflaster für unterwegs".....	153
Tab. 8: Einordnung der Experimentiereinheit "Das grüne Pflaster für unterwegs" in den Lehrplan "Sachunterricht" der Grundschulen in NRW.....	155
Tab. 9: Gründe für eine positive Einschätzung der beiden Experimentiereinheiten "Den Duft aus Pflanzen gewinnen" und "Mit Isländisch Moos gegen Halsschmerzen". Die Reihenfolge der Auflistung der einzelnen Aspekte spiegelt die Häufigkeit der Nennungen wider.	179
Tab. 10: Stichprobengröße n der Post- und Follow Up-Wissenstests.	183
Tab. 11: Einteilung erreichter Gesamtpunktzahlen in Prozent für die aufgabenbezogene Ergebnisdarstellung.....	185
Tab. 12: Zuordnung der Aufgaben der Post-Wissenstests zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten unter Angabe der Kompetenzbereiche (erste Erhebung).....	185
Tab. 13: Zuordnung der Aufgaben der Follow Up-Wissenstests zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten unter Angabe der Kompetenzbereiche (erste Erhebung).....	186
Tab. 14: Auszug aus dem Videotranskript der Unterrichtsstunde zum Thema "Die Funktionsweise von Wadenwickeln" vom 04.06.2019 (S = Schüler/in, L = Lehrperson).....	243
Tab. 15: Zuordnung der Aufgaben der Post-Wissenstests zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten unter Angabe der Kompetenzbereiche (zweite und dritte Erhebung).....	257
Tab. 16: Zuordnung der Aufgaben der Follow Up-Wissenstests zu den heilpflanzlichen und naturheilkundlichen Inhalten unter Angabe der Kompetenzbereiche (zweite und dritte Erhebung).....	258
Tab. 17: Übersicht über die Anpassungen und Veränderungen der Unterrichtsmaterialien im Verlauf der Hauptuntersuchung.	278

9 Literaturverzeichnis

Aazza, Smail; Lyoussi, Badaia; Miguel, Maria G. (2012): Antioxidant activity of eight hydrosols from Morocco. In: *Asian Journal of Plant Sciences* 11 (3), S. 137–142.

Abele, Harald (2011): *Der Brockhaus Ernährung: gesund essen, bewusst leben*. Unter Mitarbeit von Niebuhr-Timpe, Petra (Red.). 4., vollständig überarbeitete Auflage. Gütersloh (u.a.): Brockhaus.

Abels, Heinz; König, Alexandra (2016): *Sozialisation. Über die Vermittlung von Gesellschaft und Individuum und die Bedingungen von Identität*. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer VS.

Aebli, Hans (2001): *Denken: das Ordnen des Tuns*. Band I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie. 3. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.

Aebli, Hans (2003): *Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Medien und Inhalte didaktischer Kommunikation, der Lernzyklus*. 12. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.

Anagnostou, Sabine (2016): Die Geschichte der Heilpflanzen als Basis neuer Forschungskonzepte. In: *Pharmakon: Arzneimittel in Wissenschaft und Praxis; Zeitschrift der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft e.V.* 4 (4), S. 302–309.

Argyle, Michael (2005): *Körpersprache & Kommunikation. Das Handbuch zur nonverbalen Kommunikation*. Aus dem Englischen übersetzt von Christoph Schmidt. 9. Auflage. Paderborn: Junfermann Verlag.

Bachmann, Götz (2009): *Teilnehmende Beobachtung*. In: Stefan Kühl, Petra Strodtholz und Andreas Taffertshofer (Hg.): *Handbuch Methoden der Organisationsforschung. Quantitative und Qualitative Methoden*. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 248–271.

Bannwarth, Horst; Kremer, Bruno P.; Schulz, Andreas (2019): *Basiswissen Physik, Chemie und Biochemie. Vom Atom bis zur Atmung - für Biologen, Mediziner, Pharmazeuten und Agrarwissenschaftler*. 4., aktualisierte Auflage: Springer Spektrum Verlag.

Barke, Colin (2018): *Experimente mit Heilpflanzen im Sachunterricht*. Bachelorarbeit. Bielefeld: Universität Bielefeld.

Bauer, Herbert F.; Bader, Hans Joachim (2002): *Elementarisierung - didaktische Reduktion - ein Kernproblem des Chemieunterrichts*. In: Peter Pfeifer, Bernd Lutz und Hans Joachim Bader (Hg.): *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. Neubearbeitung. 3. Auflage, Neubearbeitung. München: Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH, S. 181–196.

Baur, Nina; Blasius, Jörg (2019): *Methoden der empirischen Sozialforschung. Ein Überblick*. In: Nina Baur und Jörg Blasius (Hg.): *Methoden der empirischen Sozialforschung. Ein Überblick*. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 1–28.

Behrbohm, Hans (2010): *Bewährtes und Neues für Patienten mit Halsbeschwerden - Was tun bei Pharyngitis?* In: *HNO-Nachrichten* 40 (6), S. 28–31.

Beiser, Rudi (2016): *(Fast) vergessene Heilpflanzen*. In: *Deutsche Heilpraktiker-Zeitschrift* 11 (5), S. 26–30.

Berlitz, Hans-Dieter; Grosch, Werner; Schieberle, Peter (2008): *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. 6., vollständig überarbeitete Auflage. Berlin: Springer-Verlag.

Bernet, Franziska (2012): *Wie sieht die Pädagogik von morgen aus? Das flow-Prinzip als Grundlage einer ressourcenorientierten Erziehung*. Marburg: Tectum.

- Biester, Wolfgang (1992): Mädchen und Technik. Beobachtungen und Untersuchungen im 3. und 4. Schuljahr. In: Roland Lauterbach, Walter Köhnlein, Kay Spreckelsen und Elard Klewitz (Hg.): Brennpunkte des Sachunterrichts. Vorträge zur Gründungstagung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V. vom 19. bis 21. März 1992 in Berlin. Kiel: Klinkhardt, S. 156–168.
- Bilden, Helga (2002): Geschlechtsspezifische Sozialisation. In: Klaus Hurrelmann und Dieter Ulich (Hg.): Handbuch der Sozialisationsforschung. Studienausgabe. 6. unveränderte Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Verlag, S. 279–301.
- Bindernagel, Janina A.; Eilks, Ingo (2008): Modelle und Modelldenken im Chemieunterricht und ein Einblick in das Verständnis von erfahrenen Chemielehrkräften. In: *CHEMKON: Forum für Unterricht und Didaktik* 15 (4), S. 181–186.
- Bittner, Stefan (2001): Learning by Dewey? John Dewey und die Deutsche Pädagogik 1900-2000. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Blumberg, Eva; Hardy, Ilonca; Möller, Kornelia (2008): Anspruchsvolles naturwissenschaftsbezogenes Lernen im Sachunterricht der Grundschule - auch für Mädchen? In: *Zeitschrift für Grundschulforschung - Bildung im Elementar- und Primarbereich* 1 (2), S. 59–72.
- Blume, Rüdiger (2002): Wie ein Rasierstein wirkt. Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.chemieunterricht.de/dc2/grundsch/versuche/gs-v-147.htm>, zuletzt geprüft am 24.04.2020.
- Blumenthal, Gert; Linke, Dietmar; Vieth, Siegfried (2006): Chemie. Grundwissen für Ingenieure. 1. Auflage (Reihe: Chemie in der Praxis. Wiesbaden: Teubner Verlag.
- Brauchle, Alfred (1951): Die Geschichte der Naturheilkunde in Lebensbildern. 2. erweiterte Auflage von "Große Naturärzte". Stuttgart: Reclam Verlag GmbH.
- Braun, Karl-Heinz (2014): Der Aneignungstheoretische Blick auf die systemisch vermittelten Sozialräume. Theoriesystematische Anregungen der Kritischen Psychologie für die Sozialraumforschung und Sozialraumarbeit. Unter Mitarbeit von Matthias Elze. In: Ulrich Deinet und Christian Reutlinger (Hg.): Tätigkeit - Aneignung - Bildung. Positionierungen zwischen Virtualität und Gegenständlichkeit. Wiesbaden: Springer VS, S. 33–65.
- Breidenstein, Georg (2006): Teilnahme am Unterricht. Ethnographische Studien zum Schülerjob. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Brinkmann, Malte (2015): Übungen der Aufmerksamkeit. Phänomenologische und empirische Analysen zum Aufmerksamwerden und Aufmerksammachen. In: Sabine Reh, Kathrin Berdelmann und Jörg Dinkelaker (Hg.): Aufmerksamkeit. Geschichte - Theorie - Empirie. Wiesbaden: Springer VS, S. 199–220.
- Brown, Theodore L.; LeMay, Harold Eugene; Bursten, Bruce Edward; Murphy, Catherin J.; Woodward, Patrick M.; Stoltzfus, Matthew W. (2018): Chemie - Studieren kompakt. Unter Mitarbeit von deutsche Ausgabe herausgegeben von Wolfgang Weigand. 14., aktualisierte Auflage. Hallbergmoos / Deutschland: Pearson-Verlag.
- Bruner, Jerome S. (1974): Entwurf einer Unterrichtstheorie. ins Deutsche übertragen von Arnold Hartung. Berlin, Düsseldorf: Berlin Verlag, Pädagogischer Verlag Schwann.
- Bruner, Jerome S. (1986): Actual Minds, Possible Words. Cambridge: Harvard University Press.
- Bruner, Jerome S.; Olver, Rose R.; Greenfield, Patricia M. (1971): Studien zur kognitiven Entwicklung. Eine kooperative Untersuchung am Center for Cognitive Studies der Harvard-Universität. Mit einer Einführung von Hans Aebli. Unter Mitarbeit von Joan Rigny Hornsby, Helen J. Kenney, Michael Maccoby, Nancy Modiano, Frederic A. Mosher, David R. Olson et al. 1. Auflage. Stuttgart: Klett-Verlag.
- Brüsemeister, Thomas (2008): Qualitative Forschung. Ein Überblick. 2., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Budde, Jürgen (2010): Geschlechtergerechte Schule: Diskurse, Problemlagen und Perspektiven. In: *Kursiv: Journal für politische Bildung: Vierteljahresschrift - Gender: Positionen der politischen Bildung* (3), S. 42–49.
- Budde, Jürgen; Scholand, Barbara; Faulstich-Wieland, Hannelore (2008): Geschlechtergerechtigkeit in der Schule. Eine Studie zu Chancen, Blockaden und Perspektiven einer gender-sensiblen Schulkultur. Weinheim und München: Juventa-Verlag.
- Büechi, Samuel; Wegener, Tankred (2005): Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*). Neue Erkenntnisse zu einem alten Heilmittel. In: *Schweiz. Zschr. GanzheitsMedizin* 17 (Verlag für GanzheitsMedizin), S. 167–170.
- Bühring, Ursel (2014): Praxis-Lehrbuch Heilpflanzenkunde. Grundlagen - Anwendung - Therapie. 4., überarbeitete Auflage. Stuttgart: Karl F. Haug-Verlag.
- Bühring, Ursel; Girsch, Michaela (2016): Praxis Heilpflanzenkunde. 1. Auflage. Stuttgart: Haug-Verlag.
- Bühring, Ursel; Sonn, Annegret (2013): Heilpflanzen in der Pflege. Unter Mitarbeit von Bernadette Bächle-Helde, Ursula Bertsch und Gabriele Vef-Georg. 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Bern: Hans Huber - Verlag.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2017): Biologische Vielfalt. Arbeitsheft für Schülerinnen und Schüler - Grundschule. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Bildungsmaterialien/biodiv_de_gs_schueler.pdf, zuletzt geprüft am 12.05.2020.
- Campbell, Neil A. (2016): Campbell Biologie - Always learning. 10., aktualisierte Auflage. Hallbergmoos / Deutschland: Pearson-Verlag.
- Chevallier, Andrew (2017): Das große Lexikon der Heilpflanzen. 550 Pflanzen und ihre Anwendungen. 3. Auflage. München: Dorling Kindersley Verlag GmbH.
- Ciampi, Luc (2003): Affektlogik, affektive Kommunikation und Pädagogik. Eine wissenschaftliche Neuorientierung. In: Ekkehard Nuissl, Christiane Schiersmann und Horst Siebert (Hg.): REPORT 3/2003: Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung. Gehirn und Lernen. 26. Jahrgang (Heft 3). Hannover: Bertelsmann Verlag, S. 62–70.
- Claussen, Claus (2006): Mit Kindern Geschichten erzählen. Konzept - Tipps - Beispiele. 1. Auflage. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Coers, Linya (2015): Gender und Sachunterricht: Konstruiertes Geschlecht im didaktischen Kontext. Hildesheimer Beiträge zur Fachdidaktischen Forschung. Hg. v. Peter Frei, Katrin Hauenschild, Irene Pieper und Barbara Schmidt-Thieme. Centrum für Lehrerbildung und Bildungsforschung (CeLeB) - Abteilung 2: Forschung und wissenschaftlicher Nachwuchs, Universität Hildesheim. Hildesheim (11). Online verfügbar unter https://www.uni-hildesheim.de/media/forschung/fff/PDFs/Schriftenreihe/Coers_07_2015.pdf, zuletzt geprüft am 04.08.2020.
- Connell, Raewyn (2013): Gender. Geschlecht und Gesellschaft. Band 53. Herausgegeben von Ilse Lenz und Michael Meuser. Übersetzung der englischen Originalausgabe: "Gender" by Raewyn W. Connell, Polity Press, 2009. Wiesbaden: Springer VS.
- Conrads, Nicole (2011): Erwerb von Modellkompetenz als Bildungsziel des Sachunterrichts. In: *www.widerstreit-sachunterricht.de* (17). Online verfügbar unter <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebene1/superworte/wissenschaftsor/conrads.pdf>, zuletzt geprüft am 10.07.2020.
- Conzen, Peter (2012): Erik H. Erikson als Berater und Supervisor. In: *FoRuM Supervision-Zeitschrift für Beratungswissenschaft und Supervision* 20 (40), S. 5–26.
- Crary, Jonathan (2002): Aufmerksamkeit, Wahrnehmung und moderne Kultur. Aus dem Amerikanischen von H. Jatho. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

- Csikszentmihályi, Mihály (1988): Motivation and creativity: Towards a synthesis of structural and energetic approaches to cognition. In: *New Ideas in Psychology* 6 (2), S. 159–176.
- Csikszentmihályi, Mihály (1992): Flow: Die sieben Elemente des Glücks. In: *Psychologie heute* 1 (1), S. 20–29.
- Csikszentmihályi, Mihály (1995): Das Flow-Erlebnis und seine Bedeutung für die Psychologie des Menschen. In: Mihály Csikszentmihályi und Isabelle S. Csikszentmihályi (Hg.): Die außergewöhnliche Erfahrung im Alltag. Die Psychologie des flow-Erlebnisses. In deutscher Sprache herausgegeben von Hans Aebli und mit einem Vorwort versehen von Franz E. Weinert. Übersetzt von Ulrike Stopfel und Urs Aeschbacher. 2., in der Ausstattung veränderte Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta, S. 28–49.
- Csikszentmihályi, Mihály (2008a): Das flow-Erlebnis. Jenseits von Angst und Langeweile: im Tun aufgehen. In deutscher Sprache herausgegeben und mit einer Einführung von Hans Aebli; Aus dem Amerikanischen übersetzt von Urs Aeschbacher. 10. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Csikszentmihályi, Mihály (2008b): Flow: Das Geheimnis des Glücks. Aus dem Amerikanischen übersetzt von Annette Charpentier. 14. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Csikszentmihályi, Mihály; Schiefele, Ulrich (1993): Die Qualität des Erlebens und der Prozess des Lernens. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 39 (2), S. 207–221.
- Dais, Photis; Perlin, Arthur (1982): High-Field, ^{13}C -NMR Spectroscopy of β -D-Glucans, Amylopectin, and Glycogen. In: *Carbohydrate Research* (100), S. 103–116.
- Degner, Juliane; Meiser, Thorsten; Rothermund, Klaus (2009): Kognitive und sozial-kognitive Determinanten: Stereotype und Vorurteile. In: Andreas Beelmann und Kai J. Jonas (Hg.): Diskriminierung und Toleranz. Psychologische Grundlagen und Anwendungsperspektiven. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 75–93.
- Dewey, John (2011): Demokratie und Erziehung. Eine Einleitung in die philosophische Pädagogik. Amerikanische Originalausgabe: 1961 bei The Free Press, New York. 5. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Dinkelaker, Jörg; Herrle, Matthias (2009): Erziehungswissenschaftliche Videographie. Eine Einführung. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Döring, Nicola; Bortz, Jürgen (2016): Forschungsmethoden und Evaluation. in den Sozial- und Humanwissenschaften. Unter Mitarbeit von Sandra Pöschl. 5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Dresing, Thorsten; Pehl, Thorsten (2010): Transkription. In: Günter Mey und Katja Mruck (Hg.): Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 723–733.
- Du Clou, Heidi; Walford, Stephen N. (2010): An Introduction to Gas Chromatography Mass Spectroscopy for the structural Elucidation of Polysaccharides from Sugar processing Streams. In: *Proc. S. Sug. Technol. Ass.* (83), S. 392–409.
- Duncker, Ludwig (2013): Sich einer Sache widmen. Zur Entfaltung von Intensität, Umsicht und Interesse im schulischen Lernen. In: *Sache-Wort-Zahl. Lehren und Lernen in der Grundschule* 41 (134), S. 4–8.
- Eckert, Ela (2008): Maria Montessoris (1870-1952) Kosmische Erziehung - Eine Antwort auf die Weltneugier des Grundschulkindes. In: Astrid Kaiser und Detlef Pech (Hg.): BASISWISSEN SACHUNTERRICHT. Geschichte und historische Konzeptionen des Sachunterrichts. Band 1. 2. korrigierte Auflage. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 118–121.
- Eckes, Thomas (2010): Geschlechterstereotype: Von Rollen, Identitäten und Vorurteilen. In: Ruth Becker und Beate Kortendiek (Hg.): Handbuch Frauen- und Geschlechterforschung. Theorie, Methoden und Empirie. Geschlecht & Gesellschaft. Band 35. Unter Mitarbeit von Barbara Budrich, Ilse Lenz, Sigrid

Metz-Göckel, Ursula Müller und Sabine Schäfer. 3., erweiterte und durchgesehene Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 178–189.

Einsiedler, Wolfgang (2010): Didaktische Entwicklungsforschung als Transferförderung. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften* 13, S. 59–81.

Einsiedler, Wolfgang (2015): Methoden und Prinzipien des Sachunterrichts. In: Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske (Hg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 383–393.

Elstner, Marcus (2017): *Physikalische Chemie I: Thermodynamik und Kinetik*. Berlin: Springer Spektrum Verlag.

Erikson, Erik H. (1968): *Identity. Youth and Crisis*. London: Faber & Faber.

Erikson, Erik H. (1973): *Identität und Lebenszyklus. drei Aufsätze*. übersetzt von Käte Hügel. 1. Auflage, 9. [Dr.]. Frankfurt a. M.: suhrkamp taschenbuch wissenschaft (16).

Erikson, Erik H. (1974): *Kindheit und Gesellschaft*. Aus dem Englischen übersetzt von Marianne von Eckardt-Jaffé. 5. Auflage. Stuttgart: Ernst Klett-Verlag.

Erikson, Erik H. (1980): *Jugend und Krise: Die Psychodynamik im sozialen Wandel*. aus d. Engl. übers. von Marianne von Eckhardt-Jaffé. 3. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.

Ernst, Edzard (2008): Komplementärmedizin - eine kritische Analyse. In: *Wien Med Wochenschr* 158 (7), S. 218–221.

Eschenbeck, Heike (2009): Positive und negative Affektivität. In: Jürgen Bengel und Matthias Jerusalem (Hg.): *Handbuch der Gesundheitspsychologie und Medizinischen Psychologie*. Reihe: *Handbuch der Psychologie*. Band 12. 1. Auflage. Göttingen: Hogrefe, S. 86–91.

Euler, Dieter (2014): Design Research. A Paradigm under Development. In: Dieter Euler und Peter F.E. Sloane (Hg.): *Design-Based-Research*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag (*Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, Beiheft 27), S. 15–41.

Faulstich-Wieland, Hannelore (2000): *Individuum und Gesellschaft. Sozialisationstheorien und Sozialisationsforschung*. Hand- und Lehrbücher der Pädagogik. München, Wien: R. Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Faulstich-Wieland, Hannelore (2008): *Sozialisation und Geschlecht*. In: Klaus Hurrelmann, Matthias Grundmann und Sabine Walper (Hg.): *Handbuch Sozialisationsforschung*. 7., vollständig überarbeitete Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Verlag, S. 240–253.

Faulstich-Wieland, Hannelore; Horstkemper, Marianne (2012): *Schule und Genderforschung*. In: Marita Kampshoff und Claudia Wiepcke (Hg.): *Handbuch Geschlechterforschung und Fachdidaktik*. Wiesbaden: Springer VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 25–38.

Fend, Helmut (1997): Schulleistung und Fähigkeitsselbstbild - Universelle Bezeichnungen oder kontextspezifische Zusammenhänge? - Literaturüberblick. In: Franz E. Weinert und Andreas Helmke (Hg.): *Entwicklung im Grundschulalter*. Weinheim: Beltz Verlag, Psychologie VerlagsUnion, S. 361–371.

Fischer, Hans-Joachim (2015): *Die Sachen darstellen und reflektieren*. In: Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske (Hg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 466–474.

Fischer, Reinhard (1999): *Die Polarisation der Aufmerksamkeit und das "Flow"-Phänomen. Das Konzentrationsphänomen bei Montessori und Csíkszentmihályi*. In: Harald Ludwig (Hg.): *Montessori-Pädagogik in der Diskussion. Aktuelle Forschungen und internationale Entwicklungen*. Freiburg im Breisgau: Herder-Verlag, S. 65–86.

- Fischer-Rizzi, Susanne (2011): Himmlische Düfte. Das große Buch der Aromatherapie. 25. Auflage. Aarau und München: AT-Verlag.
- Flick, Uwe (2011): Triangulation. Eine Einführung. 3., aktualisierte Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; Springer Fachmedien.
- Flick, Uwe (2017a): Triangulation in der qualitativen Forschung. In: Uwe Flick, Ernst von Kardoff und Ines Steinke (Hg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. 12. Auflage. Hamburg: rowohlt's enzyklopädie, S. 309–318.
- Flick, Uwe; Kardoff, Ernst von; Steinke, Ines (2017b): Was ist qualitative Forschung? Einleitung und Überblick. In: Uwe Flick, Ernst von Kardoff und Ines Steinke (Hg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. 12. Auflage. Hamburg: rowohlt's enzyklopädie, S. 13–29.
- Forgas, Joseph P. (1999): Soziale Interaktion und Kommunikation. Eine Einführung in die Sozialpsychologie. 4. Auflage. Weinheim: Beltz Verlag, Psychologie VerlagsUnion.
- Gadamer, Hans-Georg (2011): Wahrheit und Methode. In: Günter Figal (Hg.): Klassiker auslegen. 2., bearbeitete Auflage. Berlin: Akademie Verlag.
- Ganz, Chrischta (2014): Arzneipflanze des Jahres 2014: Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*). In: *Schweiz. Zschr. GanzheitsMedizin* 26, S. 17–18.
- Gebhard, Ulrich (2013): Kind und Natur. Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung. 4. Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Giest, Hartmut (2008): Handlungsorientiertes Lernen. In: Astrid Kaiser und Detlef Pech (Hg.): BASIS-WISSEN SACHUNTERRICHT. Neuere Konzeptionen und Zielsetzungen im Sachunterricht. Band 2. 2. korrigierte Auflage. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 90–98.
- Gietz, Paul; Laitenberger, Klaus; Schierle, Werner; Sternberg, Michael (2014): elemente chemie - Oberstufe. Einführungsphase - NRW. 1. Auflage. Stuttgart: Klett-Verlag.
- Gildemeister, Regine (2008): Soziale Konstruktion von Geschlecht: "Doing gender". In: Sylvia Marlene Wilz (Hg.): Geschlechterdifferenzen - Geschlechterdifferenzierungen. Ein Überblick über die gesellschaftlichen Entwicklungen und theoretische Positionen. Hagener Studententexte zur Soziologie. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 167–198.
- Gildemeister, Regine (2010): Doing Gender: Soziale Praktiken der Geschlechterunterscheidung. In: Ruth Becker und Beate Kortendiek (Hg.): Handbuch Frauen- und Geschlechterforschung. Theorie, Methoden und Empirie. Geschlecht & Gesellschaft. Band 35. Unter Mitarbeit von Barbara Budrich, Ilse Lenz, Sigrid Metz-Göckel, Ursula Müller und Sabine Schäfer. 3., erweiterte und durchgesehene Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 137–145.
- Gläser, Jochen; Laudel, Grit (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. 4. Auflage. Wiesbaden: VS-Verlag.
- Gläser-Zikuda, Michaela (2011): Qualitative Auswertungsverfahren. In: Heinz Reinders, Hartmut Ditton, Cornelia Gräsel und Burkhard Gniewosz (Hg.): Empirische Bildungsforschung. Strukturen und Methoden. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 109–119.
- Gollwitzer, Mario; Jäger, Reinhold S. (2007): Evaluation: Workbook. 1. Auflage. Weinheim [u.a.]: Beltz, PVU.
- Götz, Margarete; Kahlert, Joachim; Fölling-Albers, Maria; Hartinger, Andreas; Reeken, Dietmar von; Wittkowske, Steffen (2015): Didaktik des Sachunterrichts als bildungswissenschaftliche Disziplin. In: Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen

Wittkowske (Hg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 13-26.

Gräsel, Cornelia (2010): Stichwort: Transfer und Transferforschung im Bildungsbereich. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften* 13, S. 7–20.

Gröschner, Alexander (2007): Körpersprache im Unterricht. Perspektiven einer kommunikationsorientierten Bildungsforschung mithilfe von Unterrichtsvideos. In: *Bildungsforschung* 4 (2), S. 1–21.

Grygier, Patricia; Hartinger, Andreas (2012): Gute Aufgaben Sachunterricht. Naturwissenschaftliche Phänomene begreifen, 48 gute Aufgaben, für die Klassen 1 bis 4 (mit Kopiervorlagen). 2. Auflage. Berlin: Cornelsen Scriptor.

Häbe, Tamara; Joos, Jürgen; Zendler, Andreas (2018): Der Einfluss von Stationenarbeit und direkter Instruktion auf die Lernwirksamkeit im Mathematikunterricht. In: Andreas Zendler (Hg.): Unterrichtsmethoden für MINT-Fächer. Bausteine für die Verbesserung von Lernwirksamkeit und Unterrichtsqualität. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 81–116.

Häder, Michael (2010): Empirische Sozialforschung. Eine Einführung. 4. Auflage. Wiesbaden: Springer VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Hagemann-White, Carol (1984): Sozialisation: Weiblich - männlich? Opladen: Leske Verlag + Budrich GmbH.

Hannover, Bettina; Bettge, Susanne (1993): Mädchen und Technik. Unter Mitarbeit von Peter Scholz und Anita Schindler. Göttingen: Hogrefe.

Harrison, Allan G.; Treagust, David F. (2000): A typology of school science models. In: *International Journal of Science Education* 22 (9), 1011-1026.

Harten, Ulrich (2017): Physik - Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler. 7., bearbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin: Springer Vieweg, Springer-Verlag.

Hartinger, Andreas (2015): Empirische Zugänge. In: Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske (Hg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 47–50.

Hartinger, Andreas; Lohrmann, Katrin (2019): Entdeckendes Lernen. In: Ewald Kiel, Bardo Herzig, Uwe Maier und Uwe Sandfuchs (Hg.): Handbuch Unterrichten an allgemeinbildenden Schulen. Unter Mitarbeit von Jonas Scharfenberg. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 177–184.

Heering, Peter (2013): Storytelling als Zugang zur Bildung in den Naturwissenschaften. PhyDid B-Didaktik der Physik. Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung.

Heinicke, Susanne; Paffhausen, Carlotta; Zeisberg, Inga; Diehl, Christina (2016): Genderspezifische Unterschiede? Mädchen und Jungen beim Experimentieren im Physikunterricht. In: *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis - Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDChP) (Bd. 37)*, S. 158–161.

Heinzel, Friederike; Prengel, Annedore (2014): Mädchen und Jungen in der Grundschule. In: Wolfgang Einsiedler, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Friederike Heinzel, Joachim Kahlert und Uwe Sandfuchs (Hg.): Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. 4., ergänzte und aktualisierte Auflage. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 200–204.

Heiser, Patrick (2018): Meilensteine der qualitativen Sozialforschung. Eine Einführung entlang klassischer Studien. Wiesbaden: Springer VS.

Helming, Helene (1987): Montessori-Pädagogik. Ein moderner Bildungsweg in konkreter Darstellung. Schriften des Willmann-Instituts Freiburg - Wien. 12. Auflage. Freiburg im Breisgau: Herder-Verlag.

- Hempel, Marlies (2007): Geschlechtsspezifische Differenzen. In: Joachim Kahlert, Steffen Wittkowske, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Maria Fölling-Albers und Dietmar von Reeken (Hg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 1. Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 372–377.
- Hempel, Marlies; Coers, Linya (2015): Gender im Lehr-Lernprozess. In: Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske (Hg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 366–370.
- Herget, Ina; Spreckelsen, Kay; Wöhrmann, Holger (2004): Chemie und Geschlecht. Wie erschließen Jungen und Mädchen einfache chemische Sachverhalte? In: *Grundschulunterricht* 51 (3), S. 55–57.
- Herwartz-Emden, Leonie; Schurt, Verena; Waburg, Wiebke (2012): Mädchen und Jungen in Schule und Unterricht. 1. Auflage. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Heseker, Helmut; Heseker, Beate (2013): Nährstoffe in Lebensmitteln. Die große Energie- und Nährwerttabelle; mit Zusatztabellen zu sekundären Pflanzenstoffen, Linol- und Linolensäure, Laktose / Milchzucker, Oxal-, Salicyl- und Phytinsäure. 4., aktualisierte und erw. Auflage. Sulzbach im Taunus: Umschau-Zeitschr.-Verl.
- Himmelman, Gerhard (2008): John Dewey (1859 - 1952) - Begründer der amerikanischen Reformpädagogik. In: Astrid Kaiser und Detlef Pech (Hg.): BASISWISSEN SACHUNTERRICHT. Geschichte und historische Konzeptionen des Sachunterrichts. Band 1. 2. korrigierte Auflage. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 98–101.
- Hinz, Andreas; Hübscher, U.; Brähler, Elmar; Berth, Hendrik (2010): Ist Gesundheit das höchste Gut? - Ergebnisse einer bevölkerungsrepräsentativen Umfrage zur subjektiven Bedeutung von Gesundheit. In: *Gesundheitswesen* 72 (12), S. 897–903.
- HNO-Nachrichten (2009): Nase frei dank Meersalz. In: *Springer Medizin* 39 (6), S. 70.
- Hoffmann, Lore (1989): Die Interessen von Schülerinnen an Physik und Technik. Mögliche Ansatzpunkte für Unterricht auf der Sekundarstufe I. In: *Die Realschule* 97 (5), S. 201–205.
- Hoffmann, Lore (1996): Mädchen und Naturwissenschaften/Technik - eine schwierige Beziehung. In: Gertrud Pfister und Renate Valtin (Hg.): MädchenStärken. Probleme der Koedukation in der Grundschule / Arbeitskreis Grundschule. 2., unveränd. Auflage. Frankfurt a. M., S. 114–123.
- Hoffmann, Lore (1997): Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Ansatzpunkte zur Verwirklichung der Chancengleichheit für Mädchen. In: *Beispiele: In Niedersachsen Schule machen* 15 (2), S. 42–47.
- Hoffmann, Lore; Lehrke, Manfred (1986): Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 2 (32), S. 189–204.
- Hoffmann-Riem, Christa (1980): Die Sozialforschung einer interpretativen Soziologie. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 32, S. 339–372.
- Hopf, Christel (2017): Qualitative Interviews - ein Überblick. In: Uwe Flick, Ernst von Kardoff und Ines Steinke (Hg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. 12. Auflage. Hamburg: rowohlt's enzyklopädie, S. 349–360.
- Huang, Ronghuai; Spector, J. Michael; Yang, Junfeng (2019): Educational Technology. A Primer for the 21st Century. Singapore: Springer Nature.
- Hueber, Sabine (2016): Design-Based-Research als Methode zur Erforschung von innovativen Szenarien wissenschaftlicher Zusammenarbeit. In: Josef Wachtler, Martin Ebner, Ortrun Gröblinger, Michael Kopp, Erwin Bratengeyer, Hans-Peter Steinbacher et al. (Hg.): Digitale Medien: Zusammenarbeit in der Bildung. Münster New York: Waxmann, S. 14–23.

- Humbert, Ludger (2006): Didaktik der Informatik - mit praxiserprobtem Unterrichtsmaterial. 2. Leitfäden der Informatik. Wiesbaden: Teubner Verlag.
- Johnstone, Alex H. (1991): Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. In: *Journal of Computer Assisted Learning* 7 (2), S. 75–83.
- Jürgensen, Frank (2009): Didaktische Vereinfachung. In: Eberhard Rossa (Hg.): Chemiedidaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. 5. Auflage. Berlin: Cornelsen Scriptor, S. 92–111.
- Justi, Rosária; Gilbert, John K. (2002): Models and modelling in chemistry education. In: John K. Gilbert, Onno de Jong, Rosária Justi, David F. Treagust und Jan H. van Driel (Hg.): *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, S. 47–68.
- Kahlert, Joachim (2016): Der Sachunterricht und seine Didaktik. 4., aktualisierte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Kaiser, Astrid (2008): Konzepte und Ansätze für Mädchengerechten naturwissenschaftlichen Sachunterricht. In: Marlies Hempel (Hg.): *Fachdidaktik und Geschlecht*. Vechtaer Fachdidaktische Forschungen und Berichte. Heft 16. Vechta: Institut für Didaktik der Naturwissenschaften, der Mathematik und des Sachunterrichts, Hochschule Vechta, S. 67–97.
- Kaiser, Astrid (2012a): Genderforschung in der Sachunterrichtsdidaktik. In: Marita Kampshoff und Claudia Wiepcke (Hg.): *Handbuch Geschlechterforschung und Fachdidaktik*. Wiesbaden: Springer VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 259–272.
- Kaiser, Astrid (2012b): Sachunterrichtserzählungen - eine alte Methode für heutigen Sachunterricht? In: Astrid Kaiser und Detlef Pech (Hg.): *BASISWISSEN SACHUNTERRICHT*. Unterrichtplanung und Methoden. Band 5. 4., unveränd. Aufl. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 111–114.
- Kaiser, Astrid (2013): *Neue Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts*. 4. unveränderte Auflage. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Kaiser, Astrid; Zimmer, Renate (2015): *Bewegter Sachunterricht*. Basiswissen Grundschule. Band 32. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Kaiser, Constanze (1998): *Körpersprache der Schüler*. Lautlose Mitteilungen erkennen, bewerten, reagieren. Neuwied, Kriftel, Berlin: Hermann Luchterhand Verlag.
- Kastner, Ulrike; Kubelka, Wolfgang (2019): Phytotherapie. In: Michael Frass und Lothar Krenner (Hg.): *Integrative Medizin*. Evidenzbasierte komplementär-medizinische Methoden. Berlin: Springer, S. 255–262.
- Kerscher, Martina (2004): *Dermatocosmetik*. Unter Mitarbeit von Stefanie Williams: Springer-Verlag (ursprünglich erschienen bei Steinkopff Verlag Darmstadt).
- Kessler, Suzanne J.; McKenna, Wendy (1978): *Gender*. An Ethnomethodological Approach. New York: John Wiley & Sons.
- Kircher, Ernst (2015a): Elementarisierung und didaktische Rekonstruktion. In: Ernst Kircher und Girwidz, Raimund, Häußler, Peter (Hg.): *Physikdidaktik*. Theorie und Praxis. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum Verlag, S. 107–139.
- Kircher, Ernst (2015b): Modellbegriff und Modellbildung in der Physikdidaktik. In: Ernst Kircher und Girwidz, Raimund, Häußler, Peter (Hg.): *Physikdidaktik*. Theorie und Praxis. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum Verlag, S. 783–807.
- Klees, Guido; Tillmann, Alexander (2015): Design-Based-Research als Forschungsansatz in der Fachdidaktik Biologie. Entwicklung, Implementierung und Wirkung einer multimedialen Lernumgebung im Biologieunterricht zur Optimierung von Lernprozessen im Schülerlabor. In: *Journal für Didaktik der Biowissenschaften* (6), S. 91–110.

- Kleickmann, Thilo (2012): Kognitiv aktivieren und inhaltlich strukturieren im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Handreichungen des Programms SINUS an Grundschulen. Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) an der Universität Kiel. Kiel. Online verfügbar unter http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Kleickmann.pdf, zuletzt geprüft am 14.07.2020.
- Kleining, Gerhard (2001): Offenheit als Kennzeichen entdeckender Forschung. In: *Kontrapunkt: Jahrbuch für kritische Sozialwissenschaft und Philosophie* 1, S. 27–36.
- Knopp, Karl; Schwab, Martin (1981): Einführung in die Geschichte der Pädagogik. Pädagogen-Porträts aus vier Jahrhunderten. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Köck, Peter (2015): Wörterbuch für Erziehung und Unterricht. Das bewährte Fachlexikon für Studium und Praxis. 2. überarbeitete und ergänzte Auflage. Friedberg: Brigg Verlag, F.-J. Büchler KG.
- Koerber, Susanne (2014): Entwicklungspsychologie des Kindes. In: Wolfgang Einsiedler, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Friederike Heinzl, Joachim Kahlert und Uwe Sandfuchs (Hg.): Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. 4., ergänzte und aktualisierte Auflage. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 168–175.
- Kowal, Sabine; O'Connell, Daniel C. (2017): Zur Transkription von Gesprächen. In: Uwe Flick, Ernst von Kardoff und Ines Steinke (Hg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. 12. Auflage. Hamburg: rowohlt's enzyklopädie, S. 437–447.
- Krapp, Andreas (1992): Interesse, Lernen und Leistung. Neue Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 38 (5), S. 747–770.
- Krüger, Heinz-Hermann (2006): Forschungsmethoden in der Kindheitsforschung. In: *Diskus Kindheits- und Jugendforschung* (1), S. 91–115.
- Kruse, Otto (2001): Kunst und Technik des Erzählens. Wie Sie das Leben zur Sprache bringen können. Orig.-Ausg., 1. Auflage. Frankfurt: Zweitausendeins.
- Kubli, Fritz (1996): Erzählen in konstruktivistischer Sicht. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 2 (2), S. 39–50.
- Kubli, Fritz (2001): Narrative Aspekte im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 7, S. 25–32.
- Kubli, Fritz (2005): Mit Geschichten und Erzählungen motivieren. Beispiele für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Köln: Aulis Verl. Deubner.
- Kultusminister Konferenz (KMK) (2020): Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020. Berlin, Bonn.
- Kurz, Andreas; Stockhammer, Constanze; Fuchs, Susanne; Meinhard, Dieter (2007): Das problemzentrierte Interview. In: Renate Buber und Hartmut H. Holzmüller (Hg.): Qualitative Marktforschung. Konzepte - Methoden - Analysen. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, GWV Fachverlage GmbH, S. 463–476.
- Labede, Julia (2015): Aufmerksamkeit als Praxis. Pädagogische Beobachtungen. In: Sabine Reh, Kathrin Berdelmann und Jörg Dinkelaker (Hg.): Aufmerksamkeit. Geschichte - Theorie - Empirie. Wiesbaden: Springer VS, S. 95–114.
- Lamnek, Siegfried; Krell, Claudia (2016): Qualitative Sozialforschung. 6., überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Lange, Kim; Hartinger, Andreas (2014): Modellierungskompetenz - Konzeptionierungen und Verortung im Sachunterricht. In: Hartmut Giest, Hans-Joachim Fischer und Markus Peschel (Hg.): Lernsituationen und Aufgabenkultur im Sachunterricht. 1. Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 165–172.

- Lange, Kim; Spreckelsen, Kay (2015): Modelle. In: Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske (Hg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 485–490.
- Langeheinecke, Klaus; Kaufmann, André; Langeheinecke, Kay; Thieleke, Gerd (2017): Thermodynamik für Ingenieure. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für das Studium. 10., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Länger, Reinhard; Schiller, Heinz (2004): Gesundheit aus der Naturapotheke. Richtiger Umgang mit pflanzlichen Arzneimitteln. Wien: Springer-Verlag.
- Lange-Schubert, Kim; Rothkopf, Anne (2017): Naturwissenschaftliches Lehren und Lernen. In: Andreas Hartinger und Kim Lange-Schubert (Hg.): Sachunterricht - Didaktik für die Grundschule. 4. Auflage. Berlin: Cornelsen, S. 38–63.
- Lehner, Martin (2012): Didaktische Reduktion. 1. Auflage. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt-Verlag.
- Lehner-Simonis, Kornelia (2016): Kinder als Naturforscher/innen - KaN. Förderung der fachlichen und fachdidaktischen Kompetenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht zukünftiger Volksschulpädagog/innen. In: *GDSU-Journal* (5), S. 77–84.
- Lenarz, Thomas; Boenninghaus, Hans-Georg (2012): Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. 14., überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Lingenhöhl, Daniel (1999): Lexikon der Biologie - Physiologische Kochsalzlösung. Chefredakteur spektrum.de. Heidelberg. Online verfügbar unter <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/physiologische-kochsalzloesung/51597>, zuletzt geprüft am 27.04.2020.
- Lipper, Lena (2020): Genderspezifische Reaktionen von Grundschüler*innen beim Experimentieren im Sachunterricht der Jahrgangsstufe vier. Bachelorarbeit. Bielefeld: Universität Bielefeld.
- Loew Dieter; Schrödter, A.; Schilcher, H. (1997): Phytopharmaka bei katarrhalischen Erkrankungen der oberen und unteren Atemwege. In: Loew Dieter und Norbert Rietbrock (Hg.): Phytopharmaka III. Forschung und klinische Anwendung. 1. Auflage. Darmstadt: Steinkopff-Verlag, S. 179–190.
- Lohaus, Arnold; Vierhaus, Marc (2019): Entwicklungspsychologie. des Kindes- und Jugendalters für Bachelor. 4., vollständig überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer - Verlag.
- Lohrmann, Katrin; Hartinger, Andreas (2014): Lernemotionen, Lernmotivation und Interesse. In: Wolfgang Einsiedler, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Friederike Heinzl, Joachim Kahlert und Uwe Sandfuchs (Hg.): Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. 4., ergänzte und aktualisierte Auflage. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 275–279.
- Lück, Gisela (2000): Naturwissenschaften im frühen Kindesalter. Untersuchungen zur Primärbegegnung von Kindern im Vorschulalter mit Phänomenen der unbelebten Natur. Münster: Lit (Naturwissenschaft und Technik - Didaktik im Gespräch, Bd. 33).
- Lück, Gisela (2008): Neue leichte Experimente für Eltern und Kinder. 4. Auflage. Freiburg im Breisgau: Herder-Verlag.
- Lück, Gisela (2009): Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen. 2. Auflage der vollständig überarbeiteten und erweiterten Neuauflage (7. Gesamtauflage). Freiburg im Breisgau: Herder-Verlag.
- Lück, Gisela (2013a): Naturphänomene erleben. Experimente für Kinder und Erwachsene. für Kinder von 4-8 Jahren. Überarbeitete Neuauflage von "Leichte Experimente für Eltern und Kinder". Freiburg im Breisgau: Herder-Verlag.

- Lück, Gisela (2013b): Naturphänomene erleben. Experimente für Kinder und Erwachsene. Überarbeitete Neuauflage von "Leichte Experimente für Eltern und Kinder". Freiburg im Breisgau: Herder-Verlag.
- Lück, Gisela (2016): Leichte Experimente für Kinder. von 4 - 8 Jahren. Überarbeitete Neuauflage von "Neue leichte Experimente für Eltern und Kinder". Freiburg im Breisgau: Herder-Verlag.
- Lück, Gisela (2018): Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung in der Kita. 1. Auflage der vollständig überarbeiteten und erweiterten 2. Neuauflage (8. Gesamtauflage). Freiburg: Herder-Spektrum.
- Lüders, Christian (2017): Beobachten im Feld und Ethnographie. In: Uwe Flick, Ernst von Kardoff und Ines Steinke (Hg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. 12. Auflage. Hamburg: rowohlt's enzyklopädie, S. 384–401.
- Marohn, Annette (2013): "Chemische Mathematik". Mathematisierungen im Chemieunterricht verstehen lernen. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie* 24 (2), S. 8–14.
- Matissek, Reinhard; Baltes, Werner (2016): Lebensmittelchemie. 8., neu bearbeitete und aktualisierte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum Verlag.
- Mayer, J. G.; Will, H. (2018): Tradition trifft aktuelles Wissen. Heilmittel für die Haut. In: *DHZ - Deutsche Heilpraktiker Zeitschrift* 4, S. 48–52.
- Mayring, Philipp (2007): Designs in qualitativ orientierter Forschung. In: *Journal für Psychologie (Online)* 15 (2).
- Mayring, Philipp (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. In: Günter Mey und Katja Mruck (Hg.): Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 601–613.
- Mayring, Philipp (2015): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 12., überarbeitete Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Mayring, Philipp (2016): Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zum qualitativen Denken. 6., überarbeitete Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Mayring, Philipp (2017): Qualitative Inhaltsanalyse. In: Uwe Flick, Ernst von Kardoff und Ines Steinke (Hg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. 12. Auflage. Hamburg: rowohlt's enzyklopädie, S. 468–475.
- Mayring, Philipp; Gläser-Zikuda, Michaela; Ziegelbauer, Sascha (2005): Auswertung von Videoaufnahmen mit Hilfe der Qualitativen Inhaltsanalyse. Ein Beispiel aus der Unterrichtsforschung. In: *Medienpädagogik* 9, S. 1–17.
- McGee, Harold (2016): On Food and Cooking. Das Standardwerk der Küchenwissenschaft. 2. Auflage in deutscher Sprache. Stuttgart: Matthes-Verlag.
- McKenney, Susan; Reeves, Thomas C. (2019): Conducting educational design research. Second edition. London, New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Meier, Richard (1993): Dimensionen des Zusammenlebens. In: Roland Lauterbach, Walter Köhnlein, Hanna Kiper und Astrid-Inge Koch (Hg.): Dimensionen des Zusammenlebens. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Band 4. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften; Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V. (GDSU), S. 15–46.
- Meisterjahn-Knebel, Gudula (2018): Montessori-Pädagogik. Das System der Montessori-Institutionen - Nationale und internationale Verbreitung. In: Heiner Barz (Hg.): Handbuch Bildungsreform und Reformpädagogik. Wiesbaden: Springer VS, S. 273–285.
- Merten, Jörg (1997): Facial-affective behavior, mutual gaze, and emotional experience in dyadic interactions. In: *Journal of Nonverbal Behavior* 21 (3), S. 179–201.

- Merten, Jörg (2016): Mimik und Emotion - Die Bedeutung der Gesichtsbewegungen. *Facial Behavior and Emotion - The Meaning of Single Action Units*. In: *Psychologie in Österreich* 5, S. 291–299.
- Merzyn, Gottfried (2008): Naturwissenschaften, Mathematik, Technik - immer unbeliebter? Die Konkurrenz von Schulfächern um das Interesse der Jugend im Spiegel vielfältiger Untersuchungen. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Mey, Günter (2003): Zugänge zur kindlichen Perspektive. Methoden der Kindheitsforschung. In: *Veröffentlichungsreihe der Technischen Universität Berlin: Forschungsbericht aus der Abteilung Psychologie im Institut für Sozialwissenschaften* (Nr. 1).
- Mikos, Lothar (2017): Teilnehmende Beobachtung. In: Lothar Mikos und Claudia Wegener (Hg.): *Qualitative Medienforschung. Ein Handbuch*. 2., völlig überarbeitete und erweiterte Auflage. Konstanz und München: UVK Verlagsgesellschaft, S. 362–368.
- Möller, Kornelia (2015): Handlungsorientierung im Sachunterricht. In: Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske (Hg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 403-407.
- Montessori, Maria (1972): *Das kreative Kind. Der absorbierende Geist*. Herausgegeben und eingeleitet von Prof. Dr. Paul Oswald und Prof. Dr. Günter Schulz-Benesch. Freiburg im Breisgau: Herder-Verlag.
- Montessori, Maria (1974): *Die Entdeckung des Kindes*. Herausgegeben und eingeleitet von Paul Oswald und Günter Schulz-Benesch. 4. Auflage. Freiburg im Breisgau: Herder-Verlag.
- Montessori, Maria (1994): *Kinder sind anders*. Aus dem Italienischen von Percy Eckstein und Ulrich Weber bearbeitet von Helene Helmig. 9. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta im Deutschen Taschenbuch Verlag (dtv).
- Montessori, Maria (2007a): *Dem Leben helfen. Das Kind in der Familie und andere Vorträge nach der Rückkehr aus Indien über die Bildung des Menschen* (Kleine Schriften Maria Montessoris, Bd. 3). Herausgegeben und eingeleitet von Günter Schulz-Benesch. 2. Auflage. Freiburg im Breisgau: Herder-Verlag.
- Montessori, Maria (2007b): *Schule des Kindes. Montessori-Erziehung in der Grundschule*. Herausgegeben und eingeleitet von Prof. Dr. Paul Oswald und Prof. Dr. Günter Schulz-Benesch. 8. Auflage. Freiburg im Breisgau: Herder-Verlag.
- Moritz, Christine (2014): Vor, hinter, für und mit der Kamera: Viergliedriger Video-Analyserahmen in der Qualitativen Sozialforschung. In: Christine Moritz (Hg.): *Transkription von Video- und Filmdaten in der Qualitativen Sozialforschung. Multidisziplinäre Annäherungen an einen komplexen Datentypus*. Wiesbaden: Springer VS, S. 17–54.
- Morris, Daniel Luzon (1942): Lichenin and Arabin in Oats (*Avena Sativa*). In: *J. Biol. Chem.* (142), S. 881–891.
- Mühlen-Achs, Gitta (1998): *Geschlecht bewußt gemacht - Körpersprachliche Inszenierungen. Ein Bilder- und Arbeitsbuch*. 1. Auflage. München: Verlag Frauenoffensive.
- Myers, David G. (2014): *Psychologie*. 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin Heidelberg: Springer.
- Niederbacher, Arne; Zimmermann, Peter (2011): *Grundwissen Sozialisation. Einführung zur Sozialisation im Kindes- und Jugendalter*. Lehrbuch. 4., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Noack, Juliane (2010): Erik H. Erikson: Identität und Lebenszyklus. In: Benjamin Jörissen und Jörg Zirfas (Hg.): *Schlüsselwerke der Identitätsforschung*. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 37–54.

Özcan, Emine Büsra (2019): Handlungsorientierte, chemische Experimente zum Thema Heilpflanzen und Naturheilverfahren im Sachunterricht der vierten Jahrgangsstufe. Bachelorarbeit. Bielefeld: Universität Bielefeld.

Pahl, Angelika (2015): Diagnostik und Förderung naturwissenschaftlicher Kompetenzen durch differenzierte Experimentiereinheiten. Göttingen: Cuvillier Verlag.

Pahlow, Mannfried; Eichinger, Siegfried (1976): Natur - das gesundeste Hobby. München: J.F. Bergmann-Verlag (Copyright: Springer-Verlag Verlag, Berlin Heidelberg).

Paschotta, Rüdiger (2018): Verdampfungswärme und Kondensationswärme. Bad Dürkheim. Online verfügbar unter https://www.energie-lexikon.info/verdampfungswaerme_und_kondensationswaerme.html, zuletzt geprüft am 27.04.2020.

Perlin, Arthur; Suzuki, S. (1962): The structure of Lichenin: Selective Enzymolysis Studies. In: *Canadian Journal of Chemistry* (40), S. 50–56.

Pfeifer, Peter; Sommer, Katrin (2018a): Klassifikation von Modellen. In: Katrin Sommer, Judith Wambach-Laicher und Peter Pfeifer (Hg.): *Konkrete Fachdidaktik Chemie. Grundlagen für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht*. 1. Auflage. Seelze: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH, S. 524–527.

Pfeifer, Peter; Sommer, Katrin (2018b): Modelle und Erkenntnis. In: Katrin Sommer, Judith Wambach-Laicher und Peter Pfeifer (Hg.): *Konkrete Fachdidaktik Chemie. Grundlagen für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht*. 1. Auflage. Seelze: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH, S. 519–524.

Plöhn, Inken (1998): Flow-Erleben. Eine erlebnispädagogische Anleitung zum Motivationstraining für Jugendliche. Band 5 Schriftenreihe erleben & lernen. Neuwied, Kriftel, Berlin: Hermann Luchterhand Verlag.

Pommerening, Tanja (2005): Altägyptische Heilpflanzen - eine Perspektive für die moderne Phytotherapie? In: *Zeitschrift für Phytotherapie* 26 (2), S. 61–65.

Praetorius, Anna-Katharina; McIntyre, Nora A.; Klassen, Robert M. (2017): Reactivity effects in video-based classroom research: an investigation using teacher and student questionnaires as well as teacher eye-tracking. Reaktivitätseffekte in der videobasierten Unterrichtsforschung: Eine Untersuchung mittels Lehrer- und Schülereinschätzungen sowie Lehrer-Eye-Tracking. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften* 20, S. 49–74.

Prechtl, Markus (2005): "Doing Gender" im Chemieunterricht. Zum Problem der Konstruktion von Geschlechterdifferenz - Analyse, Reflexion und mögliche Konsequenzen für die Lehre von Chemie. Dissertation, Universität zu Köln. Köln.

Prentner, Angelika (2017): Heilpflanzen der Traditionellen Europäischen Medizin. Wirkung und Anwendung nach häufigen Indikationen. Berlin: Springer - Verlag.

Prenzel, Manfred; Geiser, Helmut; Langeheine, Rolf; Lobemeier, Kristin (2003): Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In: Wilfried Bos, Lankes, Eva-Maria, Prenzel, Manfred, Knut Schwippert, Renate Valtin und Gerd Walther (Hg.): *Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann, S. 143–187.

Pritzel, Monika; Brand, Matthias; Markowitsch, Hans J. (2009): Gehirn und Verhalten. Ein Grundkurs der physiologischen Psychologie. Heidelberg: Spektrum - Akademischer Verlag.

Procter & Gamble (2020): WICK Vapo Spray-Hypertonisches Meerwasser-Nasenspray. Online verfügbar unter <https://www.wick.de/de-de/produkte-gegen-erkaeltung-und-grippale-infekte/wick-verstopfte-nase-befreien-produkte/wick-vapospray-mit-meerwasser-hypertonisches-spray>, zuletzt geprüft am 27.04.2020.

Prondczynsky, Andreas von (2007): "Zerstreut vs. Aufmerksamkeit". Historische Rekonstruktionen eines spannungsvollen Verhältnisses. S. 114-137: *Jahrbuch für Historische Bildungsforschung* 13.

- Puhle, Annetrin; Trott-Tschepe, Jürgen; Möller, Birgit (2015): Heilpflanzen für die Gesundheit. 333 Pflanzen - neues und überliefertes Heilwissen. Pflanzenheilkunde, Homöopathie, Aromakunde. 2. Auflage. Stuttgart: Franckh Kosmos Verlag.
- Pütttschneider, Martin; Lück, Gisela (2004): Die Rolle des Animismus bei der Vermittlung chemischer Sachverhalte. In: *CHEMKON: Forum für Unterricht und Didaktik* 11 (4), S. 167–174.
- Rahfeld, Bettina (2017): Mikroskopischer Farbatlas pflanzlicher Drogen. 3., überarbeitete und korrigierte Auflage. Berlin Heidelberg: Verlag Springer Spektrum.
- Reichling, Jürgen; Frater-Schröder, Marijke; Saller, Reinhard; Fitzi-Rathgen, Julika; Gachnian-Mirtscheva, Rosa (2016): Heilpflanzenkunde für die Veterinärpraxis. 3., bearbeitete und ergänzte Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Reilly, David; Neumann, David L.; Andrews, Glenda (2019): Investigating Gender Differences in Mathematics and Science: Results from the 2011 Trends in Mathematics and Science Survey. In: *Research in Science Education* (49), S. 25–50.
- Reiners, Christiane S.; Saborowski, Jörg (2017): Auf dem Weg zum Chemieunterricht. In: Christiane S. Reiners (Hg.): Chemie vermitteln. Fachdidaktische Grundlagen und Implikationen. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum Verlag, S. 91–146.
- Reinhardt, Ingo (2003): Storytelling in der Pädagogik. Eine Einführung in die Arbeit mit Geschichten. Stuttgart: Ibidem.
- Reinmann, Gabi (2005): Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. In: *Unterrichtswissenschaft* 33 (1), S. 52–69.
- Remche, Regina (2019): Naturwissenschaftliche Aufbereitung von Experimenten zum Thema gesundheitsfördernde Wirkung von Tee für den Sachunterricht. Masterarbeit. Bielefeld: Universität Bielefeld.
- Reusser, Kurt; Baer, Matthias (1990): Denk- und Entwicklungspsychologie, Didaktiker und Lehrerbildner. In: *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 8 (3), S. 253–259.
- Rheinberg, Falko; Vollmeyer, Regina (2019): Motivation. Grundriss der Psychologie. Band 6. 9., erweiterte und überarbeitete Auflage. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen (2012): Sachunterricht: Herausgegeben vom Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Riechelmann, Herbert; Klimek, Ludger (1997): Pathophysiologie und klinische Diagnostik entzündlicher Erkrankungen der oberen Atemwege. In: Loew Dieter und Norbert Rietbrock (Hg.): Phytopharmaka III. Forschung und klinische Anwendung. 1. Auflage. Darmstadt: Steinkopff-Verlag, S. 111–134.
- Riegraf, Brigit (2010): Konstruktion von Geschlecht. In: Brigitte Aulenbacher, Michael Meuser und Brigit Riegraf (Hg.): Soziologische Geschlechterforschung. Eine Einführung. Studienskripten zur Soziologie. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 59–77.
- Risch, Björn (2006): Entwicklung eines an den Elementarbereich anschlussfähigen Sachunterrichts mit Themen der unbelebten Natur. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Naturwissenschaften der Universität Bielefeld. 1. Auflage. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Risch, Björn; Pfeifer, Peter (2018): Didaktische Reduktion - Elementarisierung. In: Katrin Sommer, Judith Wambach-Laicher und Peter Pfeifer (Hg.): Konkrete Fachdidaktik Chemie. Grundlagen für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht. 1. Auflage. Seelze: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH, S. 45–69.
- Roth, Gerhard (2003): Aus Sicht des Gehirns. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Sacher, Werner (2014): Leistung und Leistungserziehung in der Grundschule. In: Wolfgang Einsiedler, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Friederike Heinzl, Joachim Kahlert und Uwe Sandfuchs (Hg.):

Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. 4., ergänzte und aktualisierte Auflage. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 287–294.

Schekatz-Schopmeier, Sonja (2010): Storytelling - eine narrative Methode zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht der Grundschule. 1. Auflage. Göttingen: Cuvillier Verlag.

Schmidkunz, Heinz (2000): Es begann mit Aldehydgrün. Ein Beispiel für den Einsatz narrativer Didaktik. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie* 11 (57), S. 22–24.

Schmidkunz, Heinz; Lindemann, Helmut (2003): Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren. Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht. 6. unveränd. Auflage, Nachdr. der 3. Aufl. von 1992. Hohenwarsleben: Westarp-Wiss.-Verlagsges. (Didaktik, Naturwissenschaften, Band 2).

Schneeberger, Arthur; Petanovitsch, Alexander (2004): Geschlechtsspezifische Aspekte des Zugangs zu technischnaturwissenschaftlichen Bildungsgängen und Berufen. International vergleichende Analyse. Wien: IBW-Bildung & Wirtschaft Nr. 28.

Schneider, Georg; Hiller, Karl (1999): Arzneidrogen. 4. Auflage. Heidelberg / Berlin: Spektrum - Akademischer Verlag.

Scholz, E. (1994): Pflanzliche Gerbstoffe - Pharmakologie und Toxikologie. In: *Deutsche Apotheker Zeitung* 134 (34), S. 3167–3179.

Schrader, Friedrich-Wilhelm; Helmke, Andreas; Hosenfeld, Ingmar (2008): Stichwort: Kompetenzentwicklung im Grundschulalter. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften* 11 (1), S. 7–29.

Schultheis, Klaudia (2015): Erfahrungsorientierter Sachunterricht. In: Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske (Hg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 393–398.

Schumacher, Eva (2016): Montessori-Pädagogik verstehen, anwenden und erleben. Eine Einführung. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.

Schütze, Fritz (1978): Was ist "kommunikative Sozialforschung"? In: Adrian Gärtner und Sabine Hering (Hg.): Modellversuch "Soziale Studiengänge" an der GH Kassel. Materialien 12: Regionale Sozialforschung. Kassel: Gesamthochschulbibliothek, S. 117–131.

Schwab, Frank (2000): Affektchoreographien. Eine evolutionspsychologische Analyse von Grundformen mimisch-affektiver Interaktionsmuster. Dissertation.

Schwarz, Christina V.; Reiser, Brian J.; Davis, Elizabeth A.; Kenyon, Lisa; Achér, Andres; Fortus, David et al. (2009): Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. In: *Journal of Research and Science Teaching* 46 (6), S. 632–654.

Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2012): Empfehlung zur Gesundheitsförderung und Prävention in der Schule. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.11.2012. Online verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Daten/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_11_15-Gesundheitsempfehlung.pdf, zuletzt geprüft am 26.06.2020.

Selter, Christoph (2007): Interessen aufgreifen und weiterentwickeln. SINUS-Transfer Grundschule. Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Leibniz--Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) an der Universität Kiel. Kiel. Online verfügbar unter http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_STG/Mathe-Module/M7.pdf, zuletzt geprüft am 23.07.2020.

Sievert, Lars Endrik (1996): Naturheilkunde und Medizinethik im Nationalsozialismus. Wissenschaft 28. Frankfurt a. M.: Mabuse-Verlag.

- Skrock, Kimberly (2019): Die Durchführung von Schülerexperimenten zu Heilpflanzen und Naturheilkundlichen Methoden - Eine Untersuchung der experimentellen Zugewandtheit von GrundschülerInnen der Jahrgangsstufe 4 mit Hilfe der teilnehmenden Beobachtung. Bachelorarbeit. Bielefeld: Universität Bielefeld.
- Sollmann, Ulrich (2016): Einführung in Körpersprache und nonverbale Kommunikation. 2. Auflage. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme-Verlag und Verlagsbuchhandlung GmbH.
- Sommer, Katrin; Pfeifer, Peter (2018): Experiment und Erkenntnis. In: Katrin Sommer, Judith Wambach-Laicher und Peter Pfeifer (Hg.): Konkrete Fachdidaktik Chemie. Grundlagen für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht. 1. Auflage. Seelze: Aulis Verlag in Friedrich Verlag GmbH, S. 70–88.
- Soostmeyer, Michael (2002): Genetischer Sachunterricht. Unterrichtsbeispiele und Unterrichtsanalysen zum naturwissenschaftlichen Denken bei Kindern in konstruktivistischer Sicht. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Sörensen, Barbara (2011): Didaktische Überlegungen. In: Cornelia Hausherr, Gisela Lück und Barbara Sörensen (Hg.): Tüfteln, forschen, staunen. Naturwissenschaftliche Experimente für Kindergruppen von 4 bis 8. 4. Auflage. Goldach: Verlag LCH Lehrmittel 4bis8, S. 20–22.
- Stachowiak, Herbert (1973): Allgemeine Modelltheorie. Wien: Springer - Verlag.
- Stange, Rainer (2010): Naturheilkunde und komplementäre Medizin in der heutigen Gesellschaft: Eine Bestandsaufnahme zu Relevanz und Akzeptanz. In: Raymond Becker, Serkan Sertel, Isabel Stassen-Rapp und Ines Walburg (Hg.): "Neue" Wege in der Medizin. Alternativmedizin - Fluch oder Segen? Akademiekonferenzen Band 10. Heidelberg: Universitätsverlag Winter, S. 35–49.
- Stangl, Anton (1977): Die Sprache des Körpers. Menschenkenntnis für Alltag und Beruf. Düsseldorf: Econ Verlag GmbH.
- Steffensky, Mirjam (2015): Chemische Aspekte. In: Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske (Hg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 128–132.
- Steffensky, Mirjam; Lankes, Eva-Maria; Carstensen, Claus H.; Nölke, Christina (2012): Alltagssituationen und Experimente: Was sind geeignete naturwissenschaftliche Lerngelegenheiten für Kindergartenkinder? Ergebnisse aus dem SNaKE-Projekt. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften* 15 (1), S. 37–54.
- Stein, Barbara (2003): Polarisation der Aufmerksamkeit / Konzentration. In: Ulrich Steenberg (Hg.): Handlexikon zur Montessori-Pädagogik. Ulmer Beiträge zur Montessori-Pädagogik. Band 4. Unter Mitarbeit von Axel Holtz und Ulrich Klemm. 4., überabr. und erw. Aufl. Ulm: Verlagsgemeinschaft Kinders Verlag, Verlag Klemm & Oelschläger, S. 203–208.
- Steinbuch, Karl (1977): Denken in Modellen. In: Gerhard Schäfer, Gerhard Trommer und Klaus Wenk (Hg.): Denken in Modellen. 1. Auflage. Braunschweig: Westermann, S. 10–17.
- Sticher, Otto; Heilmann, Jörg; Zündorf, Ilse (Hrsg.) (2015): Hänsel / Sticher - Pharmakognosie Phytopharmazie. 10., völlig neu bearbeitete Auflage. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Stöhr, Manfred (2002): Ärzte Heiler Scharlatane. Schulmedizin und alternative Heilverfahren auf dem Prüfstand. Darmstadt Berlin Heidelberg: Steinkopff Springer.
- Strecker, Christine (2000): Hilf mir, es selbst zu tun. Selbstverantwortetes Lernen am Beispiel der Montessori-Pädagogik. In: *Lehrer-Journal. Grundschulmagazin* 68 (1), S. 8–9.
- Streller, Sabine; Bolte, Claus; Dietz, Dennis; La Noto Diega, Ruggero (2019): Chemiedidaktik an Fallbeispielen. Anregungen für die Unterrichtspraxis. Berlin: Springer Spektrum Verlag.

- Streller, Sabine; Roth, Klaus (2009): Von Seefahrern, Meerschweinchen und Citrusfrüchten. Der lange Kampf gegen Skorbut. In: *Chemie in unserer Zeit* 1 (43), S. 38–54.
- Süddeutsche Zeitung (2010): Alternative Heilmethoden. Eltern setzen auf Homöopathie. In: *Süddeutsche Zeitung*, 17.05.2010. Online verfügbar unter <https://www.sueddeutsche.de/leben/alternative-heilmethoden-eltern-setzen-auf-homoeopathie-1.410771>, zuletzt geprüft am 15.08.2020.
- Terzer, Eva; Upmeier zu Belzen, Annette (2008): Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung durch Modelle - Modellverständnis als Grundlage für Modellkompetenz. In: *Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB)-Biologie Lehren und Lernen* 16 (1), S. 33–56.
- Teuscher, Eberhard; Melzig, Matthias F.; Lindequist, Ulrike (2004): Biogene Arzneimittel. Ein Lehrbuch der Pharmazeutischen Biologie. 6., völlig neu bearbeitete Auflage. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.
- Thies, Wiltrud; Röhner, Charlotte (2000): Erziehungsziel Geschlechterdemokratie. Interaktionsstudie über Reformansätze im Unterricht. Unter Mitarbeit von Anke Hoffmann, Barbara Kiewening, Anne-Kathrin Mangels und Judith Nipper. Weinheim und München: Juventa-Verlag.
- Thomas, Bernd (2015): Vielperspektivischer Sachunterricht. In: Joachim Kahlert, Maria Fölling-Albers, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Susanne Miller und Steffen Wittkowske (Hg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 249–256.
- Trautmann-Voigt, Sabine; Voigt, Bernd (2009): Grammatik der Körpersprache. Körpersignale in Psychotherapie und Coaching entschlüsseln und nutzen. Unter Mitarbeit von Marlene Damm, Jochen Kehr, Karin Kröger, Christina Puzicha, Yona Shahar-Levy, Katja Marie Voigt et al. Stuttgart: Schattauer.
- Trautner, Hanns Martin (2006): Sozialisation und Geschlecht. Die entwicklungspsychologische Perspektive. In: Helga Bilden und Bettina Dausien (Hg.): *Sozialisation und Geschlecht. Theoretische und methodologische Aspekte*. Opladen: Verlag Barbara Budrich, S. 103–120.
- Tuma, René; Schnettler, Bernt; Knoblauch, Hubert (2013): Videographie. Einführung in die interpretative Videoanalyse sozialer Situationen. Wiesbaden: Springer VS.
- Uehleke, Bernhard (2016): Naturheilkunde. Pschyrembel Online. Pschyrembel Redaktion. Online verfügbar unter <https://www.pschyrembel.de/Naturheilkunde/KOF01/doc/>, zuletzt aktualisiert am 04.2016, zuletzt geprüft am 18.08.2020.
- Ullrich, Heiner (2008): Zur Aktualität der klassischen Reformpädagogik. In: Georg Breidenstein und Fritz Schütze (Hg.): *Paradoxien in der Reform der Schule. Ergebnisse qualitativer Sozialforschung. Studien zur Schul- und Bildungsforschung*. Band 22. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 73–94.
- Upmeier zu Belzen, Annette; Krüger, Dirk (2010): Modellkompetenz im Biologieunterricht. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 16, S. 41–57.
- van Horst, Helena; Fechner, Sabine; Sumfleth, Elke (2018): Unterscheidung von Kontexten für den Chemieunterricht. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 24 (1), S. 167–181.
- van Wyk, Ben-Erik; Wink, Coralie; Wink, Michael (2004): *Handbuch der Arzneipflanzen*. Ein illustrierter Leitfaden. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Vennemann, Ferdinand (1998): *Aspirin. Das universelle Medikament*. München: Humboldt-Taschenbuchverlag Jacobi KG.
- Verband der Chemischen Industrie e.V.: *Branchenporträt der deutschen chemisch-pharmazeutischen Industrie 2017*. Frankfurt / Main. Online verfügbar unter <https://www.vci.de/ergaenzende-downloads/2018-08-08-foliensatz-branchenportraet-deutsche-chemisch-pharmazeutische-industrie.pdf>, zuletzt geprüft am 08.07.2020.

- Vogel, Angelika (2017): Heilendes Kräuterwasser - Destillat aus Blüten und Blättern (Unser Land). Bayerischer Rundfunk (BR), 30.06.2017. Online verfügbar unter <https://www.br.de/mediathek/video/heilendes-kraeuterwasser-destillat-aus-blueten-und-blaettern-av:59567350b140130012496242>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.
- Vos, Paula de (2010): European Materia Medica in Historical Texts: Longevity of a Tradition an Implications for Future Use. In: *J Ethnopharmacol.* 132 (1), S. 28–47.
- Vuilleumier, Patrik (2005): How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. In: *TRENDS in Cognitive Sciences* 9 (12), S. 585–594.
- Wagenschein, Martin (1962): Die pädagogische Dimension der Physik. 3., erg. Aufl. Braunschweig: Georg Westermann Verlag.
- Wagner, Hildebert; Vollmar, Angelika; Bechthold, Andreas (2007): Pharmazeutische Biologie 2. Biogene Arzneistoffe und Grundlagen von Gentechnik und Immunologie. 7., völlig neu bearbeitete Auflage. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Watzlawick, Paul; Beavin, Janet H.; Jackson, Don D. (2017): Menschliche Kommunikation. Formen, Störungen, Paradoxien. Klassiker der Psychologie. 13., unveränderte Auflage. Bern: Hogrefe.
- Weiß, Johannes (2014): Arzt und Revolutionär der Antike - Hippokrates von Kos. In: *TumorDiagnostik & Therapie* 35 (8), S. 510.
- Wellenreuther, Martin (2013): Lehren und Lernen - aber wie? Empirisch-experimentelle Forschungen zum Lehren und Lernen im Unterricht. 6., vollständig überarbeitete Auflage. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Wendt, Heike; Bos, Wilfried; Selter, Christoph; Köller, Olaf; Schwippert, Knut; Kasper, Daniel (2016a): TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.
- Wendt, Heike; Bos, Wilfried; Selter, Christoph; Köller, Olaf; Schwippert, Knut; Kasper, Daniel (Hg.) (2016b): TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster, New York: Waxmann.
- Wendt, Heike; Steinmayr, Ricarda; Kasper, Daniel (2016c): Geschlechterunterschiede in mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen. In: Heike Wendt, Wilfried Bos, Christoph Selter, Olaf Köller, Knut Schwippert und Daniel Kasper (Hg.): TIMSS 2015. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Münster, New York: Waxmann, S. 257–297.
- Wesselmann, Hannah (2020): Experimente zu Heilpflanzen und Heilmethoden im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Studie zum affektiven Verhalten von Grundschülerinnen und Grundschulern unter der Betrachtung von Genderaspekten. Bachelorarbeit. Bielefeld: Universität Bielefeld.
- West, Candace; Zimmerman, Don H. (1987): Doing Gender. In: *Gender & Society* 1 (2), S. 125–151.
- Wied, Susanne (2016): Heilpflanzen. Pschyrembel Online. Pschyrembel Redaktion. Online verfügbar unter <https://www.pschyrembel.de/Heilpflanzen/T001E/doc/>, zuletzt aktualisiert am 04.2016, zuletzt geprüft am 18.08.2020.
- Wirth, Bernhard P. (2013): Was Sie schon immer über Menschenkenntnis, Charakterkunde und Körpersprache wissen wollten. Nachdruck der 1. Auflage. Frankfurt a. M.: mvg Verlag, Redline GmbH.
- Wirtz, Mark Antonius (Hg.) (2014): Lexikon der Psychologie. Dorsch_17. Auflage. Unter Mitarbeit von Janina Strohmer. 17., vollständig überarbeitete Auflage. Bern: Hans Huber - Verlag.
- Witzel, Andreas (1982): Verfahren der qualitativen Sozialforschung. Überblick und Alternativen. Frankfurt: Campus.

Woest, Volker (1997): Der "ungeliebte" Chemieunterricht? Ergebnisse einer Befragung von Schülern der Sekundarstufe 2. In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 50 (1), S. 50–56.

Wright, Andrew (2000): *Storytelling with Children*. 5. impr. Oxford: Oxford Univ. Press.

Wulfers, Ellen (2014): Heilpflanzen als Mittel gegen die Pest im Mittelalter und in der frühen Neuzeit. In: *Schweiz. Zschr. GanzheitsMedizin* 26, S. 34–44.

Wüstneck, Klaus Dieter (1966): Einige Gesetzmäßigkeiten und Kategorien der wissenschaftlichen Modellmethode. In: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* 14 (12), S. 1452–1467.

Wygotski, Lew Semjonowitsch (1987): *Ausgewählte Schriften*. Bd. 2. *Arbeiten zur psychischen Entwicklung der Persönlichkeit*. Köln: Pahl-Rugenstein.

Zeinz, Horst; Köller, Olaf (2006): Noten, soziale Vergleiche und Selbstkonzepte in der Grundschule. In: Agi Schröder-Lenzen (Hg.): *Risikofaktoren kindlicher Entwicklung. Migration, Leistungsangst und Schulübergang*. 1. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 177–190.

Eigenständigkeitserklärung

Die Ihnen vorliegende Arbeit entstand zwischen Oktober 2017 und September 2020 in der Arbeitsgruppe *Didaktik der Chemie* von Prof.in Dr. Gisela Lück der Fakultät für Chemie an der Universität Bielefeld.

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig angefertigt und mich keiner anderen, als den von mir explizit genannten Quellen und Hilfen bedient habe. Die dargestellten Abbildungen und Datensätze wurden von mir erstellt. Die Stellen der Arbeit, die anderen Werken entnommen worden sind, einschließlich verwendeter Tabellen und Abbildungen, wurden in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung gekennzeichnet.

Bielefeld, den _____

(Marina Brusdeilins)