pedocs
Open Access Erziehungswissenschaften

DIPF

Rott, Lisa

Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren. Die Unterrichtskonzeption "choice²explore"

Berlin : Logos Verlag 2018, XIV, 499 S. - (Lernen in Naturwissenschaften; 4) - (Dissertation, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 2018)

Quellenangabe/ Reference:
Rott, Lisa: Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren. Die Unterrichtskonzeption "choice²explore". Berlin : Logos Verlag 2018, XIV, 499 S. - (Lernen in Naturwissenschaften; 4) - (Dissertation, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 2018) - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-333815 - DOI: 10.25656/01:33381; 10.30819/4817

https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-333815
https://doi.org/10.25656/01:33381

in Kooperation mit / in cooperation with:

https://www.logos-verlag.de

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.
Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

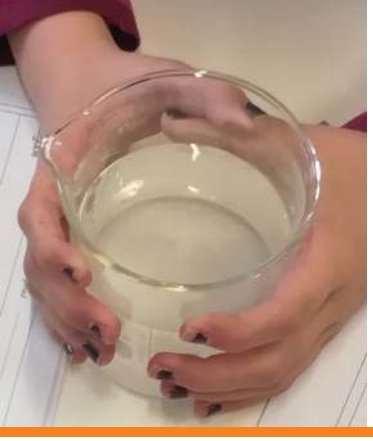
We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft



Band 4

Lernen in Naturwissenschaften

verstehen und entwickeln

A. Marohn (Hrsg.)

Lisa Rott

Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren: Die Unterrichtskonzeption „choice²explore“

λογος

Lernen in
Naturwissenschaften
Band 4

Lernen in Naturwissenschaften

Band 4

Herausgegeben von

Prof. Dr. Annette Marohn

Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Institut für Didaktik der Chemie

Lisa Rott

Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren: Die Unterrichtskonzeption „choice^{2}explore“

Logos Verlag Berlin

λογος

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Umschlagfotos: © Lisa Rott und Johannes Volk

© Copyright Logos Verlag Berlin GmbH 2019

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-4817-9
ISSN 2566-493X

Logos Verlag Berlin GmbH
Comeniushof, Gubener Str. 47,
10243 Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 42 85 10 90
Fax: +49 (0)30 / 42 85 10 92
http://www.logos-verlag.de

Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren: Die Unterrichtskonzeption „choice²explore“

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades des Doktors
in Erziehungswissenschaften
an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von:
Lisa Rott
Marl

2018

---

1. Gutachterin: Frau Prof. Dr. Annette Marohn
2. GutachterIn: Frau Prof. Dr. Simone Kröger
Tag der mündlichen Prüfung: 05.09.2018

„Within the inclusive pedagogical approach,
human diversity is seen as a strength,
rather than a problem,
as children work together, sharing ideas
and learning from their interactions
with each other."
(Florian & Spratt 2013, 122)

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden im Rahmen des Design-Based Research-Ansatzes Ziele praktischer und theoretischer Art verfolgt, um inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht zu entwickeln. Die Motivation hierzu begründet sich in der aktuellen Situation von Lehrkräften, die sich darin herausgefordert sehen Lernmaterialien und Unterricht zu gestalten, die alle SchülerInnen gleichermaßen (fachlich) fordern und fördern. Für solch einen Unterricht wird seitens der Theorie nicht nur individuelles, sondern auch gemeinsames Lernen und somit eine Partizipation aller an und im Unterricht gefordert (u. a. Boban & Hinz, 2003; Florian & Spratt, 2013; Wellensiek & Sliwka, 2013).

In der Fachdidaktik der Naturwissenschaften wird ein konstruktivistisches Verständnis vom Lehren und Lernen vertreten, bei dem die Anknüpfung an und die Weiterentwicklung von Schülervorstellungen ein zentrales Moment darstellen (Duit, Gropengießer & Marohn, 2017; Marohn, 2008).

Das Hauptanliegen der Arbeit liegt daher darin, ein Unterrichtskonzept zu entwickeln, dass sowohl Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen fördert, als auch gemeinsame Lernsituationen initiiert, um damit fachliches inklusives Lernen zu verwirklichen. Um dieses Ziel zu erreichen werden typische fachdidaktische, sonderpädagogische und inklusionspädagogische Aspekte und Konzepte, die unabhängig voneinander entwickelt wurden (s. Kap. 1-3), dargestellt und in einem weiteren Schritt gewinnbringend miteinander verknüpft (s. Kap. 5.3.4). Die so entwickelte Unterrichtskonzeption choice^{2}explore wurde im Rahmen von Design-Based Research (Barab & Squire, 2014) in einem iterativen Prozess immer weiter optimiert. Schrittweise wurden zunächst Einzelinterviews, dann Kleingruppenerprobungen und zuletzt Klassenerprobungen durchgeführt, um nach und nach Verbesserungen vorzunehmen und die Unterrichtskonzeption den Herausforderungen im inklusiven Kontext anzupassen. Inhaltlich fokussieren sich die daraus entstandenen Lernmaterialien auf die Themen „Lösen von Salz in Wasser“ und „Verdunsten von Wasser“ (s. Kap. 5.2).

Neben der Entwicklung des Unterrichtskonzeptes werden die Lernprozesse der SchülerInnen analysiert. Im Bereich des fachlichen Lernens wird der Fokus auf die Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen sowie ihr Umgang mit einem Teilchenmodell gelegt. Hierzu wurden die Lernmaterialien der SchülerInnen, die Post-Interviews und Follow-up Erhebungen analysiert. Die Lehrpersonen füllten Charakterisierungsbögen über die SchülerInnen aus, aus denen Diversitätsmerkmale abgeleitet wurden. Diese werden nicht im Sinne eines engen Inklusionsbegriffes verstanden, um SchülerInnen a priori zu klassifizieren. Sie dienen vielmehr dazu im Rahmen der Analysen die Lernerfolge der SchülerInnen zu verdeutlichen, um heuristischen Vorstellungen über Leistungen entgegenzuwirken. Außerdem wird analysiert, inwiefern sich gemeinsame Lernsituationen initiieren lassen und wie sich das gemeinsame Lernen in diesen ausgestaltet. Hierzu werden Videografien von 14 Kleingruppenarbeiten, die im Rahmen der Klassenerprobungen entstanden sind, analy-

siert und charakterisiert. Um tieferliegende Prozesse und Wirkmechanismen der Unterrichtskonzeption herauszustellen, werden Fallbeschreibungen zu Kleingruppen angeführt, die in den vorherigen Analysen besonders auffällig waren.

Die Darstellung der Vorstellungsentwicklungen zeigt, dass nahezu alle SchülerInnen ihre Vorstellungen erfolgreich hin zu fachlich anschlussfähigen Vorstellungen (weiter-)entwickeln. Ebenfalls gelingt es ihnen größtenteils dargebotene nicht anschlussfähige Vorstellungen im Rahmen der Kleingruppenarbeit, aber auch in Post- und Follow-up Erhebungen auszuschließen, sodass Vorstellungsveränderungen als nachhaltig beschrieben werden können.

Um den Lösevorgang auf submikroskopischer Ebene zu beschreiben, benennen und nutzen die SchülerInnen größtenteils das eingeführte Teilchenmodell. Einige SchülerInnen leisten Übertragungen auf ein weiteres Phänomen oder merken Kritik an der Modelldarstellung an. Die Zusammenführung dieser Ergebnisse mit dem Modell der Modellkompetenz nach Upmeier zu Belzen & Krüger (2010) verdeutlicht, dass die SchülerInnen implizite Modellkompetenz zeigen. Hinsichtlich der betrachteten Diversitätsmerkmale finden sich ähnliche Lernprozesse zur Gesamtgruppe, was darauf hindeutet, dass alle SchülerInnen fachliche Lernprozesse zeigen.

Im Rahmen der Kleingruppenarbeiten werden gemeinsame Lernsituationen initiiert, in denen die SchülerInnen vorrangig gleichberechtigt kollaborierend arbeiten. Typische kollaborative Handlungen sind das Metakooperieren, das Deuten, das Beobachten, einen Versuchsschritt Durchführen sowie das Erklären. Das naturwissenschaftliche Arbeiten zeigt sich hier als Chance, gemeinsame Lernsituationen zu verwirklichen. Hinsichtlich der Diversitätsmerkmale zeigen sich lediglich kleine Tendenzen dahin, dass SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf geringer in Kollaborationen eingebunden sind und ihnen mehr geholfen wird. Dennoch können die initiierten Lernsituationen als insgesamt ausgeglichen und stark kollaborierend beschrieben werden.

Die Zusammenführung der Ergebnisse erfolgt – wie für Design-Based Research typisch – im Rahmen einer Theoriebildung (s. Kap. 7). In dieser wird nicht nur der Aspekt „What works?“ beschrieben, sondern auch wie die einzelnen Elemente Zusammenwirken („How does it work?“). Hierbei wird beschrieben, wie sich einzelne Aspekte unterstützen, welche Merkmale für das Gelingen von gemeinsamem und fachlichem Lernen bedeutsam sind und insbesondere, welche Rolle das Experimentieren in diesen einnimmt. Diese retrospektive Analyse bringt außerdem allgemeine Gestaltungskriterien zum Vorschein, die über die Grenzen der Gestaltung von inklusivem naturwissenschaftlichen Sachunterricht hinaus bedeutsam sein können.

Danksagung

Von Herzen möchte ich mich bei einigen Personen bedanken, die mich im Laufe des Projektes und der Fertigstellung dieser Arbeit begleitet und unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt meiner Doktormutter Frau Prof. Dr. Annette Marohn für den Mut zu diesem Projekt, die Betreuung währenddessen und für die Erstellung des Erstgutachtens. Ich danke dir für deine konstruktive und positive Art, für spannende (fachliche) Diskussionen und persönliche Momente.

Frau Prof. Dr. Simone Kröger danke ich für ihre herzliche Offenheit, ihre stets konstruktive Kritik sowie für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Herrn Prof. Dr. Fischer sowie Herrn Prof. Dr. Souvignier danke ich für die Bereitschaft zur Übernahme des Prüfungsvorsitzes in den Fächern Bildungswissenschaften und Psychologie.

Danke liebe SchülerInnen und Lehrerinnen für eure großartige Mitarbeit, euer Interesse und euer Vertrauen. Ohne euch wäre dieses Projekt nicht möglich gewesen!

Ein herzlicher Dank gilt außerdem allen KollegInnen der Chemiedidaktik Münster. Ganz besonders bedanke ich mich bei Felicitas Jürgensmeier, Florian Jungkamp, Maria Egbers, Yvonne Rath, Stefan Stucky, Eva Kolbeck, Rebekka Schillmüller, Friederike Rohrbach-Lochner, Björn Dellbrügge, Fabian Gust und Jan-Bernd Haas. Danke euch für die wertvolle und lernreiche Zeit – aus der einige tiefe Freundschaften entstanden sind. Ohne euch wäre die Zeit sicher nich halb so schön gewesen. Außerdem möchte ich Yvonne Rath, Marilyn Enste, Mareike Geissler und vor allem Johannes Volk für ihre Mitarbeit an Materialien und Analysen bedanken. Annika Büser und Maria Egbers danke ich herzlich für die Übernahme der Korrektur der Arbeit.

Ein weiteres Dankeschön geht an meine engen FreundInnen, meine Eltern und Schwestern. Danke, dass ich mich jeder Zeit auf euch verlassen kann, für eure Nachsicht und eure herzliche Unterstützung zu jeder Zeit. Ein besonderer Dank geht an Bernd. Danke, dass du mir immer den Rücken stärkst!

A. Einleitung **1**

B. Theoretischer Bezugsrahmen **5**

1. Konstruktivistisches Verständnis vom Lehren und Lernen **5**

2. Naturwissenschaftlicher Sachunterricht **11**

2.1 Die naturwissenschaftliche Perspektive im Sachunterricht 11

2.2.1 Schülervorstellungen 12

2.1.1 Schülervorstellungen (weiter-)entwickeln 14

2.1.1.1 Kognitive Ansätze 14

2.1.1.2 Situativ-sozial-affektive Ansätze 17

2.1.1.3 Strategien 19

2.1.1.4 choice²learn 21

2.1.2 Schülervorstellungen zum Lösevorgang und zur Verdunstung 23

2.1.2.1 Lösevorgang 23

2.1.2.2 Verdunstung 25

2.1.2.3 Mögliche Ursachen 26

2.2 Lernen mit Modellen 26

2.2.1 Modelle und Teilchenmodelle 27

2.2.2 Entwicklung von Modellkompetenz 29

2.3 Zwischenfazit 33

3. Inklusiver (Sach-)Unterricht **35**

3.1 Schulische Inklusion 35

3.1.1 Entwicklung und Zieldimensionen 36

3.1.2 Wirksamkeit 41

3.1.3 Zwischenfazit 44

3.2 Herausforderungen und Chancen für inklusiven (Sach-)Unterricht 45

3.2.1 Einflussfaktoren auf die Lernentwicklung 46

3.2.2 Soziale Aspekte 47

3.2.3 SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf 48

3.2.4 Sprache und Kultur 52

3.2.5 Zwischenfazit 54

3.3 Lösungsansätze für inklusiven (Sach-)Unterricht 55

3.3.1 (Fach-)Didaktische Konzepte 55

3.3.1.1 Entwicklungslogische Didaktik 56

3.3.1.2 Der Kern der Sache 58

3.3.1.3 Gemeinsame Lernsituationen 59

3.3.1.4 Planungsmodelle 60

3.3.1.5 Zwischenfazit 65

3.3.2 Gestaltung von Lernmaterialien und Unterricht im inklusiven Kontext 66
3.3.2.1 Ermöglichung verschiedener Aneignungswege 68
3.3.2.2 Visuelle Gestaltung 70
3.3.2.3 Sprachliche Gestaltung 74
3.3.2.4 (Kognitive) Strukturierung 80
3.3.2.5 Classroom Management 83
3.3.2.6 Gemeinsames Lernen 85
3.3.2.7 Zwischenfazit 89

C. Methodisches Vorgehen 91

4. Methodischer und methodologischer Bezugsrahmen 91
4.1 Design-Based Research 91
4.1.1 Entwicklung des Ansatzes 91
4.1.2 Merkmale des DBR 93
4.1.3 Kritik am DBR Ansatz 94
4.1.4 DBR im inklusiven Kontext 95
4.2 Methodik 98
4.2.1 Mixed-Methods Design 98
4.2.2 Qualitative Inhaltsanalyse 100
4.2.3 Gütekriterien 103
4.2.4 MAXQDA – die verwendete Analysesoftware 105
4.3. Design der Studie 106
4.3.1 Ablaufmodell 106
4.3.2 Ablauf der Framingphase im Projekt 109
4.3.3 Ablauf des Design-Experiments im Projekt 110
4.1.1.1 Forschungsfragen 115
4.3.4 Datenüberblick 118
5. Design-Experiment 121
5.1 Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf zum Lösevorgang und zu Phasenübergängen 121
5.1.1 Datenaufnahme 121
5.1.2 Instrumente 122
5.1.3 Datenaufbereitung und -analyse 124
5.1.4 Ergebnisse 125
5.1.5 Fazit zu „Schülervorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf“ 127
5.2 Entwicklung der Unterrichtskonzeption choice²explore und Lernmaterialien 128
5.2.1 Grundlagen des ersten Designs 128
5.2.2 Ergebnisse 131

5.2.2.1 Lernmaterialien zur Verdampfung 131
5.2.2.2 Lernmaterialien zur Verdunstung 151
5.3 Überarbeitung der Lernmaterialien und der Unterrichtsorganisation 157
5.3.1 Datenaufnahme 157
5.3.2 Datenauswertung 159
5.3.3 Ergebnisse 160
5.3.3.1 Lernmaterial: Lösevorgang 160
5.3.3.2 Lernmaterial: Verdunstung 166
5.3.4 Fazit zu „Entwicklung und Überarbeitung der Unterrichtskonzeption“ 170
5.4 Vorstellungsentwicklungen im Rahmen von choice²explore 175
5.4.1 Datenaufnahme 175
5.4.2 Instrumente 178
5.4.3 Datenaufbereitung und -analyse 182
5.4.4 Ergebnisse 189
5.4.4.1 Vorstellungen zum Lösevorgang 189
5.4.4.2 Fazit zu „Vorstellungen zum Lösevorgang“ 190
5.4.4.3 Vorstellungsentwicklungen 191
5.4.4.4 Langfristige Vorstellungsentwicklung 196
5.4.4.5 Fazit zu „Vorstellungsentwicklung“ 200
5.4.4.6 Ausschluss von Vorstellungen in der Gruppenarbeit 200
5.4.4.7 Ausschluss von Vorstellungen individuell 205
5.4.4.8 Langfristiger Ausschluss von Vorstellungen individuell 210
5.4.4.9 Fazit zu „Ausschluss von Vorstellungen“ 223
5.5 Analyse der Teilchenmodellnutzung 224
5.5.1 Datenaufnahme 224
5.5.2 Datenaufbereitung und -analyse 225
5.5.3 Ergebnisse 227
5.5.3.1 Modellnutzung der SchülerInnen 227
5.5.3.2 Modellnutzung aus Sicht der Lehrpersonen 236
5.5.3.3 Modellnutzung im Bezug zur Modellkompetenz 237
5.5.4 Fazit zu „Modellnutzung“ 240
5.6 Analysen des gemeinsamen Lernens 242
5.6.1 Datenaufnahme 242
5.6.2 Instrument: Videografie 242
5.6.3 Datenaufbereitung und -analyse 244
5.6.4 Ergebnisse 252
5.6.4.1 Gemeinsames Lernen im Überblick über alle Gruppen 252
5.6.4.2 Gemeinsames Lernen gruppenspezifisch 272
5.6.4.3 Gemeinsames Lernen aus LehrerInnensicht 281

5.6.5 Fazit zu „Gemeinsames Lernen“ 283
5.7 Fallbeschreibungen 285
5.7.1 Gruppe Gs4K1G6 286
5.7.2 Gruppe Gs5K2G8 291
5.7.3 Gruppe Gs2K1G1 293
5.7.4 Gruppe Gs5K2G5 298
5.7.5 Gruppe Gs2K1G5 304
5.7.6 Gruppe Gs2K1G4 310
5.7.7 Gruppe Gs2K1G3 315
5.7.8 Gruppe Gs5K2G2 321
5.7.9 Gruppe Gs4K1G3 325
5.7.10 Gruppe Gs4K1G7 329
5.7.11 Fazit zu „Fallbeschreibungen“ 334

D. Re-Framing 339

6. Zusammenfassung 339
6.1 Erhebung von Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf 340
6.2 Entwicklung der Unterrichtskonzeption choice²explore mit Lernmaterialien 340
6.3 Analysen der Lernprozesse innerhalb der Unterrichtskonzeption 342
6.3.1 Vorstellungsentwicklungen 343
6.3.2 Teilchenmodellnutzung 347
6.3.3 Gemeinsames Lernen 348
6.3.4 Fallbeschreibungen 352
7. Theoriebildung 355
7.1 What works? 356
7.2 How does it work? 360
8. Reflexion und Ausblick/Diskussion 369
8.1 Überprüfung der Gütekriterien 369
8.2 Methodologische Reflexion im inklusiven Kontext 373
8.3 Forschungsdesiderate 375

E. Verzeichnisse 381

9. Literaturverzeichnis 381
10. Abkürzungsverzeichnis 406
11. Abbildungsverzeichnis 406
12. Tabellenverzeichnis 409

Anhang **413**

Anhang A: Lernmaterial 414
Anhang B: Interviewleitfäden 444
Anhang C: Kategorienleitfäden 451
Anhang D: Transkriptsonsregeln und Beispieltranskript 479
Anhang E: weitere Ergebnisdarstellungen 485
Anhang F: Projektdateien und bearbeitete Materialien 495

A. Einleitung

> *„[...] viele Kinder die sind einfach ja auch besondere Kinder eben. [...] Und ich finde das ist wirklich ´ne richtige Herausforderung. Und wir haben viele besondere Kinder.“ (L 3)*

Dieses Zitat einer Lehrperson aus dem Projekt macht deutlich, vor welchen Herausforderungen Sachunterrichtslehrkräfte im inklusiven Kontext derzeit stehen: Sie sollen ihren Unterricht so gestalten, dass er das Lernen aller SchülerInnen[1] bestmöglich unterstützt und fördert. Die Heterogenität der Lerngruppen in den Grundschulen in Deutschland ist in den letzten Jahren aufgrund der Ratifizierung der UN-Behindertenrechtskonvention, aber auch aufgrund von Migrationsströmen stark angestiegen. Lehrkräfte sind jeden Tag aufs Neue gefordert mit dieser Vielfalt umzugehen und dabei keine/n SchülerIn zu vernachlässigen. Dieser Schulentwicklung hinkt die Unterrichtsentwicklung und Forschung dazu jedoch stark hinterher: Die Didaktiken der naturwissenschaftlichen Fächer hatten verstärkt den Unterricht an Regelschulen im mehrgliedrigen Schulsystem im Blick. Auf der anderen Seite hat sich die Sonderpädagogik auf Fragen spezieller Förderung in Bezug auf bestimmte Unterstützungsbedarfe und -maßnahmen fokussiert; fachdidaktische Aspekte spielten kaum eine Rolle. Weiterhin nehmen Forschungen und theoretische Konstrukte im Bereich der Integrationspädagogik und Inklusionsdidaktik eher allgemeindidaktische Fragen in den Fokus. Wie jedoch Konzepte aus Fachdidaktik und Sonderpädagogik sowie inklusive Ansätze miteinander verknüpft und konkretisiert umgesetzt werden können, ist zurzeit noch unklar. Bis auf wenige Arbeiten (Schomaker, 2007; Seitz, 2005) bestehen kaum Konzepte, wie inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht konkret gestaltet werden kann.

Inklusiver Unterricht hat das Ziel, allen SchülerInnen eine Partizipation im und am Unterricht zu ermöglichen. Dies bedeutet, dass sich konkrete Fragen zur Umsetzung der Inklusion auf Unterrichtsebene und insbesondere im jeweiligen Fach stellen: Im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht stellt sich die Frage, wie *alle* SchülerInnen eine scientific literacy entwickeln können. Dabei soll der Blick auf die Fähigkeiten der SchülerInnen gerichtet werden. Es geht darum Unterschiede „wahrzunehmen, zu akzeptieren und zu reflektieren, um daran anknüpfend didaktisch handeln zu können“ (Kullmann, Lütje-Klose, & Textor, 2014, 89). Für den naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutet dies, von den Vorstellungen, die SchülerInnen zu einem naturwissenschaftlichen Phänomen haben, ausgehend den Unterricht zu gestalten. Die fachdidaktische Forschung hat bereits zu vielen Phänomenen Vorstellungen, die SchülerInnen mit in den Unterricht bringen, beschrieben und es wurden Konzepte zur Anknüpfung und Veränderung dieser individuellen Schüler-

[1] Im Folgenden wird das Binnen-I zur Bezeichnung von Personengruppen genutzt, bei denen sowohl die weibliche als auch die männliche Form gemeint ist.

vorstellungen entwickelt (Marohn, 2008). Jedoch wurden SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf oder weiteren Diversitätsmerkmalen dabei bislang nicht explizit in den Blick genommen (Rott & Marohn, 2015).
Eine inklusive Grundhaltung bedeutet auch, dass den SchülerInnen nicht anhand von Diverstitätsmerkmalen (äußere) Differenzierungsmaßnahmen zugeordnet werden. Im Gegenteil: Es soll ein Lernen mit- und voneinander möglich werden, bei dem sich jeder im Sinne einer natürlichen Differenzierung seinen Fähigkeiten entsprechend einbringen kann (Florian & Spratt, 2013). Lehrpersonen konkretisieren im Projekt die Herausforderungen, vor denen sie gerade im Besonderen bei der konkreten Umsetzung solcher gemeinsamen Lernsituationen stehen:

> *„Wir brauchen viel, viel, viel mehr Unterstützung. Sowohl Personal, als auch Material und Räumlichkeiten." (L1)*

> *„Und das [...] so zu gestalten im Unterricht, dass da jeder ehm (.) ja auch (.) ans Arbeiten überhaupt erstmal kommt, weil oftmals ist dann schon die Schwelle so groß für manche Kinder." (L2)*

> *„Diese Gruppenarbeit an sich [...]. Das so zu machen, dass jeder auch mitarbeiten kann und dass die gegenseitig voneinander lernen können und nicht da einer alles macht." (L4)*

Aus den Beschreibungen der Lehrpersonen im Projekt wird deutlich, dass es an konkreten Umsetzungsmöglichkeiten fehlt, inklusiven Sachunterricht zu gestalten, der sowohl das fachliche Lernen als auch das gemeinsame Lernen aller SchülerInnen fördert. Gleichzeitig fehlen aus fachdidaktischer Sicht theoretische Konstrukte, die beschreiben, wie inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht gestaltet werden kann, der alle SchülerInnen im Blick hat. Insbesondere fehlt es an Untersuchungen, die beschreiben, *wie* sich die fachlichen und gemeinsamen Lernprozesse der SchülerInnen in inklusiv gestalteten Lernsettings gestalten. Die vorliegende Arbeit versucht diese bestehenden Lücken in Theorie und Praxis an einem Beispiel zu schließen und dabei die Perspektiven der Fachdidaktik, Sonderpädagogik und Inklusionspädagogik zu befragen und gewinnbringend miteinander zu verknüpfen. Dabei soll auf bereits bewährten Konzepten, wie beispielsweise das Anknüpfen an Schülervorstellungen oder die Gestaltung von Lernmaterialien hinsichtlich kognitiver Strukturierung, visuellen Gestaltungsmerkmalen u. ä., aufgebaut werden. Die Arbeit verfolgt daher die übergeordnete Frage:

> *In welcher Weise lassen sich Schülervorstellungen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen im inklusiven Sachunterricht (weiter-)entwickeln und dabei gemeinsames Lernen initiieren?*

Dieser Frage wird im Rahmen des Design-Based Research-Ansatzes nachgegangen. Der Ansatz ermöglicht es, eine Fragestellung aus der Praxis aufzugreifen und sie auf prakti-

scher und theoretischer Ebene in einem iterativen Prozess zu bearbeiten. In der vorliegenden Arbeit umfasst dies die Entwicklung einer Unterrichtskonzeption, die die individuellen Vorstellungen der SchülerInnen aufgreift, weiterentwickelt und dabei gemeinsames fachliches Lernen initiiert. Zunächst werden dazu Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf erhoben und mit bereits bekannten Vorstellungen von RegelschülerInnen in Bezug gesetzt. Darauf aufbauend wird eine Unterrichtskonzeption mit Lernmaterialien auf der Grundlage von Konzepten der Disziplinen Fachdidaktik, Sonderpädagogik und inklusive Pädagogik zyklisch entwickelt, erprobt und optimiert. Die Lernmaterialien sollen auch in einem nächsten Schritt Lehrpersonen zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin wird in der Arbeit auf theoretischer Ebene angestrebt, Faktoren herauszuarbeiten, die das Gelingen der Unterrichtskonzeption unterstützen. Dies geschieht durch die genaue Betrachtung der Lernprozesse der SchülerInnen. Es werden sowohl Analysen zu Vorstellungsentwicklungen, dem Umgang mit einem Teilchenmodell, als auch dem gemeinsamen Lernen im Rahmen der entwickelten Unterrichtskonzeption durchgeführt. Im Hinblick dieser Analysen auffällige Gruppen werden anhand von Fallbeschreibungen genauer charaktersiert indem die einzelnen Ergebnisse dargestellt und durch tiefere Interpretationen erweitert werden.

Aus den praktischen und theoretischen Ergebnissen werden daraufhin Aspekte identifiziert, die für die Gestaltung und das Gelingen von inklusivem naturwissenschaftlichem Unterricht von Bedeutung sind und möglicherweise auch über den Sachunterricht hinaus Anwendung finden können. In dieser Beschreibung des „What works“ und „How does it work“ werden die verschiedenen Ergebnisse aufeinander bezogen, um tiefergehend zu beschreiben, welche Faktoren sowohl das fachliche als auch das gemeinsame Lernen fruchtbar machen und somit zu einer Theoriebildung zur Gestaltung von fachlichen gemeinsamen Lernsituationen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht beitragen.

Da in der Arbeit verschiedene Aspekte zusammenfließen und die zyklische Vorgehensweise im Design-Based Research komplex und vielschichtig ist, wurde versucht einen leserfreundlichen Aufbau zu gestalten.

Die Arbeit gliedert sich wie folgt: Zunächst werden bestehende Konzepte und theoretische Konstrukte aus den Bereichen der Naturwissenschaftsdidaktik, der sonderpädagogischen Förderung sowie aus dem integrations- und inklusionsdidaktischen Bereich theoretisch umrissen und hinsichtlich ihres inklusiven Potentials beleuchtet (Kap. B). Diese Aspekte sind nach und nach im iterativen Verlauf in das Design miteingeflossen. Sie werden in der vorliegenden Arbeit jedoch in einem abgehandelt, um es dem Leser zu ermöglichen die Schwerpunkte gebündelt wiederzufinden. Im nächsten Teil der Arbeit wird zunächst das methodische Vorgehen im Rahmen von Design-Based Research in Bezug auf die iterative Entwicklung des didaktischen Designs sowie hinsichtlich der Analysen der Lernprozesse mit Hilfe eines Mixed-Methods-Designs und der qualitativen Inhaltanalyse beschrieben (Kap. 4). Darauf aufbauend werden das Design der Studie und die Fragestellungen, die in

einzelnen Schritten des Projektes bearbeitet wurden, dargestellt (Kap. 4.3). Die Fragestellungen gliedern die weitere Struktur der Arbeit: Zunächst wird die Erhebung von Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf fokussiert (Kap. 5.1). Daran anschließend wird die Entwicklung und Optimierung der Unterrichtskonzeption choice²explore sowie ihrer Lernmaterialien zum Lösevorgang von Salz in Wasser und der Verdunstung von Wasser beschrieben (Kap. 5.2 und 5.3). Lernprozesse, die im Rahmen der Erprobungen in choice²explore dokumentiert wurden, werden analysiert und Ergebnisse dargestellt. Da bei den Analysen jeweils spezifische Analyseformen durchgeführt und Kategoriensysteme vorgenommen wurden, findet sich diese Vorgehensweise im jeweiligen Bereich des Analysefokusses. Die Vorgehensweisen im Rahmen der Analysen werden im jeweiligen Abschnitt erläutert und die Ergebnisse im Rahmen von Fazits beschrieben und diskutiert. Fokussiert wird hierbei auf die Vorstellungsentwicklungen (Kap. 5.4), die Nutzung des Teilchenmodells (Kap. 5.5) sowie die gemeinsamen Lernsituationen der SchülerInnen (Kap. 5.6). An diese Ergebnisse werden Fallbeschreibungen angeschlossen, die die vorherigen Analysen zusammenbringen und durch weitere Aspekte aus dem Datenmaterial ergänzen (Kap. 5.7), um die Lernprozesse und Gruppenprozesse tiefergehend interpretieren zu können.
Im vierten Teil der Arbeit (Kapitel D) wird ein Rückblick auf das gesamte Projekt vollzogen. Zunächst werden dafür die Ergebnisse zusammengefasst (Kapitel 7). Darauf aufbauend werden die beiden reflektierenden Fragen „What works?“ und „How does it work?“ beantwortet, um Theorien zur Gestaltung von inklusivem naturwissenschaftlichem Unterricht abzuleiten (Kap. 8). Zuletzt werden die zugrundeliegenden wissenschaftlichen Gütekriterien überprüft und das Projekt hinsichtlich eines inklusiven Anspruches reflektiert. Abschließend soll ein Ausblick auf Forschungsdesiderate, die aus dem Projekt entstehen, gegeben werden.

B. Theoretischer Bezugsrahmen

1. Konstruktivistisches Verständnis vom Lehren und Lernen

Der vorliegenden Arbeit liegt ein konstruktivistisches Verständnis der Lernentwicklungen und -unterstützung zu Grunde. Die Charakterisierung dieses Verständnisses bietet die Grundlage sowohl für didaktische, aber auch analytische Entscheidungen im Rahmen der Arbeit.

> *Glaube nie, dass du dich in der Wirklichkeit des anderen befindest. Mache dich kundig, was die Worte in der Welt deines Gegenübers bedeuten.* (Watzlawick, 1967, 10)

Hinter einer konstruktivistischen Sichtweise auf das Lehren und Lernen steht keine einheitliche Theorie, es gibt verschiedene Einflüsse und sie wird stetig diskutiert (Duit, 1995b). Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene konstruktivistische Ansätze entwickelt, wie bspw. der radikale, der soziale/systemische Konstruktivismus oder moderat-konstruktivistische Ansätze. Die verschiedenen Stränge finden in unterschiedlichen Disziplinen ihre Anwendung, wie der Psychologie, der Soziologie oder auch der Didaktik.

Den Ursprung bildet die Form des radikalen Konstruktivismus. Sie versteht den Konstruktivismus als Erkenntnistheorie. Vertreten vor allem durch v. Glasersfeld, beschreibt dieser Ansatz, dass die außen liegende Wirklichkeit nicht direkt erfahrbar ist. Alles, was Menschen über die Realität wissen, ist demnach eine Konstruktion und Interpretation des Menschen selbst (von Glasersfeld, 1995). Unsere Wirklichkeit ist daher die Summe unserer Konstruktionen (Terhart, 1999). Dies bezieht sich auch auf die Erkenntnisse der (Natur-)Wissenschaften. Eine objektive Erkenntnis der Wirklichkeit ist nach dieser Auffassung nicht möglich (Möller, 2001). Die Erkenntnisse der Neurobiologen Maturana und Varela (1990) stützten die Entwicklung dieser Sichtweise. Außerdem hatten die Arbeiten von Watzlawick einen starken Einfluss auf diesen Strang des Konstruktivismus als Erkenntnistheorie (Hoops, 1998). Riemeier (2007) beschreibt, inwieweit Forschungen aus der Neurobiologie hierzu Evidenzen bringen: Menschen nehmen die Außenwelt durch Sinnesorgane wahr, es wird kein direktes Abbild der Außenwelt abgespeichert. Dieser Prozess wird als Transduktion bezeichnet: Reize lösen Erregungen der Sinneszellen aus, die über afferente Neuronen das Gehirn erreichen. Daraufhin vergleicht das Gehirn neuronale Erregungen; Bedeutungen werden dann anhand interner Kriterien und des Vorwissens überprüft. Lernen ist demnach an die Strukturen des Gehirns und demzufolge an die individuellen

Erfahrungen einer Person gebunden. Während des Lernprozesses werden neuronale Strukturen immer wieder aktiviert und dabei verändert (Riemeier, 2007).
Diesen theoretischen Überlegungen in Bezug auf den Erwerb von Wissen wird vorgeworfen, dass so ein Verständnis vom Lehren und Lernen keine Instruktion brauche, Lernprozesse nicht planbar seien, didaktisches Handeln unmöglich bzw. überflüssig sei und es keine objektiven Lernziele gebe (z. B. Wolff, 1994). Außerdem leiten sich die Fragen ab, ob individuelle Interpretationen der Realität überhaupt immer möglich seien und ob Lernen dann nicht entmaterialisiert bzw. beliebig werde (Möller, 2001; Terhart, 1999). Weitere Kritiken beziehen sich auf die Betonung eines Individuellen bei gleichzeitiger Vernachlässigung des Sozialen (Glasson & Lalik, 1992).
Auf Grundlage der Kritiken wurden aus dieser ursprünglichen Form moderate bzw. pragmatische konstruktivistische Sichtweisen auf das Lernen abgeleitet. Diese schließen an die Sozialphilosophie Deweys an und stellen „das handelnde Subjekt, den aktiven, selbstgesteuerten, selbstreflexiven Lerner in den Mittelpunkt“ (Gerstenmaier & Mandl 1995, 883). Einfluss hatten hier bspw. die Systemtheorie bzw. der soziale Konstruktivismus, deren Theorien sich auf die Ideen von Berger und Luckmann (1972) bzw. Gergen (1985) zurückführen lassen. Diese Ansätze nehmen auch Bezug auf Vygotskys (1978) Arbeiten und betonen, dass Wissen nicht nur individuell konstruiert, sondern in Gemeinschaften ausgehandelt wird. Ein Wissenserwerb ist demnach von sozialen Kontextfaktoren abhängig und darin eingebunden (Möller, 2001). Weiterhin bestehe eine gesellschaftlich geteilte Wirklichkeit, die allerdings als subjektive Wirklichkeit konstruiert wird (Gerstenmaier & Mandl, 1995).
Auch die Theorie der situierten Kognitionen nach Greeno (1992) & Clancey (1993) hatten einen Einfluss auf die moderat-konstruktivistische Sichtweise. Demnach sind Lernen und Wissenserwerb abhängig von personeninternen und externen Faktoren (materielle Lernumgebung, soziale Umwelt). Der Erwerb von Wissen in Kontexten ist entscheidend, da sie reale Anwendungsmöglichkeiten des Gelernten widerspiegeln und so eine Übertragung des Wissens in neue Bereiche eher gelingen kann. Die Entstehung von trägem Wissen soll dadurch vermieden werden (Möller, 2001). Das Lernen im moderat-konstruktivistischen Sinne kann nach Terhart (1999) wie folgt definiert werden:

> *Lernen im Wortsinne ist ein je individuelles, aber in sozialen Kontexten stattfindendes Konstruieren und Umkonstruieren von inneren Welten, das nur zu einem geringen Teil „von außen“ angestoßen werden kann, keinesfalls aber in Verlauf und Ergebnis „gesteuert“ werden kann. Die Verantwortung für das Lernen liegt deshalb beim Lernenden. (S. 637)*

Ansätze, die auf Grundlage moderat-konstruktivistischer Überlegungen im Rahmen der Instruktionspsychologie und der empirischen Pädagogik entstanden sind, sind der Anchored-Instruction-Ansatz (z. B. Bransford, Franks, Vye & Sherwood, 1989), der eine problem- und kontextorientierte Einbindung des Lernens postuliert. Außerdem ist hier der Cognitive-Flexibility-Ansatz (Spiro, Vispoel, Schmitz, Samarapungavan & Boerger, 1987; Spiro,

Feltovich & Coulson, 1992) zu nennen, der, wie der Name schon sagt, für eine flexible und multiperspektivische Anwendbarkeit des zu Lernenden steht. Die Bedeutung von graduellem Aufbau des Wissens sowie der Bedeutsamkeit sozialer Interaktionen werden im Cognitive Apprenticeship-Ansatz (Collins, Brown, & Newman, 1989) beschrieben.

Möller (2001) beschreibt eine Weiterführung des moderat-konstruktivistischen Ansatzes, den sie als moderat-konstruktivistischen Ansatz mit instruktiven Anteilen beschreibt. Sie lässt dabei die Überlegungen von Bliss (1996) einfließen: eine Verknüpfung von Vygotskys Theorie der Zone der nächsten Entwicklung (1978) sowie der Idee des Scaffoldings mit dem konstruktivistischen Ansatz. Möller betont damit die Notwendigkeit von Steuerungs- und Strukturierungshilfen durch den Lehrenden. Das Ziel bleibe gleich: Konstruktion des Wissens durch Lernende und Erwerb verstandenen und anwendungsbereiten Wissens. Eine solche Art der Vereinbarkeit von Instruktion und Konstruktion führen auch Friedrich und Mandl (1997), Reinmann-Rothmeier & Mandl (1999) sowie Dubs (1995) an. Letzterer bezieht sich dabei auf Erkenntnisse im Rahmen eines explorativen Schulversuches (1994). Er beschreibt drei Arten des LehrerInnenhandelns: das *direkte* und das *indirekte Unterrichtsverhalten* sowie die *Lernberatung.* Dieses LehrerInnenhandeln ist je nach unterrichtlicher Absicht zu ändern (Dubs, 1995). Zur Erarbeitung von grundlegendem deklarativem und prozeduralem Wissen steht ein *direktes Unterrichtsverhalten* im Vordergrund, das jedoch nicht behavioristisch verstanden werden soll. Komplexe Lehr-Lern-Arrangements mit Impulsen im Sinne von Scaffolding werden angestrebt, damit kognitiv anspruchsvolle Lernprozesse angeregt und Denkstrategien entwickelt werden sowie metakognitiv reflektiert werden können. Unter Instruktion wird in diesem Zusammenhang ein Anregen, Unterstützen und Beraten sowie Anleiten, Darbieten und Erklären verstanden (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 1999).[2] *Indirektes Lehrerverhalten* meint die Verminderung der Impulsgebung durch die Lehrkraft (Fading), bei der die SchülerInnen phasenweise allein und in Gruppen arbeiten. Die Lehrperson sollte geeignetes Material zur Verfügung stellen und im Ablauf der Lernprozesse innerhalb der Makrostruktur immer wieder beeinflussen oder Folgerungen ziehen. Für Phasen der Eigenkonstruktion von Wissen empfiehlt Dubs (1995) die *Lernberatung*, die ein selbstgesteuertes Lernen in Gruppen sowie hohe Freiheitsgrade mit sich bringt. Die wichtigste Aufgabe der Lehrperson sei es,

> *eine (starke) Lernumgebung zu schaffen, in der die Schülerinnen und Schüler ihre individuellen Erfahrungen gewinnen, die sie durch eine aktive Auseinandersetzung in der Lerngruppe für sich verständlich machen und ihr Vorwissen einbauen. (Dubs, 1995, 890)*

Werning (2007) beschreibt eine systemisch-konstruktivistische Sichtweise in Bezug auf eine Sonderpädagogik des Lernens wie folgt:

[2] Die Aussage „Haben wir wieder `was gelernt vom Bernd!" ist nach dem moderat konstruktivistischen Verständnis nach also legitim – auch wenn es kein Wissenstransfer im Sinne des „Nürnberger Trichters" meint.

> *Unterrichten (als Kommunikation) ist somit der Versuch, autonome psychische Systeme, die nach ihrer eigenen Logik operieren, anzuregen, neue strukturelle Kopplungen aufzubauen, sich weiter zu differenzieren, um damit neue oder erweiterte Handlungsoptionen zu entwickeln. (S. 135)*

Die moderat-konstruktivistische Sichtweise hat sich immer weiter in didaktischen Überlegungen, aber auch als Rahmen für die Lehr- und Lernforschung durchgesetzt (Riemeier, 2007). An vielen Stellen in der Literatur werden Merkmale beschrieben, die den Lernenden und seinen Lernprozess im Sinne eines moderat-konstruktivistischen Blickes auffassen.

Lernen aus konstruktivistischer Sicht ist:

- selbstdeterminiert: Der Lernprozess kann nicht von außen determiniert, d. h. gesteuert und kontrolliert werden. Die Umgebung kann den Lernprozess lediglich anregen oder auslösen.
- aktiv: Aus neuen, eigenen Erfahrungen wird individuell vorhandenes Wissen und Können konstruiert.
- individuell/affektiv: Lernprozesse sind immer an die individuellen kognitiven Systeme der Lernenden gebunden. Dabei spielen auch emotionale Aspekte wie Motivation und persönliche Identifikation eine wichtige Rolle.
- sozial/kollektiv: Obwohl Lernprozesse an die kognitiven Systeme der jeweiligen Individuen gebunden sind, liegt beim Lernen auch eine soziale Komponente vor. Lernen findet innerhalb einer sozialen Interaktion statt, in der Ideen, Vermutungen o. ä. kommuniziert, ausgehandelt, getestet und geteilt werden.
- situiert: Lernen findet in kontextgebundenen Situationen statt, d. h. das Wissen ist mit den inhaltlichen und sozialen Erfahrungen der Lernsituation verbunden.
- fehlerfreundlich: Die Auseinandersetzung mit Fehlüberlegungen wirkt verständnisfördernd und trägt zur besseren Konstruktion von verstandenem Wissen bei.
- nicht losgelöst von Vorerfahrungen: Der Lernprozess soll auf Vorerfahrungen und Interessen der Lernenden ausgerichtet sein.

  (Dubs, 1995; Gerstenmaier & Mandl, 1995; Meixner, 1997; Riemeier, 2007)

Eine systemisch/moderat-konstruktivistische Sichtweise auf das Lehren und Lernen hat sich nicht nur in fachdidaktischen Diskursen verbreitet (z. B. Möller, 2010; Widodo & Duit, 2005), sie ist auch im sonderpädagogischen Diskurs (Werning, 2007) oder der allgemeinen Didaktik (Reich, 1996) vertreten. Reich (1996) entwickelte anknüpfend an die Entwicklung des amerikanischen Pragmatismus und des sozialen Konstruktivismus eine allgemeine Didaktik, die er als konstruktivistische Didaktik beschreibt. Den Wechsel von der konstruktivisitischen Didaktik zu einer inklusiven Didaktik sieht er als lediglich terminologisch, „denn inklusive Ansätze bauen auf dem aktuellen Stand der konstruktivistisch orientierten Lerntheorien grundsätzlich auf." (Reich, 2014, 50) Demnach postuliert er: „Inklusive Didaktik ist konstruktivistische Didaktik." (Reich, 2014, 48)

Im Folgenden ist eine moderat-konstruktivistische Sichtweise auf das Lernen und Lehren grundlegend für weitere Ausführungen. Dies bezieht sich nicht nur auf die Gestaltung von Lernumgebungen, sondern auch auf betrachtete Lehr-Lernprozesse und deren Analysen.

2. Naturwissenschaftlicher Sachunterricht

Der Kontext der vorliegenden Arbeit bildet der Sachunterricht der Grundschule insbesondere hinsichtlich der naturwissenschaftlichen Perspektive. Was diese Perspektive beinhaltet und welche Ziele sie verfolgt, wird in Kapitel 2.1 umrissen. Daraufhin wird in Kapitel 2.2 das Lernen in den Naturwissenschaften als die Veränderung von Vorstellungen charakterisiert. Es werden Strategien zur Unterstützung dieser Veränderungsprozesse und typische Vorstellungen zum Lösevorgang und der Verdunstung sowie mögliche Ursachen dieser dargestellt. Das Kapitel 2.3 lenkt den Blick auf das Lernen mit Modellen, das im naturwissenschaftlichen Unterricht eine besondere Stellung einnimmt.

2.1 Die naturwissenschaftliche Perspektive im Sachunterricht

Bis in die 1960er Jahre war das heutige Fach des Sachunterrichts unter dem Namen Heimatkunde bekannt. Die starke Kind- und Lebensweltorientierung des Faches fokussierte vor allem die Förderung von Wissen über die Heimat und die Verbundenheit damit. Die Einführung des Sachunterrichts in den 1960er Jahren zielte im Gegensatz dazu auf eine Wissenschaftsorientierung vor allem in Bezug auf naturwissenschaftliche Inhalte (Klewitz, 2011). Wurde der Kindorientierung die Problematik der Trivialisierung von Inhalten oder Unterforderung der SchülerInnen zugeschrieben, so wird auf der anderen Seite der Wissenschaftsorientierung vorgeworfen, fehlende Orientierung an den Kinderwelten und Überforderung der SchülerInnen mit sich zu bringen (Hartinger & Lange, 2016). Aktuell lässt sich der Sachunterricht in Deutschland als vielperspektivisches Fach beschreiben. Diese Entwicklung geht vor allem zurück auf die Arbeiten von Köhnlein (2012) und Kahlert (2005). Diese Vielperspektivität zeigt sich u. a. in der Gestaltung der Lehrpläne und wird im Perspektivrahmen Sachunterricht der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) verdeutlicht (GDSU, 2013).
Ziele des vielperspektivischen Sachunterrichts werden im Perspektivrahmen wie folgt beschrieben:

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

Um diese Ziele zu erreichen, werden im Perspektivrahmen Sachunterricht folgende „zentrale Fähigkeiten zur bildungswirksamen Erschließung der Lebenswelt“ beschrieben:

- Erkennen/Verstehen
- Eigenständig bearbeiten

- Evaluieren/Reflektieren
- Kommunizieren/mit anderen zusammenarbeiten
- Den Sachen interessiert begegnen
- Umsetzen/Handeln (GDSU, 2013, 20-26)

Diese Fähigkeiten beziehen sich auf folgende Perspektiven: die sozialwissenschaftliche, naturwissenschaftliche, geographische, historische sowie technische Perspektive.
Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf der naturwissenschaftlichen Perspektive. Diese verfolgt im speziellen das Ziel, eine naturwissenschaftliche Grundbildung für alle zu ermöglichen.

> *Im Rahmen der naturwissenschaftlichen Perspektive werden die Kinder an für sie erschließbaren und zugleich sachlich gehaltvollen Beispielen mit wesentlichen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen vertraut gemacht. (GDSU, 2013, 39)*

Naturwissenschaftliche Grundbildung oder auch „scientific literacy" (Bybee, 1997) zielt neben dem Erwerb von Wissen über naturwissenschaftliche Konzepte und Erfahrungen auch auf die Entwicklung von Wissen über naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen (wie etwa Schlussfolgern, Argumentieren) ab (Möller, Kleickmann, & Sodian, 2011). So soll ein „überdauerndes Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte" (Rost, Walter, Carstensen, Senkbeil & Prenzel, 2004, 112) erzielt werden, das in unterschiedlichen Kontexten flexibel eingesetzt werden kann (Ewerhardy, Kleickmann & Möller, 2012). Ebenfalls umfasst eine naturwissenschaftliche Grundbildung die Entwicklung von Motivation und Interesse an naturwissenschaftlichem Lernen sowie das Erleben der eigenen Kompetenz, das Vertrauen in eigene Fähigkeiten und den Aufbau positiver selbstbezogener Kognition (Lange & Ewerhardy, 2016; Möller, Kleickmann & Sodian, 2011). Über die Entwicklung solch eines überdauernden naturwissenschaftlichen Verständnisses und der Motivation, sich mit naturwissenschaftlichen Problematiken auseinanderzusetzen, wird eine Anschlussfähigkeit des Sachunterrichts für die Sachfächer im Sekundarstufenbereich intendiert (Prenzel, Geiser, Langeheine & Lobemeier, 2003). Diese Anschlussfähigkeit wird auch im Lehrplan Sachunterricht des Landes NRW betont (Nordrhein-Westfalen, 2008, 39).

2.2.1 Schülervorstellungen

Im Sinne einer moderat-konstruktivistischen Sicht kann das Lernen im naturwissenschaftlichen Bereich wie folgt beschrieben werden: Auf der Grundlage bereits bestehender Erfahrungen und Wissensstrukturen werden naturwissenschaftliche Phänomene gedeutet und neues Wissen wird durch Umstrukturierung des bestehenden Wissens konstruiert. Diese von den SchülerInnen individuell gebildeten Konstrukte über Objekte und Ereignisse werden in der Literatur nicht einheitlich benannt, ihr Vorkommen ist jedoch in Bezug auf unterschiedliche Themenbereiche mehrfach empirisch belegt worden (Duit, 1995). Die

Bezeichnungen der Konstrukte sind nicht trennscharf und werden zum Teil sogar synonym verwendet. Je nach Bezugstheorie werden sie als naive Theorien, Konzepte, Präkonzepte, Fehlkonzepte, Alltagstheorien, Alltagsvorstellungen, alternative Konzepte oder auch Schülervorstellungen bezeichnet (Heran-Dörr, 2012). Alle Definitionen gehen davon aus, dass die Konstrukte von einer fachwissenschaftlich anerkannten Erklärung abweichen. Sie werden als fest verankert und schwer veränderbar beschrieben (Wandersee, Mintzes & Novak, 1994).

Gropengießer (2008) unterscheidet die meist als identisch verwendeten Begriffe Vorstellungen und Konzepte wie folgt:

> *Im gedanklichen Bereich haben wir es mit Vorstellungen […] zu tun. Begriffe […] sind relativ einfache Vorstellungen. Sie lassen sich mit anderen Begriffen in Beziehung setzten. Solche komplexeren Vorstellungen, in denen zwei oder mehrere Begriffe durch Relationen verknüpft sind, werden Konzepte genannt. (Gropengießer 2008, 174)*

Die Vorstellungen sind subjektiv und somit nur der eigenen Person direkt zugänglich. Äußerungen und Beschreibungen von SchülerInnen können in Bezug auf Vorstellungen analysiert, also interpretativ erschlossen werden (Duit, Gropengießer & Marohn, 2017).

Im Rahmen der Primarstufe wird oft von Alltagsvorstellungen oder sogenannten vorunterrichtlichen Vorstellungen, den Präkonzepten, gesprochen. Hiermit sind individuelle Vorstellungen gemeint, die aufgrund von Erfahrungen *vor* der Schulzeit gebildet wurden. Alternative Vorstellungen können auch im und durch den Unterricht selbst entstehen. Barke (2015) bezeichnet sie als „schul- oder hausgemachte Fehlvorstellungen“ (S. 25). Als „current constructions“ (Möller, 2010, 60) werden spontan gebildete, aktuelle Konstruktionen beschrieben, die auch als „Ad-hoc-Konstruktionen“ (S. 60) bezeichnet werden können. Konzepte, die als tief verankerte, stabile Überzeugungen vorliegen, werden als „deep structures“ (S. 60) bezeichnet. Da mit diesen eine hohe Glaubwürdigkeit einhergeht, sind sie besonders schwer zu verändern. Die Überzeugtheit von Vorstellungen geht nach Möller (2010) so weit, dass diese die Wahrnehmung der SchülerInnen beeinflusst und sie innerhalb von Experimenten das beobachten, was sie sehen „wollen“.

Begrifflichkeiten wie „Fehlvorstellungen“ oder „misconceptions“ gehen mit einer negativen Konnotation einher, denn sie weisen darauf hin, dass die vorhandenen Vorstellungen „ausgetauscht“ oder „korrigiert“ (Barke, 2006) werden sollen. Im Sinne der moderat-konstruktivistischen Sichtweise konstruieren SchülerInnen ihre individuellen Vorstellungen in Folge ihrer Erfahrungen – diese können demnach nicht als „falsch“ deklariert werden: Sie sind durchaus plausibel und gut begründet. Ihre Ursprünge sind von unterschiedlicher Herkunft. Im Rahmen dieses Projektes werden sie im Unterricht betrachtet, ihre Gründe können unterschiedliche Ursprünge haben, weshalb im weiteren Verlauf dieser Arbeit von Schülervorstellungen gesprochen wird.

Im Folgenden werden Ansätze zur Veränderung von Schülervorstellungen dargestellt sowie typische Schülervorstellungen zum Lösevorgang und der Verdunstung von Wasser thematisiert.

2.1.1 Schülervorstellungen (weiter-)entwickeln

Lernen in den Naturwissenschaften kann als Weg von bereits vorhandenen Schülervorstellungen zu fachlich anerkannten Vorstellungen beschrieben werden (Duit, 1995). Wie dieser Prozess genau abläuft, ist noch nicht umfassend geklärt (Kleickmann, Hardy, Pollmeier & Möller, 2011; Lin, Yen & Liang, 2016). Es bestehen jedoch verschiedene theoretische Ansätze, die diesen beschreiben und im Folgenden vorgestellt werden.

2.1.1.1 Kognitive Ansätze

Posner und Strike (1982) beschrieben als erstes eine Vorstellungsentwicklung, die sie als Austausch bzw. Wechsel eines Konzeptes definieren und als „conceptual change" bezeichnen. Sie berufen sich auf die Theorien zur geistigen Entwicklung des Kindes von Piaget (1970). Als Assimilation wird ein Vorgang verstanden, bei dem neue Konzepte in bereits vorhandene Vorstellungen eingegliedert werden, ohne dass diese kognitiven Strukturen verändert werden müssen. Neue Problemstellungen werden mit alten Vorstellungen beschrieben. Ist dies nicht möglich, erfolgt der Prozess der Akkomodation. Dieser meint das Ersetzen bzw. Umorganisieren von Vorstellungen und damit einen radikalen Vorstellungswechsel (Krüger, 2007). Posner und Strike (1982) lehnen sich zudem an Kuhns (1976) Paradigmenwechsel an, der den Erkenntnisgewinn in der Wissenschaft als einen ähnlichen plötzlichen, radikalen und generellen Wechsel von Ansichten, Beurteilungen und Interpretationen beschreibt (Krüger, 2007).
Posner und Strike (1982) beschreiben vier Bedingungen für einen gelingenden Konzeptwechsel:

- Die Lernenden müssen mit den bereits vorhandenen Vorstellungen unzufrieden sein (dissatisfaction)
- Die neue Vorstellung muss logisch verständlich sein (intelligible)
- Sie muss einleuchtend und plausibel sein (plausible)
- Sie muss schließlich die Möglichkeit eines erfolgreichen Forschungsprogramms bieten (fruitful)

Auf der Grundlage der klassischen Theorie nach Posner & Strike (1982) wurden weitere Ansätze entwickelt; diese lassen sich in Kohärenz- sowie Fragmentierungsansätze unterscheiden.

Kohärenzansatz

Im Rahmentheorieansatz nach Vosniadou & Brewer (1992) bzw. Vosniadou (2008) wird Wissen als theorieähnlich und kohärent beschrieben. Dieses wird durch die Modifikation mentaler Modelle bzw. die Umstrukturierung naiver Theorien erworben. Unterschieden wird dabei in allgemeine Rahmentheorien und inhaltsspezifische Theorien. Rahmentheorien bestehen aus ontologischen und epistemologischen Grundannahmen. Diese Erklärungssysteme, die auf Alltagserfahrungen beruhen, wurden bereits in der frühen Kindheit erworben, haben sich häufig bestätigt und bewährt. Daher sind sie meist fest verankert, jedoch nicht immer bewusst (Stark, 2003). Inhaltsspezifische Theorien entstehen dadurch, dass Beobachtungen oder kulturell vermittelte Informationen auf der Grundlage der Rahmentheorien interpretiert werden. Sie beziehen sich auf einen konkreten fachlichen Inhaltsbereich. Die Veränderung von Vorstellungen bzw., wie hier bezeichnet Theorien, wird als graduelle Modifikation beschrieben, die in Form einer Anreicherung von Information zu bereits existierenden Strukturen stattfinden kann. Wenn hierbei Inkonsistenzen auftreten, können verschiedene synthetische mentale Modelle bis hin zum wissenschaftlichen Modell entstehen. Dabei ist die Revision einer spezifischen Theorie leichter als die einer Rahmentheorie, da letzterer ontologische und epistemologische Überzeugungen zugrunde liegen. Geht die spezifische Theorie auf eine Rahmentheorie zurück, ist auch diese nur schwer zu verändern (Vosniadou, 1994).

Kategorisierungsansatz

Chi (2008) beschreibt, dass Wissen in drei unterschiedlichen Typen repräsentiert ist: als individuelle Vorstellungen (individual beliefs), mentale Modelle (mental models) und Kategorien. Die ersten beiden können durch Informationen, die diesem Wissen widersprechen, verändert werden (Chi, 2008). Im Gegensatz dazu sind die Kategorien nicht so einfach zu verändern. Unterschieden werden drei ontologische Kategorien: Dinge, Prozesse und mentale Zustände. Diese drei Kategorien fächern sich in weitere Subkategorien unterschiedlicher Hierarchiestufen auf. Stimmen die kategorialen Repräsentationen der SchülerInnen nicht mit der ontologischen Kategorie überein, der das jeweilige wissenschaftliche Konzept angehört, entstehen Schülervorstellungen. In der Biologie finden sich bspw. solche Vorstellung häufig bei Problemen der Kategorisierung der Intentionalität (Subkategorie der mentalen Zustände). SchülerInnen beschreiben, dass Tiere aufgrund von Wünschen und Bedürfnissen wachsen „wollen“, sie nehmen dabei keinen Bezug auf physiologische Erklärungen (Carey, 1985, zit. nach Stark, 2003). Um diese Vorstellungen bzw. sogenannte „Kategorisierungsfehler“ zu verändern, muss das Konzept einer anderen ontologischen Kategorie zugeordnet werden. Dies kann sich sowohl auf den Wechsel von Subkategorien als auch auf den Wechsel von übergeordneten Kategorien beziehen. Es kann ebenso die Problematik entstehen, dass eine wissenschaftlich anerkannte Kategorie fehlt.

Entscheidend für eine Veränderung von Vorstellung ist hier eine Bewusstheit der Existenz von ontologischen Kategorien (Stark, 2003).
Belege für diesen Ansatz zeigen Untersuchungen von McCloskey, Caramazza und Green (1980). Sie zeigen, dass ontologisch inkompatible Konzepte erst nach dem College-Unterricht erworben werden, ontologisch kompatible Konzepte hingegen von Zehnjährigen verstanden wurden.
Stark (2003) beschreibt Ähnlichkeiten des Kategorisierungsansatzes zum Rahmentheorieansatz:

> *Wenn man ontologische Kategorisierungen als das (implizite) Wirksamwerden von Rahmentheorien interpretiert, kommt die Veränderung der Rahmentheorie einer neuen ontologischen Kategorisierung gleich. (S. 136)*

Seit den 1970er Jahren finden sich immer wieder empirische Bestätigungen für den Kohärenzansatz als Erklärungsansatz für die Veränderung von Vorstellung in verschiedenen Inhaltsbereichen (Vosniadou, Vamvakoussi, & Skopeliti, 2008; Wandersee, Mintzes & Novak, 1994).
Ebenso werden Grenzen dieser Theorie beschrieben: Untersuchungen zeigen, dass Kinder sich in Deutungen von Naturphänomenen widersprechen, teilweise vage Intuitionen zeigen oder keine Erklärungsansätze verbalisieren können. Außerdem zeigt sich ein Verständnis von einzelnen Konzepten in Bezug auf einen Inhaltsbereich, deren Verknüpfung jedoch nicht erkannt wird (Kleickmann et al., 2011).

Fragmentierungsansatz

DiSessa (2002) beschreibt, dass Wissen nicht anhand lediglich einer Entität dargestellt werden kann, sondern eher als komplexes System, der „conceptual ecology" (S. 30). Für den physikalischen Bereich beschreibt diSessa die „p-prims" sowie die „coordination classes".
P-Prims, „phenomenological primitives", sind abstrahierte, phänomenologische Alltagserfahrungen. Naives Wissen besteht demnach aus weitgehend isolierten Wissenselementen (p-prims), die unstrukturiert und kaum bzw. nur lose verknüpft sind. Diesem Verständnis nach ist Wissen stark an den Kontext gebunden, in dem es erlernt wurde. Dieser Knowledge-in-pieces-Ansatz stellt die Existenz theorieähnlich und kohärent anfänglichem naturwissenschaftlichen Wissens in Frage (diSessa, 2002). Die Ursache der geringen Kohärenz der p-prims liegt in metakognitiven Defiziten: Die Personen überprüfen nicht den Zusammenhang ihres Wissens. Auch wenn dieses zum Teil widersprüchlich ist, wird es den Personen nicht bewusst (Schnotz, 2006).
Eine höhere Art der Koordinierung über mehrere Kontexte hinweg beschreibt diSessa (2002) als coordination classes, die besonders bei Experten zu finden sind. Im Gegensatz zu den p-prims sind die coordination classes umfangreicher und komplexer (diSessa,

2002). Diesem Ansatz nach unterscheiden sich Lernende in Wissenselementen, den Relationen, die sie bereits entwickelt haben, und damit auch in der Kohärenz ihres Wissens (diSessa, 2008; Schneider & Hardy, 2013).
Um adäquates Wissen zu entwickeln, müssen diesem Verständnis nach die einzelnen Wissenselemente aufgebaut bzw. zu einer kohärenten Sichtweise verknüpft werden (diSessa, 2002; Linn, 2006; Schneider & Stern, 2009). Es finden sich vielfache Belege für die starke Kontextgebundenheit und die Inkonsistenz von naivem Wissen (diSessa, Gillespie & Esterly, 2004; Schneider & Hardy, 2013; Straatemeier, van der Maas & Jansen, 2008).
Kleickmann et al. (2011) zeigen in ihrer Studie in Bezug auf die Struktur naturwissenschaftlichen Wissens von GrundschülerInnen, dass der Kohärenz- und Fragmentierungsansatz nicht unbedingt als alternativ anzusehen sind: Einige SchülerInnen zeigen in Bezug auf die untersuchten Inhaltsfelder bereits ein theorieähnliches Wissen, bei den meisten scheint es jedoch noch fragmentiert vorzuliegen (Kleickmann et al., 2011). Zu ähnlichen Schlussfolgerungen kommen auch Hardy und Schneider (2013). Sie beschreiben zudem, dass aus fragmentierten Wissenselementen kohärente Theorien entwickelt werden können.

2.1.1.2 Situativ-sozial-affektive Ansätze

Den stark kognitiv ausgerichteten Ansätzen wird vorgeworfen, dass sie soziale und affektive Einflüsse nicht beachten. So wird die grundlegende Idee von Posner & Strike (1982) auch als „cold conceptual change“ bezeichnet. Einige Kritikpunkte haben Posner, Strike, Hewson & Gertzog (1992) bereits selbst in einer revidierten Form eingebracht. Pintrich, Marx & Boyle (1993) sprechen von einem „cognitive bias“ und plädieren für eine Überwindung dieser stark kognitiven Beschreibung eines conceptual change. Sie erweitern die Bedingungsfaktoren für eine Vorstellungsentwicklung um motivationale Bedingungen und Kontextfaktoren, wie Ziele, Wünsche und Bedürfnisse der Lernenden. Diese erweiterte Auffassung wird daher oftmals als „hot conceptual theory“ beschrieben. Duit & Treagust (2003), die an sozial-konstruktivistische Theorien und Theorien der situierten Kognition anknüpfen, betonen bei der Weiterentwicklung von Vorstellungen die Bedeutsamkeit sozialer Interaktionen. Demnach können auch kooperative Denkprozesse Anstöße für individuelle konzeptuelle Entwicklungen geben. Die kognitive Kontextabhängigkeit von Vorstellungen wird an verschiedenen Stellen beschrieben (diSessa, Gillespie & Esterly, 2004; Schneider & Hardy, 2013; Straatemeier, van der Maas & Jansen, 2008). Halldén (1999) erweitert den Kontextbegriff, indem er beschreibt, dass Vorstellungen nicht nur in kognitive, sondern auch in situative und linguistische Kontexte eingebettet sind. Erfahrungen, aufgrund derer sich Vorstellungen bilden, sind immer auch kulturell gebunden; demnach ist Lernen immer auch Teil eines Enkulturationsprozesses. In dem daraus resultierenden Modell von Carravita & Halldén (1994) wird zwischen Alltagskontext und wissenschaftlichem Kontext unterschieden, die sich in drei Abstraktionsebenen gliedern. Auch Saljö (1999) betont die Bedeutsamkeit des kulturellen Kontextes, in dem ein Konzept gebraucht wird

und somit an Bedeutung gewinnt, was er am Beispiel der Diskussion um die Definition einer Banane deutlich macht. Solche sozialen Bedeutungen müssten im sozialen Diskurs immer wieder ausgehandelt werden, denn eine Banane habe in einem Streit um Einfuhrzölle für Politiker, Geschäftsleute oder Schiffsbesitzer unterschiedliche Stellenwerte (Saljö, 1999). Die Bedeutung metakonzeptuellen Wissens wird bereits in Teilen der kognitiven Ansätze deutlich, wie bspw. die Bewusstheit über ontologische bwz. epistemologische Elemente bei Chi (2002) und Vosniadou (1994) oder aber in Bezug auf die Notwendigkeit der Verknüpfung der fragmentarischen Wissenselemente bei diSessa (2002). Qian & Alvermann (1995) betonen ebenfalls die Bedeutung von metakonzeptuellem Wissen in Bezug auf naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung bzw. in Bezug auf die Vorläufigkeit von Wissen. Auch die Theorie des erfahrungsbasierten Lernens baut auf sozial-konstruktivistischen Überlegungen auf. Das erfahrungsbasierte Lernen kann durch die Theorie der verkörperten Kognition (embodied cognitition) und der gedanklichen Metapherntheorie (conceptual metaphor theory) beschrieben werden (Gropengießer, 2007). Aufbauend auf linguistischen Arbeiten von Lakoff & Johnson (1998) wird unsere Sprache und unser Denken als metaphorisch strukturiert beschrieben (Gropengießer, 2007). Metaphern werden dabei nicht als sprachliche Ausschmückung verstanden, sondern als grundlegende Denkfähigkeit. Mit Hilfe einer kognitiven Metapher können wir abstrakte Vorstellungen von komplexen Konzepten konstruieren und verstehen. Der Satz „Unsere Beziehung ist in eine Sackgasse geraten“ enthält die kognitive Metapher, eine Liebesbeziehung als Reise zu verstehen (Lakoff & Johnson, 1998). Solche metaphorischen Aussagen finden sich auch in wissenschaftlichen Zusammenhängen (Gropengießer, 2006). Ihnen liegen sogenannte Basisbegriffe zugrunde, die erfahrungsbasiert und somit verkörpert sind. Aufgrund von Wahrnehmungen, Körperbewegungen und Erfahrungen in der Welt haben wir eine direkte Vorstellung von einem „Baum“, einem „Kind“ oder dem „Essen“ und „Springen“ (Duit, Gropengießer & Marohn, 2017). Komplexer als die Basisbegriffe werden Schemata beschrieben. Damit sind verkörperte Strukturen gemeint, wie bspw. das Schema Start-Weg-Ziel (Lakoff, 1990). Sie entstehen aufgrund von vielfältigen Erfahrungen in und bei der Interaktion mit der Welt. Veränderungen der so entstandenen Vorstellungen können durch Reflexionen der Schemata bzw. durch Erweiterung dieser verwirklicht werden.

Allen Ansätzen gemeinsam ist, dass der Lernprozess als aktive Veränderung und Umstrukturierung bereits vorhandener kognitiver Strukturen beschrieben wird. Außerdem muss neues Wissen in bestehende Wissensstrukturen integriert werden. Vorhandene Konzepte werden dabei entweder erweitert, ausdifferenziert, aufgegeben oder durch neue ersetzt bzw. zu neuen verändert.
Neben der Bezeichnung conceptual change finden sich aufgrund des veränderten Verständnisses auch andere Benennungen, wie conceptual development, conceptual growth, conceptual reorganisation und conceptual reconstruction (Krüger, 2007). Im Folgenden

wird der Begriff der Vorstellungsentwicklung verwendet, verstanden im Sinne einer moderat-konstruktivistischen Sichtweise als Wissensveränderung durch Rekonstruktion, die auch durch situativ-sozial-affektive Elemente beeinflusst sein kann. Der Begriff schließt sowohl die Entwicklung, als auch die Weiterentwicklung von Vorstellungen ein.

2.1.1.3 Strategien

Vielfach wurde gezeigt, wie robust Schülervorstellungen sind. Sowohl in Studien in Bezug auf das Lernen im Sachunterricht (z. B. Hardy, Jonen, Möller, & Stern, 2006) als auch in Bezug auf die Veränderung sogenannter elementarer Schülervorstellung im Chemieunterricht der Sekundarstufe (Egbers, 2017). Aufbauend auf den zugrundeliegenden Theorien zur Vorstellungsentwicklung werden Strategien zur Initiierung dieser beschrieben.
Eine Strategie ist, einen Konflikt zu initiieren. Der kognitive Konflikt wird bereits von Posner und Strike (1982) als Möglichkeit beschrieben, eine Vorstellungsentwicklung anzuregen. Die theoretische Basis für den Einsatz eines kognitiven Konfliktes bietet die Theorie der kognitiven Dissonanz (Driver & Erickson, 1983). Durch die Konfrontation mit sogenannten „discrepant events" (Posner & Strike, 1982) bzw. anormalen Daten soll die Unzulänglichkeit der eigenen Vorstellung deutlich gemacht werden. Diese anormalen Daten können diskrepante Informationen zu den Schülervorstellungen sein, wie etwa der Widerstreit zwischen Erwartung und Experimentalergebnis, oder der Konflikt zu einer wissenschaftlichen Vorstellung (Chan, 2001; Duit, 1995).
Chinn und Brewer (1993) beschreiben, dass sich mehrere Reaktionen zum Umgang mit anormalen Daten zeigen: die Ignoranz oder Zurückweisung der Daten, der Aufschub einer Konfliktlösung, die Uminterpretation der Daten, die Akzeptanz der Daten und eine periphere Entwicklung des Konzeptes und schließlich die Akzeptanz der Daten und Entwicklung des Konzeptes. Ähnlich beschreiben Kang, Scharmann, Noh (2004 nach Murray, 1983), wie SchülerInnen anormale Daten verarbeiten:

> *It may be (a) simply unnoticed, (b) tolerated or exained as paradox, mystery or magic, (c) seen as an independent event, or (d) resolved prematurely or trivially by the discard of conflicting elements. (73)*

Lee, Kwon, Park, Kim, Kwon & Park (2003) beschreiben, wie Lernende einen kognitiven Konflikt verarbeiten: Die Lernenden nehmen die anormale Situation wahr, im zweiten Schritt drücken sie Interesse und/oder Angst aus, den wahrgenommenen Konflikt zu lösen. Als dritten Schritt bewerten Lernende die Situation erneut, um den Konflikt zu lösen (Lee et al., 2013). Dieses Modell beschreibt, inwieweit affektive und emotionale Aspekte einen Einfluss auf einen optimalen Verlauf einer Konzeptentwicklung haben. Der Erfolg eines kognitiven Konfliktes ist nicht nur abhängig davon, ob er überhaupt wahrgenommen wird. Auch metakognitive Fähigkeiten sind notwendig, die gerade bei jüngeren SchülerInnen oft nicht vorhanden sind (Möller, 2010). Weiterhin ist die emotionale Bereitschaft in Bezug auf die Veränderung von Vorstellungen entscheidend, wenn es darum geht, bewährte Vorstellungen zu verändern (Lee & Byun, 2012). Möller (2010) beschreibt zudem,

dass es auch negative Folgen haben kann, wenn SchülerInnen durch Vorstellungsveränderungen unsicher werden und Verluste im Selbstvertrauen zeigen. Die neu gewonnenen Vorstellungen sollten dies kompensieren und zu Sicherheit überzeugen (Möller, 2010).
Ein kognitiver Konflikt, der im sozialen Miteinander entsteht, also bspw. durch die Existenz verschiedener Schülervorstellungen, wird soziokognitiver Konflikt genannt (Chan, 2001). Diese auf Vygotsky (1974) zurückgehende Strategie, meint ein soziales Teilen von Bedeutungen und intellektuellen Debatten (Dennick, 2016). Marohn (2008) setzt dies in ihrem Unterrichtskonzept „choice^{2}learn" durch die Initiierung von kollaborativer Argumentation um (s. Kap. 2.2.1.4).
Neben den Konfliktstrategien werden auch Anknüpfungsstrategien beschrieben (Möller, 2010). Diese bieten sich an, wenn die vorliegenden Vorstellungen als Grundlage für eine wissenschaftliche Erklärung genutzt werden können, sie also anschlussfähig sind oder es Überschneidungsbereiche gibt. Die Vorstellungen können dann um einen Aspekt erweitert werden oder es werden neue Formulierungen für diese erarbeitet (Möller, 2010). Außerdem kann aufgezeigt werden, dass die Vorstellungen in anderen Kontexten ihre Gültigkeit erhalten oder aber auch in bestimmten Kontexten erweitert werden müssen (Lange & Ewerhardy, 2016, 47).
Um eine Diskrepanz der eigenen Vorstellung zu anderen Erklärungen oder Daten zu erkennen, ist die Fähigkeit zum logischen Denken bedeutsam. Sie stellt die Grundlage dar, Schlussfolgerungen ableiten zu können (Kang et al., 2004). Da dies besonders für jüngere und leistungsschwächere SchülerInnen eine Herausforderung darstellen kann, wird das Scaffolding als Unterstützungsstrategie in die Diskussion eingebracht. Sie soll es ermöglichen, SchülerInnen in ihrer individuellen „Zone der nächsten Entwicklung" (Vygotsky, 1978) zu fördern. Die Lehrperson soll eine Konstruktion von Wissen anregen, ohne direkte Instruktionen zu geben, denn eine instruktive Vermittlung fertiger Konzepte führt nach Vygotsky zu trägem Wissen. Daher muss die Lehrperson geeignete Lenkungsmaßnahmen und Impulse ergreifen, um Voraussetzungen für möglichst eigenständige Denkprozesse zu schaffen (Möller, 2001).
Möller (2010) nennt hierfür sinnvolle Sequenzierungen anwendungsbezogener und komplexer Inhalte, eine unterstützende Gesprächsführung und den Einsatz von Materialien und Lernhilfen, die das gezielte Überprüfen von Vorstellungen sowie deren (Weiter-) Entwicklung ermöglichen. Beinbrech (2013) stellt Unterstützungsmöglichkeiten für das Aushandeln von Bedeutungen durch Ko-Konstruktion zusammen:

- *Aufstellen und Begründen von Behauptungen und Gegenbehauptungen z. B. durch das Formulieren und Begründen von Ideen, Vermutungen, Schlussfolgerungen oder Verallgemeinerungen,*
- *Sammeln von empirischer Evidenz, die der Rechtfertigung der Behauptungen und Gegenbehauptungen dient (mit konkretem Material im Rahmen von Schülerarbeitsphasen oder Klassengesprächen),*

- *Evaluieren von empirischer Evidenz, Evaluieren von (Gegen-)Behauptungen, indem ein Bezug zwischen Evidenz und Vermutung hergestellt wird,*
- *Reflektieren der Argumentationsprozesse. (S. 234)*

Sobald die SchülerInnen die so unterstützten Kompetenzen selbst entwickelt haben, werden die Unterstützungsmaßnahmen sukzessiv zurückgenommen (Lange & Ewerhardy, 2016). Dass solche Strukturierungen des Unterrichts einen positiven Einfluss auf die Vorstellungsentwicklung haben, zeigen Ewerhardy, Kleickmann & Möller (2012). Steffensky, Lankes, Carstenesen & Nölke (2012) beschreiben die Bedeutsamkeit von experimentellem Handeln, das eingebunden ist in kognitive Prozesse durch die Exploration der eigenen Vorstellungen, aber auch Reflexion und Diskussion dieser. Auch die Anwendung in mehreren Kontexten sowie die soziale Konstruktion von Wissen tragen zu Lernfortschritten bei (Steffensky et al., 2012).
Die Kombination dieser Strategien (Konflikt-, Anknüpfungsstrategie, Scaffolding) spiegelt die oben bereits beschriebene moderat-konstruktivistische Sichtweise mit instruktionalen Anteilen nach Möller (2001) wider.

2.1.1.4 choice²learn

Die Unterrichtskonzeption choice²learn wurde von Marohn (2008) entwickelt, um Schülervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht zu explorieren und zu verändern. Zunächst wurden hierzu Materialien für OberstufenschülerInnen erstellt, um elementare Schülervorstellugen zu verändern (Egbers, 2017). Derzeit werden Lernmaterialien zum Einsatz in der Sekundarstufe I entwickelt und erprobt (Marohn & Schillmüller, 2016; Schillmüller & Marohn, 2017). Choice²learn wurde aufbauend auf Erkenntnissen der konstruktivistischen Lehr-Lerntheorien entwickelt, die bereits oben ausgeführt wurden. Die SchülerInnen sollen sich im Rahmen der Unterrichtskonzeption ihre eigene Vorstellung bewusst machen und diese reflektieren. Zur Weiterentwicklung der Vorstellungen werden kognitive Konflikte durch Lernimpulse und soziokognitive Konflikte durch das Zusammentreffen von SchülerInnen mit unterschiedlichen Vorstellungen angeregt (Marohn, 2008). Außerdem sollen durch Argumentationsprozesse innerhalb von Gruppenarbeiten Vorstellungsentwicklungen initiiert werden.
Choice²learn verläuft in fünf Phasen (s. Tab. 1). Innerhalb der Kontextualisierung wird die Klasse an ein Phänomen herangeführt, das in einen alltagsnahen Kontext eingebettet ist. Darauf folgt die Positionierungsphase: Die SchülerInnen erhalten eine Fragestellung mit verschiedenen Antwortmöglichkeiten. Neben der wissenschaftlich anerkannten Antwort finden sich Antworten wieder, die als Distraktoren die häufigsten bekannten Schülervorstellungen widergeben. Dadurch sollen sich die SchülerInnen ihrer eigenen Vorstellung bewusstwerden. Die SchülerInnen versehen diese Aufgabe mit einem Kürzel, sodass ihre Antwort anonymisiert wird (Marohn, 2008). Auf der Grundlage der Antwortwahl werden die SchülerInnen so in Gruppen zusammengesetzt, dass möglichst viele verschiedene Vorstel-

lungen bzw. Antworten in einer Gruppe aufeinandertreffen. In der Lernimpulsphase arbeiten die SchülerInnen in dieser zusammen gesetzten Kleingruppe. Zunächst stellen sie sich ihre Antworten vor und nennen persönliche Begründungen ihrer Wahl. So gelangen sie in einen argumentativen Diskurs darüber, welche Antwort gültig ist. Ein Argumentationsbogen ermöglicht es, Argumente für oder gegen eine Auswahlantwort festzuhalten (Egbers, 2017). Weitere Anregungen zu dieser Argumentation bieten Lernimpulse, die kognitive Konflikte in Bezug auf die fachlich nicht anerkannten Antwortmöglichkeiten bieten. Die SchülerInnen widmen sich eigenständig nach und nach diesen Lernimpulsen und füllen dabei ihren Argumentationsbogen aus. In ihren Kleingruppen arbeiten sie weitgehend selbstständig und wählen dabei ihr eigenes Tempo. Der Argumenationsbogen soll die SchülerInnen außerdem dabei unterstützen, sich am Ende dieser Lernimpulsphase auf eine Antwort zu einigen. In der Phase der Reflexion stellen die Kleingruppen im Plenum den anderen Gruppen ihren Weg der Erkenntnis vor. Dieses Vorgehen ermöglicht es auch offene Fragen zu klären und die wissenschaftlich anerkannte Erklärung zu festigen und zu reflektieren. Die letzte Phase zielt auf eine Anwendung und Sicherung ab. Die SchülerInnen bearbeiten in Partnerarbeit eine Aufgabe, um ihr erarbeitetes Wissen auf einen anderen Kontext zu übertragen (Marohn, 2008).

Tab. 1: Phasen der Unterrichtskonzeption choice²learn

Phase	**Sozialform**
Kontextualisierung	Unterrichtsgespräch oder Anbindung an die Aufgabe
Positionierung	Einzelarbeit
Polarisierung Argumentation/Diskurs/Lernimpulsphase	Kleingruppenarbeit
Reflexion/Klärung	Unterrichtsgespräch
Anwendung	Partnerarbeit

Innerhalb der Dissertation von Egbers (2017) wurden sowohl Vorstellungsentwicklungen, als auch die Gesprächsprozesse der SchülerInnen analysiert. Egbers konnte im Rahmen ihrer Arbeit nachhaltige Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen beschreiben. Die Gesprächsprozesse, die sie an zehn Kleingruppen analysiert, zeichnen sich durch vielfache Bezüge sowie fachlich anerkannt gestützte Thesen aus. Außerdem beteiligten sich die SchülerInnen einer Kleingruppe gleichmäßig stark. Die Untersuchungen von Egbers (2017) machen deutlich, dass Gruppen erfolgreiche Konzeptentwicklungen zeigen, wenn sie viele Ko-Konstruktionen und interpretative Gesprächsmuster zeigen. Diese Faktoren zeigten sich für eine erfolgreiche Konzeptentwicklung bedeutsamer als Motivation oder kognitive Leistungsfähigkeit (Egbers, 2017).

2.1.2 Schülervorstellungen zum Lösevorgang und zur Verdunstung

Der Lehrplan für den Sachunterricht in Nordrhein-Westfalen stellt Kompetenzerwartungen an die SchülerInnen. Im Bereich „Natur und Leben“ und dem Schwerpunkt „Stoffe und ihre Umwandlung“ finden sich folgende Formulierungen: „Die Schülerinnen und Schüler untersuchen sichtbare stoffliche Veränderungen der belebten und unbelebten Natur, stellen Ergebnisse dar und beschreiben sie (z. B. Aggregatzustände des Wassers, Trocknungsprozesse bei Früchten, Lösungsmöglichkeiten von festen Stoffen, Stoffumwandlung bei Verbrennung).“ (S. 43) Im Schwerpunkt „Wärme, Licht, Feuer, Wasser, Luft, Schall“ wird zudem das Planen und Durchführen von Versuchen sowie das Auswerten von Ergebnissen beschrieben (S. 43).
Für die vorliegende Arbeit waren vor allem Vorstellungen der SchülerInnen zu Lösevorgängen sowie zu Phasenübergängen, insbesondere der Verdunstung und Verdampfung interessant.

2.1.2.1 Lösevorgang

Lösungen sind homogene Gemische. Ein Stoff löst sich dabei in einem anderen, der Lösungsmittel genannt wird. Je nach Art und Stärke der Anziehungskräfte der jeweiligen Moleküle bzw. gelösten Ionen untereinander definiert sich die Löslichkeit eines Stoffes im Lösungsmittel. Ist das Lösungsmittel Wasser, spricht man auch von Hydratation, „bei dem die gelösten Teilchen die Lösungsmittel-Moleküle anziehen und sich mit ihnen umhüllen.“ (Mortimer & Müller 2015, 207)
Salze bestehen aus Ionengittern, die sich in der Regel aus positiv geladenen Metallionen und negativ geladenen Nichtmetallionen zusammensetzen (Kurzweil, 2015). Löst sich Natriumchlorid in Wasser, ziehen sich die Kationen des Salzes und die negativ teilgeladene Seite der Wassermoleküle an. Genauso besteht eine Anziehung zwischen den Anionen des Salzes und der positiv teilgeladenen Seite der Wassermoleküle. Bei dieser Ion-Dipol-Wechselwirkung werden Ionen am Rand des Ionengitters aus diesem herausgelöst und von den Wassermolekülen entsprechend umhüllt (Binnewies, Jäckel, Willner & Rayner-Canham, 2011).

Didaktische Reduktion

Wie oben beschrieben, sieht der Lehrplan für den Sachunterricht vor, dass SchülerInnen Lösevorgänge von festen in flüssigen Stoffen beschreiben können. Daher steht der *Prozess* des Lösevorgangs im Zentrum. Im Lehrplan wird eine Darstellung auf Teilchenebene noch nicht berücksichtigt. Ziel des Sachunterrichts ist es jedoch - im Sinne einer scientific literacy - anschlussfähige Vorstellungen zu entwickeln, an die ein Fachunterricht im Sekundarstufenbereich anknüpfen kann (Rost et al., 2004). In Bezug auf den Lösevorgang bedeutet dies, dass SchülerInnen beschreiben, dass das Salz nicht verschwindet und durch

Trennverfahren wieder sichtbar gemacht werden kann. Eine ausdifferenzierte, anschlussfähige Vorstellung wäre, dass das Salz im Wasser in kleinen Teilchen verteilt ist. Für diese anschlussfähige Erklärung ist nicht entscheidend, ob die zu lösende Substanz in molekularer oder ionischer Form vorliegt: Beides kann als das Verteilen kleiner Teilchen im Wasser beschrieben werden.

SchülerInnen zeigen in Bezug auf den Lösevorgang auch im Sekundarstufenbereich Vorstellungen, die mit einer solchen fachwissenschaftlichen Beschreibung nicht übereinstimmen (für eine Übersicht s. Grüß-Niehaus & Schanze, 2011). Im Grundschulbereich werden Schülervorstellungen in Bezug auf den Prozess des Lösevorgangs von Zucker und Salz in Wasser beschrieben (s. Tab. 2). Die Erklärungen für das phänomenologische „Verschwinden" einer Substanz in Wasser wird von jüngeren SchülerInnen häufig mit dem tatsächlichen Verschwinden des Stoffes erklärt (*Nicht-Erhaltung).* Eine andere Erklärung ist, dass der Zucker/das Salz im Wasser bleibt, auch wenn man ihn/es nicht sehen kann *(Erhaltung).* Für die Frage, in welcher Weise die feste Substanz im Wasser erhalten bleibt, finden sich unterschiedliche Erklärungsweisen: zum einen, dass die Substanz flüssig wird und zwar entweder zu Wasser oder zu flüssigem Salz/Zucker *(Verflüssigung)*, zum anderen, dass die Substanz in kleinere Körnchen bzw. in kleine Teilchen zerfällt, die in das Wasser „hineinpassen" *(Atomismus)*. Als weitere Vorstellung kann beschrieben werden, dass der Zucker/das Salz die Funktion des Süßens/Salzens übernimmt *(Funktion)*. Slone & Bokhurst (1992) gehen angelehnt an Piaget und Inhelder (1941/1974) von einer Altersabhängigkeit der Vorstellungen aus. Sie beschreiben, dass das Verständnis des Lösevorgangs sich von dem Nicht-Erhaltungskonzept über die Verflüssigungstheorie hin zu einer Teilchenvorstellung entwickelt (Slone & Bokhurst 1992). Dieser Theorie stehen jedoch Ergebnisse von Driver, Leach, Scott & Wood-Robinson (1994) bzw. Driver, Squieres, Rushworth & Wood-Robinso (1994) entgegen, die zeigten, dass bspw. die Beschreibung der Verflüssigung des Zuckers/Salzes bei unter Achtjährigen vermehrt zu finden war.

Tab. 2: Vorstellungen zum Lösevorgang

Zusammenschau: Vorstellungen zum Lösevorgang im Grundschulalter
- Der Zucker/ das Salz verschwindet. (Nicht-Erhaltung) - Der Zucker/das Salz bleibt im Wasser, auch wenn man ihn/es nicht sehen kann. (Erhaltung) - Der Zucker/das Salz wird Wasser/wird wie Wasser/wird flüssig. (Verflüssigung) - Der Zucker bricht in ganz kleine Körnchen/ puderige Körnchen/ kleine Teilchen, welche in das Wasser „hineinpassen". (Atomismus) - Der Zucker übernimmt die Funktion des Süßens. (Funktion)
(Butts & Smith, 1987; Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985; Driver et al., 1994; 1994; Piaget, 1970; Prieto, Blanco, & Rodriguez, 1989; Rosen & Rozin, 1993; Slone & Bokhurst, 1992; Spägele, 2008)

2.1.2.2 Verdunstung

Der Wechsel von einem Aggregatzustand in einen anderen wird als Phasenübergang beschrieben, der je Substanz in unterschiedlicher Art von der umgebenden Temperatur und dem Druck abhängig ist (Bannwarth, Kremer & Schulz, 2007). Für den Sachunterricht sind drei Aggregatzustände bedeutsam: fest, flüssig, gasförmig. Der Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Zustand wird als Verdampfung beschrieben. Geschieht dies bei Wasser bei einer Temperatur von 100 °, also seiner Siedetemperatur, wird der Vorgang als Sieden beschrieben. Als Verdunstung bezeichnet man den Übergang von flüssig zu gasförmig unterhalb dieser Siedetemperatur. Auf Teilchenebene macht sich dies durch den Abstand der Teilchen zueinander bemerkbar, der sich vom festen über den flüssigen zum gasförmigen Zustand immer weiter vergrößert. Im Folgenden soll das Verdunsten von Wasser im Mittelpunkt stehen.

Didaktische Reduktion

Analog zur Beschreibung des Lösevorgangs wird für den Verdunstungsvorgang das Wort „Teilchen“ verwendet: Wasserteilchen verteilen sich in der Luft. Dabei soll der Fokus darauf gelegt werden, dass das Wasser sich dabei nicht als flüssige Tropfen verteilt, sondern gasförmig vorliegt. SchülerInnen können im Alltag erfahren, dass Wasser in verschiedenen Zustandsformen vorkommt. Die Phasenübergänge können im Alltag meist in offenen Systemen beobachtet werden, bspw. wenn die SchülerInnen ihre gewaschenen Haare föhnen oder Wäsche auf der Wäscheleine trocknet.

Ähnlich wie zum Lösevorgang tauchen auch zu Verdunstungsvorgängen bis in die Sekundarstufe Schülervorstellungen auf. Auch bei den Vorstellungen finden sich Parallelen zum Lösevorgang: Eine Erklärung von SchülerInnen ist, dass das Wasser bspw. aus einer Pfütze verschwindet, also vernichtet wird, wenn es verdunstet (Vernichtungsprinzip). Außerdem beschreiben SchülerInnen, dass das Wasser – je nach Kontext – in den Boden sickert oder von der Oberfläche aufgesaugt wird. Oder dem Wasser wird ein anderer Aufenthaltsort zugeschrieben: Es wird von der Sonne aufgesogen, steigt Tropfen für Tropfen in die Wolken oder wird von einem Lebewesen aufgetrunken. Erklärungen, wie das Aufsaugen des Wassers durch die Strahlen der Sonne beschreiben animistische Vorstellungen (Barke, 2006). Eine weitere Vorstellung ist, dass sich das Wasser in Dampf verändert und als kleine (nicht sichtbare) Tröpfchen in der Luft zerstreut ist oder aber in Luft umgewandelt wird (Bar & Galili, 1994). Auch bei den Phasenübergängen gehen einige Autoren von der Altersabhängigkeit der Entwicklung der Vorstellungen aus (Bar & Galili 1994; Russell, Harlen & Watt, 1989; Tytler, 2000). Tabelle 3 zeigt eine Zusammenschau der Vorstellungen zum Verdunsten im Grundschulalter.

Tab. 3: Vorstellungen zur Verdunstung

Zusammenschau: Vorstellungen zur Verdunstung im Grundschulalter
Nicht-Erhaltung
Das Wasser verschwindet. (Vernichtungsprinzip)
Das Wasser wird zu Luft. (Veränderung)
Erhaltung, Ortswechsel
Das Wasser wurde getrunken, weggeschüttet. (Ortswechsel durch Lebewesen)
Das Wasser wurde von der Sonne aufgesogen. (animistisches Prinzip)
Erhaltung, Veränderung
Das Wasser wird zu Tröpfchen und verteilt sich. (Verwandlungsprinzip)
Das Wasser wird zu einem Gas. (Verwandlungsprinzip)
(Bar & Galili, 1994; Coştu, Ayas & Niaz, 2010; Czinczoll & Röhrl, 1973; Russell et al., 1989; Spägele, 2008; Tytler, 2000)

2.1.2.3 Mögliche Ursachen

Zu beachten ist, dass im Gegensatz zu anderen Bereichen aus der naturwissenschaftlichen Perspektive des Sachunterrichts sowohl der Lösevorgang als auch die Aggregatzustandsänderung zwar als Phänomen wahrgenommen und beschrieben werden können, die wissenschaftliche Erklärung der Prozesse jedoch an ein Teilchenkonzept gebunden sind. Dieses ist nicht direkt erfahrbar, sondern stellt einen kulturell zu vermittelnden Inhalt dar (Strunk, 1999). Daher liegen die Ursachen der wissenschaftlich nicht anerkannten Vorstellungen meist in den Beobachtungen, die die SchülerInnen in ihrem Alltag gemacht haben oder in den alltagssprachlichen Umschreibungen der Beobachtungen. Ein Beispiel für Letzteres ist, dass beim Lösevorgang oft das Wort „auflösen“ verwendet wird, mit dem in anderen Kontexten ein Verschwinden gemeint ist, wie etwa in der Beschreibung „es hat sich in Luft aufgelöst“ (Marohn, 2008).

2.2 Lernen mit Modellen

> *Wir stellen uns das so vor, und damit kann man es erklären – ob es wirklich genau so ist, weiß niemand. (Grygier, Treter, Ziegler & Hartinger 2012, 8)*

Das naturwissenschaftliche Modellieren wird als Teil der scientific literacy, nämlich als eine essentielle naturwissenschaftliche Arbeitsweise, angesehen. Es soll den Aufbau konzeptuellen Wissens stärken. (Clement, 2000; Conrads, 2011) Zunächst sollen (Teilchen-) modelle charakterisiert und deren Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht beschrieben werden. In Kapitel 2.3.2 wird die Entwicklung von Modellkompetenz anhand eines Kompetenzmodells beleuchtet sowie Schwierigkeiten seitens des Einsatzes von Modellen im Unterricht betrachtet.

2.2.1 Modelle und Teilchenmodelle

Ein naturwissenschaftliches Modell wird verstanden als „a representation that abstracts and simplifies a system by focusing on key features to explain and predict scientific phenomena“ (Schwarz et al., 2009, 633). Modelle sind „vereinfachte kognitive oder gegenständliche Abbildungen eines Teilbereichs der Wirklichkeit“ (Heitzmann, 2013, 90). Sie sind in Bezug auf die Realität verkürzt, da meist bestimmte Merkmale des Objektes/Vorgangs dargestellt werden sollen (Veranschaulichungsmerkmal). Sie dienen nicht nur der Veranschaulichung oder Erklärung, sondern auch zur Erkenntnisgewinnung über Naturphänomene oder der Veränderung von Schülervorstellungen (Barke, Harsch, Marohn & Kröger, 2015; Heitzmann, 2013). SchülerInnen sind Modelle bereits aus ihrem Alltag bekannt: Gerade in der Welt der Spielzeuge finden sich vielerlei Modelle, wie Puppen, Autos oder aber Bausteine zum Erbauen von Gebäuden. Naturwissenschaftliche Modelle und deren Einsatzmöglichkeiten gehen über die Erfahrungen von SchülerInnen hinaus, denn sie ermöglichen nicht immer den direkten Vergleich von Original und Modell (Barke et al., 2015). Im naturwissenschaftlichen Bereich werden Denk- und Anschauungsmodelle unterschieden.

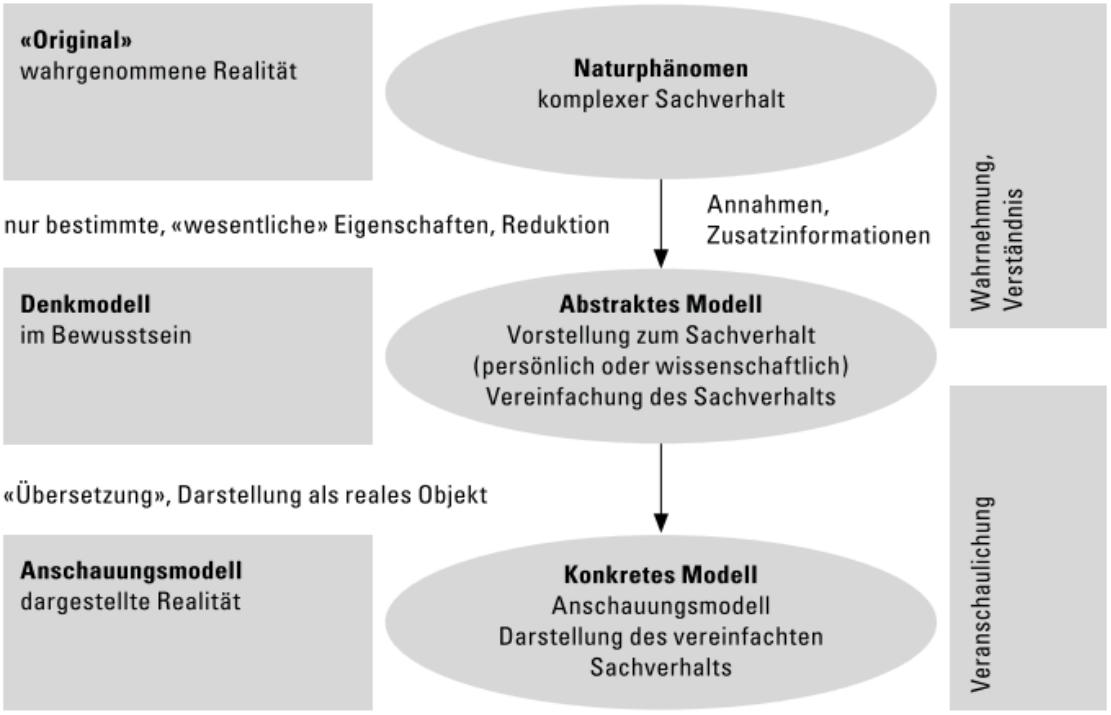


Abb. 1: Modellarten entnommen aus Heitzmann (2013, 89)

Denkmodelle ermöglichen die kognitive Darstellung von (komplexen) Vorgängen und Gegebenheiten, die für die Sinne nicht zugänglich sind. Den Denkmodellen liegen Modellvorstellungen über das jeweilige Darzustellende zugrunde, daher können sie auch als Interpretationen der Phänomene bezeichnet werden (Heitzmann, 2013). Denkmodelle, die

durch etwas Gegenständliches dargestellt werden, werden als Anschauungsmodelle bezeichnet. Verläuft eine Erkenntnisgewinnung anhand von Anschauungsmodellen, kann aus diesen im umgekehrten Weg auch ein Denkmodell entstehen (Barke et al., 2015).
Eine Übersicht über die beschriebenen Modellarten und ihre Zusammenhänge gibt Abbildung 1 wieder.
Diese beiden Formen der Modelle werden auf der Grundlage folgender Kriterien in weitere Typen unterschieden: Entsprechung bzgl. des Originals (homolog, analog), Anwendung bzgl. Erkenntnisgewinnung (lehren/lernen, forschen), abgebildete Eigenschaft (Struktur, Funktion), Veränderbarkeit (statisch, dynamisch). Ein Modell kann mehreren dieser Typen entsprechen (Heitzmann, 2013). Es kann unterschiedliche Formen annehmen, bspw. als sprachliche Umschreibung („nasses Gut“ für Wasser), als bildliche Zeichnung (Darstellung von Wasser als Diskontinuum), als Versuch (ein Stechheberversuch zur Darstellung des chemischen Gleichgewichts) oder als konkretes Objekt (Globus). Barke et al. (2015) beschreiben die Problematik, dass SchülerInnen nicht den Weg wie in Abb. 1 vom Phänomen über das Denkmodell zum Anschauungsmodell gehen, sondern sie im Unterricht Anschauungsmodelle nutzen, um Denkmodelle zu entwickeln.
Teilchenmodelle werden eingesetzt, um Vorgänge der submikroskopischen Ebene darstellen zu können. Sie stellen den diskontinuierlichen Aufbau der Materie dar und werden als eine der wichtigsten Schlüsselvorstellungen der Chemie beschrieben. Demokrit beschrieb bereits um 400 v. Chr. „eine hinter den Beobachtungen existierende unsichtbare Welt von unteilbaren, sich ständig bewegenden Teilchen“ (zit. nach Duit, 1992, 204). Dieses erste einfache Teilchenmodell wird im Anfangsunterricht Chemie verwendet, um Stoffe, Stoffgemische, Aggregatzustandsänderungen, Löse-, Diffusions- und Osmosevorgänge darzustellen (Habelitz-Tkotz, 2006). Im weiteren Verlauf der Erkenntnisgewinnung über den Aufbau der Materie wurde diese erste Teilchenvorstellung weiter ausdifferenziert. Um chemische Reaktionen, die Bildung von Molekülen oder Ionen zu beschreiben, wird die Teilchenvorstellung über das Dalton’sche Atommodell, das Kern-Hülle-Modell, das Bohr-Modell bis hin zum Orbitalmodell im Laufe des Chemieunterrichts ergänzt bzw. ausgetauscht (Habelitz-Tkotz, 2006).
Im Sachunterricht werden etablierte Denk- und Anschauungsmodelle genutzt bei Inhalten, die mit den Sinnen nicht wahrgenommen werden können bzw. im Klassenraum nicht darstellbar sind. Es werden zum Beispiel konkrete Anschauungsmodelle von Tieren oder dem Aufbau des Körpers genutzt, aber auch Vorgänge der unbelebten Natur, wie das Verdunsten des Wassers, anhand eines Modellversuches dargestellt. Außerdem können SchülerInnen im Sachunterricht selbst modellieren, indem sie Sachverhalte zeichnen (Verdunstungsvorgang) oder eigene Anschauungsmodelle konstruieren (Bau einer Brücke). Für den Aufbau eines konzeptuellen Verständnisses wird solch ein aktiver Modellierungsprozess ein besonderer Stellenwert zugeschrieben, bei dem Evidenz und eigene Vorstellung zusammengebracht werden müssen (Lange & Ewerhardy, 2016).

Der (frühe) Einsatz eines einfachen Teilchenmodells wird selbst für den Anfangsunterricht Chemie von einigen Autoren diskutiert (Bäumer et al., 2009). Im naturwissenschaftlichen Sachunterricht des Bereiches der unbelebten Natur werden Aggregatzustände, deren Übergänge und Lösevorgänge vorrangig auf phänomenologischer Ebene thematisiert (Ministerium für Schule und Weiterbildung, 2008). Dass SchülerInnen aber bereits im Grundschulalter abstrakte Denkwege gehen können, wurde mehrfach gezeigt (u. a. Möller, 2002; Stern, 2002). Außerdem zeigen Benedict & Bolte (2006), dass SchülerInnen den Teilchenbegriff zur Beschreibung des Lösevorgangs von Zucker in Wasser bereits nutzten, obwohl dieser im Unterricht noch nicht thematisiert wurde. Einige wenige Arbeiten untersuchen den Einsatz von Teilchenmodellen in der Grundschule: Die schwedischen Forscher Eskilsson & Helldén (2003) zeigten, dass bereits SchülerInnen im Grundschulalter Teilchenvorstellungen bilden und diese weiterentwickeln können. Bäumer et al. (2009) zeigen in einem praxisorientierten Projekt, dass sie GrundschülerInnen bereits für stofflich-chemische Fragen gewinnen konnten. Die SchülerInnen entwickelten erste Vorstellungen bis hin zu anschlussfähigen Teilchenvorstellungen zum Aufbau von Stoffen.

2.2.2 Entwicklung von Modellkompetenz

> *Modellkompetenz ist ein System aus Kenntnissen und Fähigkeiten, das zur Disposition der Lernenden führt, Anforderungen im Umgang mit naturwissenschaftlichen Modellen auf schulischem Niveau zu bewältigen. Dazu gehören Modell- und Wissenschaftsverständnis ebenso wie Kompetenzen in Bezug auf konkrete Anschauungsmodelle. (Heitzmann, 2013, 97)*

Wie bereits oben beschrieben hat die Modellkompetenz einen Anteil an der zu entwickelnden scientific literacy. Für den Sachunterricht besteht derzeit keine eigene Modellierung einer Modellkompetenz und auch in den Lehrplänen finden sich keine umfassenden Kompetenzbeschreibungen: Conrads (2011) zeigt, dass im Rahmenlehrplan für das Bundesland Berlin (2004) zwar das Arbeiten mit Modellen gefordert wird, sich dies jedoch in Bezug auf die Inhalte lediglich für den Punkt „Räume entdecken“ findet. Im Lehrplan Sachunterricht für das Land NRW (Nordrhein-Westfalen, 2008) findet sich das Modellieren im Bereich „Natur und Leben“ unter dem Punkt „Modelle zum Stromkreis bauen“ (S. 44) sowie im Bereich „Technik und Arbeitswelt“ als „Modelle von Bauwerken bauen, Modellzeichnungen nutzen“ (S. 45). Weiterhin findet sich das Modellieren im Fach Kunst (S. 101) und besonders im Fach Mathematik wieder (S. 57).

Um im Sachunterricht dem Anspruch eines kumulativen Lernens zu entsprechen, können Modellkompetenzen, die in den Bezugsfächern (Biologie, Physik, Chemie) beschrieben werden, herangezogen werden. Upmeier zu Belzen & Krüger (2010) entwickelten auf der theoretischen Basis zu naturwissenschaftlichen Modellen und deren Einsatz im Unterricht

sowie auf der Grundlage zu Forschungsergebnissen in Bezug auf das Verständnis von Modellen von SchülerInnen und Lehrpersonen ein Modell für die Modellkompetenz im Biologieunterricht der Sekundarstufe (s. Abb. 2).
Sie beziehen sich dabei u. a. auf Arbeiten von Grosslight, Unger & Jay (1991), Crawford & Cullin (2005) sowie Justi & Gilbert (2003). Die Autoren führten bereits erste Überprüfungen dieses Modells an (Terzer et al., 2013).

Komplexität / Teilkompetenz	Niveau I	Niveau II	Niveau III
Kenntnisse über Modelle			
Eigenschaften von Modellen	Modelle sind Kopien von etwas	Modelle sind idealisierte Repräsentationen von etwas	Modelle sind theoretische Rekonstruktionen von etwas
Alternative Modelle	Unterschiede zwischen den Modellobjekten	Ausgangsobjekt ermöglicht Herstellung verschiedener Modelle von etwas	Modelle für verschiedene Hypothesen
Modellbildung			
Zweck von Modellen	Modellobjekt zur Beschreibung von etwas einsetzen	Bekannte Zusammenhänge und Korrelationen von Variablen im Ausgangsobjekt erklären	Zusammenhänge von Variablen für zukünftige neue Erkenntnisse voraussagen
Testen von Modellen	Modellobjekt überprüfen	Parallelisieren mit dem Ausgangsobjekt, Modell von etwas testen	Überprüfen von Hypothesen bei der Anwendung, Modell für etwas testen
Ändern von Modellen	Mängel am Modellobjekt beheben	Modell als Modell von etwas durch neue Erkenntnisse oder zusätzliche Perspektiven revidieren	Modell für etwas aufgrund falsifizierter Hypothesen revidieren

Abb. 2: Modell der Modellkompetenz entnommen aus Upmeier zu Belzen, Krüger (2010, 53)

Eine Dimension dieses Modells umfasst Kenntnisse über Modelle, wie zu den Eigenschaften von oder das Wissen über alternative Modelle. Diese drückt sich in den Fähigkeiten aus:

- *Modelle als gegenständliche oder gedankliche Rekonstruktionen von etwas in einem von einem Subjekt bestimmten Herstellungsprozess zu verstehen.*
- *Modelle als Möglichkeitsformen zu verstehen, die deshalb zu alternativen Rekonstruktionen führen, weil der Herstellungsprozess oder die besondere Anwendungssituation vom Subjekt individuell bestimmt wird. (Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010, 51)*

Eine weitere Dimension beschreibt die Modellbildung, womit der Zweck, das Testen sowie Ändern von Modellen gemeint ist. Diese drückt sich in den Fähigkeiten aus:

- *Modelle als eine von einem Subjekt für einen bestimmten Zweck angelegte Rekonstruktion und damit als Ausgangsobjekte für eine Anwendung zu verstehen.*
- *Modelle in den zwei Perspektiven als Modell von etwas oder als Modell für etwas testen.*

- *Modelle wegen fehlender Güte aus der Herstellungsperspektive als Modell von etwas und aus der Anwendungsperspektive als Modell für etwas zu revidieren. (Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010, 52)*

Das Modell ist in drei Niveaustufen gegliedert, die die Autoren jedoch nicht als aufeinander aufbauend beschreiben. Die Graustufen sollen wie folgt verstanden werden: Die Perspektive auf das Modellobjekt ist in hellgrau, die Herstellungsperspektive in mittelgrau und die Anwendungsperspektive in dunkelgrau dargestellt.

In ähnlicher Weise modelliert Leisner (2005) die Modellkompetenz für den Physikunterricht. Derzeitige Forschungsbefunde machen deutlich, dass der Umgang mit naturwissenschaftlichen Modellen SchülerInnen Schwierigkeiten bereitet. Zum einem fehlt laut PISA den SchülerInnen die Wissensbasis für ein Denken in Modellen (Artelt, 2001). Zum anderen zeigen Forschungen zu Vorstellungen von SchülerInnen über Modelle, dass diesen lediglich die Anschauungsfunktion im Strukturmodell bekannt ist und über eine mediale Perspektive nicht weit hinausgeht und Modelle als Erkenntnismethode ausgeschlossen werden (Grosslight et al., 1991; Ingham & Gilbert, 1991; Terzer & Upmeier zu Belzen, 2007; Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2002).
Conrads (2011) referiert desweiteren zwei Abschlussarbeiten, die Vorstellungen von Grundschulkindern zu Modellen betrachten. Die Masterarbeiten von Frick (2008) und Petrat (2008) zeigen, dass die GrundschülerInnen nicht zwischen Modell und Original unterscheiden sowie lebensweltlich vorwissenschaftliche Vorstellungen beschreiben. Mikelskis-Seifert (2009) zeigt anhand eines Praxisbeispiels, wie das Lernen über Modelle die Entwicklung einer Teilchenvorstellung unterstützen kann. Harrison & Treagust (2001) beschreiben, dass die Modellkompetenz mit dem konzeptuellen Verständnis und den intellektuellen Fähigkeiten zusammenhängt und geben folgende Empfehlung: „model-based instruction should be sensitive to the intellectual ability and needs of the students“ (S. 51).
In Bezug auf das einfache Teilchenmodell zeigen sich Schwierigkeiten bei der Akzeptanz der Diskontinuumsvorstellung, denn SchülerInnen gelingt es mit ihren Alltagserfahrungen und einer Kontinuumsvorstellung Phänomene zu beschreiben. Der Wechsel von einer Kontinuums- zur Diskontinuumsvorstellung wird als prozesshaft beschrieben. SchülerInnen nehmen Materie als etwas Festes und Starres wahr. Eine Diskontinuumsvorstellung, die von Teilchen ausgeht, die sich ständig bewegen und zwischen denen ein luftleerer Raum besteht, widerspricht den Alltagserfahrungen der SchülerInnen. Ihnen ist aus dem Alltag bekannt, dass alles mit der Zeit zur Ruhe kommt, daher übertragen sie diese Erfahrung auch auf die Teilchenbewegung (Harrison & Treagust, 2001). Eine weitere Problematik, die sich aus Alltagserfahrungen ergibt, ist die, dass es SchülerInnen schwer fällt zu akzeptieren, dass sich zwischen den Teilchen nichts befindet. Daher stellen sie sich oft vor, dass sich zwischen den Teilchen Luft befindet. Außerdem können Vermischungen der Diskontinuums- mit einer Kontinuumsvorstellung auftreten: SchülerInnen stellen den flüssi-

gen Zustand als Kontinuum dar und den gasförmigen als Diskontinuum (Duit, 1995a). Weiterhin finden Übertragungen von Eigenschaften der Stoffe auf ihre Teilchen statt, wie z. B. die Farbe (Schwefelteilchen sind gelb), die deutlich machen, dass SchülerInnen (noch) nicht zwischen makro- und submikroskopischer Ebene unterscheiden (Duit, 1995; Habelitz-Tkotz, 2006). Die Übertragungen von Eigenschaften auf die submikroskopische Ebene können bei jüngeren SchülerInnen auch anthropomorphe oder animistische Elemente enthalten, wie etwa die Vorstellung von Teilchen, die Arme und Beine besitzen. Bei der Entwicklung einer Diskontinuumsvorstellung kann außerdem die Vorstellung entstehen, dass durch wiederholtes Teilen des Stoffes die Teilchenebene erreicht werden kann (Duit, 1992).

Eine weitere Problematik ergibt sich bei der Erweiterung bzw. Revision eines Modells, wie es etwa im Fach Chemie vorkommt: Marohn & Egbers (2011) zeigen, dass die Darstellung des Aggregatzustandswechsels im Kugelteilchenmodell problematisch sein kann, da die Kugel als Darstellungsform im weiteren Unterricht nicht mehr für Moleküle, sondern auch für Atome und Ionen eingesetzt wird. Beschreiben OberstufenschülerInnen den Verdampfungsvorgang als Vergrößerung des Abstands zwischen den Atomen, verfügen sie bereits über eine erweiterte Teilchenvorstellung, denken bei der Beschreibung eines Aggregatzustandswechsels aber an die Darstellung des einfachen Teilchenmodells als Kugeln zurück und beschreiben die Verdampfung als ein Auseinanderbrechen der Moleküle (Marohn & Egbers, 2011). Ähnliche Erfahrungen beschreibt auch Habelitz-Tkotz (2006), die für den Einsatz verschiedener Formen für die jeweiligen Teilchenarten plädiert. Bei dem Einsatz von Modellen allgemein wird auf die Bedeutung einer angemessenen Modellkritik hingewiesen, die Grenzen und der Nutzen der Modelle sollten reflektiert werden (Lange & Ewerhardy, 2016). Ansonsten können alternative Denkmodelle und Schülervorstellungen verankert oder auch Modelle mit der Realität verwechselt werden (Seifert, Fischler & Peuckert, 1999).

Um der Verwechselung von Teilchen- und Realwelt entgegenzuwirken, schlägt Stäudel (2007) vor, sich das Merkmal der „unähnlichen Ähnlichkeit“ zunutze zu machen. Die Unähnlichkeit des Modells bzw. seiner materiellen Beschaffenheit zur Realität vereinfache die Akzeptanz des Modells als mentales Konstrukt (Stäudel, 2007). Als Beispiel nennt Stäudel (2007) Legosteine als Modell für Teilchen. Barke et al. (2015) beschreiben, dass die Reflexion über Material, Farbe oder Form der darzustellenden Teilchen Möglichkeiten eröffnet, frühes Lernen über Modelle zu fördern. Aber auch das wiederholte Bewusstmachen des Wechsels von der realen in die Modellwelt wird zum Verstehen des Modells als Abbild der Realität als bedeutsam angesehen (Johnstone, 1991; Leisner, 2005; Mikelskis-Seifert, 2009).

Eilks (2007) betont die Wichtigkeit des Aufbaus eines anschlussfähigen Teilchenkonzeptes, das im weiteren Unterrichtsverlauf ausbaufähig ist, um chemische Vorgänge und Struktur-Eigenschafts-Beziehungen zu verdeutlichen. Problematiken, die sich bei dem Verwerfen von Denkmodellen zeigen können, wurden bereits oben beschrieben. Eilks

(2007) plädiert dementsprechend auch gegen die Verwendung der Formulierung „kleinste Teilchen“ und empfiehlt die Verwendung „kleine Teilchen“. Er formuliert ein Stoff-Teilchen-Konzept, aus dem für dieses Projekt folgende Aspekte bedeutsam sind:

- *Alle Stoffe bestehen aus kleinen Teilchen. Diese kann man selbst durch das beste Mikroskop nicht direkt mit dem Auge sehen. [...]*
- *Zwischen den kleinen Teilchen ist nichts.*
- *Die kleinen Teilchen sind ständig in Bewegung. Mit steigender Temperatur nimmt diese Bewegung zu, mit fallender ab.*
- *Gleiche Stoffe bestehen aus gleichen kleinen Teilchen.*
- *Mit diesen Grundaussagen über den Aufbau der Stoffe aus kleinen Teilchen können wir uns einige Beobachtungen aus dem Alltag erklären. Wir können und dürfen aber noch keine Aussagen über die Gestalt oder das Aussehen der kleinen Teilchen machen. (Eilks, 2007, 25)*

Zusammenfassend sollen Modelle das Verständnis fördern und Vorstellungen initiieren, die zwar reduziert, aber anschlussfähig sind. Auch bei dem Einsatz von Modellen ist eine (weiche) Weiterentwicklung der Vorstellung zu beachten (Heitzmann, 2013).

2.3 Zwischenfazit

Im Sinne einer moderat-konstruktivistischen Sichtweise wird naturwissenschaftliches Lernen als eine aktive, individuelle Entwicklung von Vorstellungen verstanden. Wie diese (Weiter-) Entwicklung von Vorstellungen, auch conceptual change genannt, konkret verläuft ist noch nicht abschließend geklärt, es bestehen jedoch verschiedene Erklärungsansätze (s. bspw. Chi & Roscoe, 2002; Posner et al., 1992; Vosniadou, 1994). Der vorliegenden Arbeit liegt kein Verständnis eines abrupt ablaufenden conceptual change zu Grunde, daher wird von der (Weiter-)Entwicklung von Schülervorstellungen gesprochen. Kognitive, aber auch affektive, emotionale und soziale Bedingungen spielen bei dieser eine Rolle. Die Unterrichtskonzeption choice^{2}learn zeigt Möglichkeiten auf, Vorstellungsentwicklungen und Gesprächsprozesse im naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe anzuregen (Marohn, 2008). Um eine Überforderung dieser anspruchsvollen Umstrukturierungen, Reorganisation bzw. Entwicklung im Besonderen bei jüngeren und leistungsschwächeren SchülerInnen zu umgehen, können Scaffolding-Maßnahmen eingesetzt werden. Zur Entwicklung dieser sind Einblicke in die Lernwege der SchülerInnen und ihre Sichtweisen grundlegend. Schülervorstellungen können auch durch den Einsatz von Modellen produziert werden, denn Modelle sind immer nur verkürzte Abbildungen bspw. eines Phänomens. Modelle können aber auch Verstehensprozesse unterstützen. Betrachtet man Denkmodelle als „neue“ Vorstellung, die SchülerInnen über ein Phänomen entwickeln sollen, sind auch hier Elemente der moderat-konstruktivistischen Theorien der Vorstellungsentwicklung entscheidend. SchülerInnen sollen erfahren, dass das (Teilchen-)Modell

es ermöglicht, mehr zu erklären, als ihre bisherige Vorstellung es zu lässt. Die Modellvorstellung muss demnach den Kriterien einer fruchtbaren Vorstellungsweiterentwicklung entsprechen. Bei der Gestaltung von Lernumgebungen, die die (Weiter-)entwicklung von Vorstellungen unterstützen wollen, sollten all diese genannten Faktoren berücksichtigt werden.

Folgende Merkmale für einen moderat-konstruktivistisch-orientierten Unterricht, der das Ziel verfolgt Schülervorstellungen aufzugreifen und weiterzuentwickeln, lassen sich ableiten:

- eine wertschätzende Atmosphäre (Taylor & Fraser, 1991)
- die Exploration von Vorstellungen und Denkweisen der SchülerInnen
- die Bewusstmachung des eigenen Lernerstatus
- die Berücksichtigung von Lernbedürfnissen
- ein Austausch zwischen SchülerInnen
- die Ermöglichung von selbst regulativem und reflexivem Handeln (Widodo & Duit, 2004)
- Eine aktive Beteiligung am Lernprozess: Möglichkeit eigenen Fragen und Denkwegen nachzugehen (Möller, 2010)
- das Erleben von sogenannten kognitiven Konflikten
- SchülerInnen erfahren, dass ihre Vorstellung mit denen der anderen nicht übereinstimmt (sozio-kognitiver Konflikt)
- SchülerInnen erfahren, dass sie mit ihrer Vorstellung bestimmte Experimentalergebnisse und Phänomene nicht zufriedenstellend voraussagen oder erklären können (Strike & Posner, 1982)
- die Ermöglichung von Zeit und Raum, um Standpunkte auszuhandeln und dabei lehrerInnenunabhängig und selbstbestimmt zu agieren (Taylor & Fraser, 1991)
- die Notwendigkeit instruktionaler Unterstützung neben eigenständigem Lernen u. a. durch geeignetes LehrerInnenverhalten oder Lernmaterialien (Ewerhardy et al., 2012; Möller, 2010; Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001)
- der Einsatz schülernaher, motivierender Kontexte (Pintrich et al., 1993) und die Anwendung des Gelernten in neuen Zusammenhängen (Möller, 2010; Spreckelsen, 1997)
- der Einsatz von Modellen unter Berücksichtigung von Nutzen und Grenzen dieser sowie die Beachtung von Schülervorstellungen durch ihren Einsatz (Heitzmann, 2013)
- die Vermittlung und Verwendung von anschlussfähigen Konzepten und Modellen (Eilks, 2007)

3. Inklusiver (Sach-)Unterricht

Im zweiten Kapitel wurde der naturwissenschaftliche Sachunterricht als Kontext der Arbeit bereits dargestellt. Dieser Kontext bekommt noch einen expliziten Fokus, denn es werden Lernprozesse im inklusiven Sachunterricht betrachtet. Dieser Fokus wird geschärft, in dem zunächst eine Klärung des Begriffs der schulischen Inklusion vorgenommen wird. Daran anschließend werden Herausforderungen und Chancen für inklusiven (Sach-)Unterricht herausgearbeitet, um daraufhin Lösungsansätze für einen inklusiven (Sach-)Unterricht abzuleiten (Kap. 3.3).

3.1 Schulische Inklusion

Für den Begriff der Inklusion besteht keine einheitliche Definition, er wird als komplexes Konzept bezeichnet und immer noch bestehen rege Diskussionen in Bezug auf das Verständnis (Booth, 1995; Mitchell, 2009; Spandagou, 2015). Inklusion ist ein globales Phänomen (Artiles, Kozleski & Waitoller, 2011; Pijl, Meijer & Hegarty, 1997), die Umsetzung und Ausgestaltung macht sie jedoch gleichzeitig zu einem nationalen und regionalen Phänomen (Artiles & Dyson, 2009). Dyson (1999) unterscheidet zwei Diskursarten: auf der einen Seite die Argumentation über eine Begründung von Inklusion allgemein und auf der anderen Seite die Implementation in die Schulpraxis.

Für Ersteres lassen sich vier Begründungslinien beschreiben:

- Die auf moralisch-ethischen und gesellschaftlichen Zielvorstellungen basierenden demokratieorientierte Argumentationslinie.
- Die auf den Vorgaben des gegebenen Rechts basierende menschenrechtsorientierte Argumentationslinie.
- Die an Kosten- und Nutzenaspekten orientierte bildungsökonomische Argumentationslinie.
- Die am Individuum orientierte pädagogisch-psychologische Argumentationslinie (Textor, 2015).

Aufgrund der Fülle an Publikationen zu diesem Themenbereich kann kein umfassendes Bild der gesamten Diskurse umrissen werden. Die folgenden Ausführungen fokussieren sich auf den Bereich der schulischen Inklusion. Zunächst wird die Entwicklung der schulischen Inklusion sowie ihre Zieldimensionen betrachtet. Anschließend werden Ergebnisse der Wirksamkeitsforschung von inklusiver Beschulung im noch nicht inklusiven Schulsystem zusammengetragen.

3.1.1 Entwicklung und Zieldimensionen

Das Wort „Inklusion“ stammt aus dem Lateinischen „includere“, was „einschließen“ oder „enthalten sein“ bedeutet. Der Inklusionsbegriff entwickelte sich im angloamerikanischen Raum aus den Begriffen „mainstreaming“ sowie „integration“, hat sich von da aus international verbreitet und wird seit den 90er Jahren in Deutschland diskutiert (Biewer & Fasching, 2014; Trumpa & Franz, 2014). Die Konferenz der UNESCO in Salamanca (1994) war dabei wegbereitend, denn aus ihr entstand die UN-Behindertenrechtskonvention (UN-BRK), die 2006 verabschiedet und in Deutschland im Jahr 2009 ratifiziert wurde. Demnach verpflichtet sich Deutschland zur Umsetzung eines inklusiven Schul- und Bildungssystems. Das deutsche Schulsystem, das sich nach 1945 entwickelt hat, ist geprägt durch seine starke Gliedrigkeit: Neben der Differenzierung nach der vierten Klasse in Hauptschulen, Realschulen, Gymnasien, Gesamtschulen und Sekundarschulen finden sich Förderschulen für unterschiedliche Förder- bzw. Unterstützungsbedarfe. Integrationsbewegungen zur gemeinsamen Beschulung von SchülerInnen mit und ohne sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf gibt es bereits seit den 70er Jahren. Modellversuche an öffentlichen Schulen wurden meist aus Elterninitiativen entwickelt. Auf diese folgten in den 80er Jahren Modellversuche mit Integrationsklassen. Der integrative Unterricht blieb auf wenige Klassen, Schulen und Versuchsjahre begrenzt (Textor, 2015). Nicht nur aufgrund dieser vorangegangenen Entwicklungen ist die Inklusionsdiskussion stark mit der Integrationsdiskussion verbunden. In der ersten deutschen Version der UN-BRK wurde zunächst der Begriff der „inclusion“ mit Integration übersetzt. „Inklusion meint jedoch vielmehr eine substanzielle Weiterentwicklung der Integration“ (Heimlich, 2014, 12), denn im Integrationsdiskurs steht die Frage nach dem „richtigen“ Förderort für SchülerInnen mit Behinderungen im Fokus. Aus dieser Perspektive entwickelte sich ein enges Verständnis von Inklusion, das sich auf die Inklusion von Menschen mit Behinderungen fokussiert. Die ersten Dokumente der UN bezogen sich nicht ausschließlich, jedoch explizit auf Kinder und Jugendliche mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf. Neben dem Integrationsdiskurs entwickelte sich in Deutschland seit den 1960er Jahren ein Diskurs über die Bildungsgerechtigkeit im Kontext von Multikulturalität, Geschlecht und sozialer Herkunft (Werning, 2014). In den 1990er Jahren vereinten Hinz (1993) und Prengel (1993) die verschiedenen Perspektiven in der „Pädagogik der Vielfalt“. Durch die zunehmende Heterogenität an Schulen, auch begründet durch Migrationsbewegungen, wurde ein allgemeineres, weites Verständnis von Inklusion entwickelt.

Ainscow, Booth & Dyson (2006) beschreiben das Inklusionsverständnis wie folgt:

> *[I]nclusion is concerned with all children and young people in schools; it is focused on presence, participation and achievement; inclusion and exclusion are linked together such that inclusion involves active combating of exclusion, and inclusion is seen as a never-ending process. (S. 25)*

Dieses Verständnis hat nicht die Anpassungen und Veränderungen der Personen als Ziel, sondern die Akzeptanz der Verschiedenheit und die Veränderung des Umfeldes (Biewer, Böhm & Schütz, 2015). So rückt der Umgang mit Heterogenität bzw. Diversität ins Zentrum und es wird

> *neben dem Merkmal Behinderung auch auf Prozesse der Exklusion aufgrund von Geschlecht, sozialer Herkunft, kultureller Herkunft, Sprache, intellektueller Fähigkeiten etc. fokussiert. (Werning, 2014, S. 606)*

Diese systemische Sichtweise macht deutlich, dass die Institutionen sich in Richtung Inklusion entwickeln müssen, indem sie jegliche Diskriminierung zu vermeiden versuchen, denn an ihnen werden Prozesse der Inklusion und Exklusion wirksam. Aufbauend auf dem Prozessverständnis der Inklusion beschreibt Sliwka (2010), dass Deutschland sich im schulischen Bereich bereits auf den Weg von der Homogenität zur Heterogenität gemacht hat. Diesen (derzeitigen) Zustand beschreibt sie als Integration. Dem Zustand der Inklusion ordnet sie den Begriff der Diversität zu. In diesem Verständnis wird die Unterschiedlichkeit der Lerner als Ressource angesehen, individuelles und wechselseitiges Lernen und Entwicklung zu fördern (Wellensiek & Sliwka, 2013). Werning (2014) beschreibt vier Ebenen, auf denen inklusive Bildung analysiert werden kann: Als Erstes nennt er den gegebenen Zugang zu (schulischer) Bildung insgesamt, mit dem auch Prozesse der Diskriminierung und des Zuganges bezogen auf einzelne Schulformen gemeint sein sollen. Weiterhin die Akzeptanz von SchülerInnen mit besonderen Förderbedürfnissen, die sich in Haltungen und Einstellungen aller Beteiligten zeigt. Als dritten Punkt nennt Werning (2014) die Maximierung der sozialen Partizipation in curricularen und außer curricularen Aktivitäten. Dies meint konkret, wie viel Zeit SchülerInnen in gemeinsamen Kontexten interagieren und unter welchen Bedingungen der Unterricht stattfindet: organisiert in Kooperationsklassen bis hin zu gemeinsamen Aktivitäten im Klassenraum. Als Letztes wird die Verbesserung der Persönlichkeits-, Lern- und Leistungsentwicklung aller SchülerInnen genannt: Wie können alle SchülerInnen optimal gefördert werden, sodass sie sich nach ihren Möglichkeiten entwickeln können, Würde und Selbstwertgefühl entfalten und zu einer wirksamen gesellschaftlichen Teilhabe befähigt werden? (Werning, 2014)
Ein inklusives Schul- bzw. Bildungssystem, wie es durch die Ratifizierung der UN-Konvention festgelegt ist und die zuvor genannten Ebenen als Ziel hat, muss bei einem Blick auf die derzeitig bestehende Schullandschaft in Deutschland noch entwickelt werden (Heimlich & Kahlert, 2014). Das Schulsystem, aber auch die konkrete Umsetzung von Unterricht begibt sich demnach derzeit in einen Prozess mit dem Ziel, inklusiv zu werden.
Dieser politische festgelegte Top-down-Prozess gliedert sich in drei Ebenen:

- strukturelle und gesellschaftliche Aspekte (Makroebene)
- Herausforderungen für die einzelnen Schulen (Mesoebene)
- unterrichtliche Perspektiven (Mikroebene) (Trumpa & Franz, 2014)

Da die vorliegende Arbeit weder den Anspruch haben kann, Veränderungen auf gesellschaftlicher Ebene anzustoßen, noch Schulentwicklungsprozesse in den Mittelpunkt rückt, wird sich im weiteren Verlauf auf die Umsetzung schulischer Inklusion auf der Mikroebene fokussiert.

Der *Index für Inklusion* ist eine Materialsammlung, die Schulen dabei unterstützen soll, sich hin zu einer inklusiven Schule zu entwickeln. Ihm liegt ein weites Inklusionsverständnis zugrunde und das Ziel Barrieren zu beseitigen, die einem gemeinsamen Lernen und der Partizipation entgegenstehen. Aus dem englischen Original (Booth & Ainscow, 2006) wurde er von Boban & Hinz (2003) übersetzt und angepasst. Im Index werden drei Dimensionen unterschieden: inklusive Kulturen, inklusive Strukturen und inklusive Praktiken (Boban & Hinz, 2003), wobei letztere die Unterrichtsebene beschreibt und somit im Weiteren betrachtet wird.

Für den Bereich der (fach-)didaktischen Aspekte werden im Bereich „Inklusive Praktiken entwickeln" elf Indikatoren beschrieben, die jeweils durch Unterfragen konkretisiert werden:

- *1. Der Unterricht wird auf die Vielfalt der Schüler(innen) hin geplant.*
- *2. Der Unterricht stärkt die Teilhabe aller Schüler(innen).*
- *3. Der Unterricht entwickelt ein positives Verständnis von Unterschieden.*
- *4. Die Schüler(innen) sind Subjekte ihres eigenen Lernens.*
- *5. Die Schüler(innen) lernen miteinander.*
- *6. Bewertung erfolgt für alle Schüler(innen) in leistungsförderlicher Form.*
- *7. Die Disziplin in der Klasse basiert auf gegenseitigem Respekt.*
- *8. Die Lehrer(innen) planen, unterrichten und reflektieren im Team.*
- *9. Die Erzieher(innen) unterstützen das Lernen und die Teilhabe aller Schüler(innen).*
- *10. Die Hausaufgaben tragen zum Lernen aller Schüler(innen) bei.*
- *11. Alle Schüler(innen) beteiligen sich an Aktivitäten außerhalb der Klasse*. (Boban & Hinz, 2003, S. 81-91)

Hinzu kommt aus dem Bereich „Ressourcen orientiert" der Indikator „Die Unterschiedlichkeit der SchülerInnen wird als Chance für das Lehren und Lernen genutzt" (Boban & Hinz, 2003, 92). Die didaktischen Überlegungen werden in Bezug auf ihre Umsetzung nicht weiter differenziert.

In diesen theoretischen Beschreibungen besteht die Forderung nach gemeinsamem Lernen. Exklusionsprozesse sollen verhindert werden, in dem SchülerInnen gemeinsam, das bedeutet im selben Raum am gleichen Gegenstand/ der gleichen Sache, lernen (Feuser, 1998; Seitz, 2005).

Das Konzept der inklusiven Pädagogik nach Florian (2010) lehnt sich an den Beschreibungen des Index für Inklusion an. Alle SchülerInnen sollen die Möglichkeit haben, an bedeutsamen Lernprozessen zu partizipieren. Ein „inclusive pedagogical approach", wie Florian

(2010) ihn beschreibt, zielt nicht auf eine „äußere“ Differenzierung ab, sondern darauf, Lernangebote zu schaffen, die einen Zugang für alle SchülerInnen ermöglichen. Lehrpersonen sollten eine Vielfalt an Möglichkeiten bereitstellen, die jedoch nicht als Differenzierung für bestimmte, sondern als Möglichkeit für alle SchülerInnen angeboten werden. Diese Form der Lernmaterial Gestaltung wird auch als natürliche Differenzierung beschrieben. Jeder einzelne Lernende soll geschätzt werden und sich aktiv mit den Lerngegenständen auseinandersetzen können. Dieser Ansatz ähnelt einem sozial-konstruktivistischen Ansatz des Lehrens und Lernens, wie Vygotsky ihn beschreibt (Florian & Spratt, 2013). Die Autorinnen verweisen weiterhin auf Kershner (2009), die beschreibt, dass die inklusive Pädagogik Strategien des heutigen psychologischen Verständnisses im Bereich „collective learning, such as situated cognition, distributed intelligence, dialogic teaching and multimodal learning“ (S. 122) berücksichtigen sollte. Als Leitsatz ihres Ansatzes der inklusiven Pädagogik kann folgendes Zitat beschrieben werden:

> *Within the inclusive pedagogical approach, human diversity is seen as a strength, rather than a problem, as children work together, sharing ideas and learning from their interactions with each other. (Florian & Spratt, 2013, 122)*

Florian & Spratt (2013) entwickelten anhand von Beobachtungen von Lehrpersonen im inklusiven Schulalltag einen Rahmen, um inklusive Praxis im Schulalltag aufzudecken und zu beschreiben. Die Lehrpersonen besuchten zuvor ein Ausbildungsangebot, dem das oben beschriebene Konzept für inklusive Pädagogik zu Grunde lag. Als Grundlage des entwickelten Rahmens dienten die Bereiche „understanding learning“, „social justice“ und „becoming an active professional“. Anhand der Unterrichtsbeobachtungen wurden die einzelnen Bereiche des Rahmens mit konkreten Unterrichtssituationen verknüpft. Tabelle 4 zeigt den Rahmen für den Bereich „understanding learning“, der für die vorliegende Arbeit entscheidend ist.

Tab. 4: Rahmen zur Beschreibung inklusiver Praktiken, Bereich „Lernen" in Anlehnung an Florian & Spratt (2013) (Übers. d. Verf.)

Understanding learning

Wie könnte sich das in der Praxis manifestieren?
- Unterrichtspraktiken, die alle Kinder (jeden) inkludieren
  o Schaffung von Lernumgebungen mit Möglichkeiten, die für jeden zugänglich gemacht werden, sodass alle Lernenden am Klassenleben teilnehmen können
  o Vergrößern, was für alle Lernenden üblicherweise zur Verfügung steht (Schaffung einer reichen Lerngemeinschaft), anstatt Lehr- und Lernstrategien zu verwenden, die für die meisten geeignet sind und etwas "Zusätzlichen" oder "Anderes", für einige, die bestimmte Schwierigkeiten haben
  o Differenzierung durch Wahl der Aktivität für alle
- Fähigkeitsgruppierung als Hauptorganisation von Arbeitsgruppen ablehnen
- Sprache verwenden, die von allen Kindern genutzt wird
- Sozial-konstruktivistische Ansätze verfolgen: z. B. Chancen bereitstellen, an ko-konstruktiven Prozessen des Wissenserwerbs zu partizipieren

- Interaktion / Interdependenz zwischen LehrerInnen und Lernenden, um neue Erkenntnisse zu schaffen
- Formatives Assessment zur Lernunterstützung nutzen
- deterministische Überzeugungen über das bestehen fester Fähigkeiten und die damit verbundene Idee, dass die Anwesenheit von einigen den Fortschritt der anderen hindert, ablehnen
    - daran glauben, dass alle Kinder sich weiterentwickeln, lernen und etwas erreichen können
    - Lehren und Lernen auf das fokussieren, was Kinder können, anstatt auf was sie nicht können
    - SchülerInnen gruppieren, um das Lernen aller Kinder zu unterstützen

Als grundlegendes Prinizip des „understanding learning" beschreiben sie, dass die Unterschiedlichkeit als wesentlicher Aspekt der menschlichen Entwicklung berücksichtigt wird. Als assoziiertes Konzept beschreiben die Autorinnen, dass deterministische Ansichten von Fähigkeiten abgelegt werden. Als Herausforderungen im Schulalltag merken sie an, dass die Annahme von einer Normalverteilung hinsichtlich der Leistung und die Idee, dass Fähigkeiten starr und feststehend sind, in der Schulstruktur fest verankert sind. Der beschriebene Rahmen diente vorrangig zur Beschreibung von inklusiver Pädagogik im Schulalltag, seine Ansätze können jedoch auch als Bausteine und Leitlinien zur Gestaltung von inklusivem Unterricht herangezogen werden (Florian & Spratt, 2013).

Die Grundlage für die weitere Betrachtung bildet eine pragmatische Definition von Inklusion und inklusivem Unterricht im noch nicht inklusiven Schulsystem:
In Anlehnung an die UNESCO (2005, 13) wird Inklusion im weiten Sinne verstanden als Prozess

> *...of addressing and responding to the diversity of needs of all learners through increasing participation in learning, cultures and communities, and reducing exclusion within and from education. It involves changes and modifications in content, approaches, structures and strategies, with a common vision which covers all children of the appropriate age range and a conviction that it is the responsibility of the regular system to educate all children.*

Die Zieldimensionen im inklusiven Fachunterricht werden in der folgenden Definition des Netzwerkes für inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts (NinU) deutlich:

> *Naturwissenschaftlicher Unterricht trägt zu gelungener Inklusion bei, wenn er allen Lernenden – unter Wertschätzung ihrer Diversität und ihrer jeweiligen Lernvoraussetzungen – die Partizipation an individualisierten und gemeinschaftlichen fachspezifischen Lehr-Lern-Prozessen zur Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung ermöglicht. (Menthe et al., 2017)*

Inklusion wird folglich als (noch) nicht abgeschlossener Prozess verstanden, der die Partizipation aller SchülerInnen am Unterricht als Ziel verfolgt. Dabei sollen – im Sinne eines

systemischen Verständnisses – mögliche äußere Barrieren abgebaut werden. Die bestmögliche und anspruchsvolle Förderung aller SchülerInnen steht dabei genauso im Fokus wie das Ermöglichen von Partizipation am Unterricht und seinen (fachlichen) Lernprozessen.

3.1.2 Wirksamkeit

Auch wenn auf verschiedenen Ebenen noch nicht (abschließend) geklärt ist, wie eine inklusive Schule oder aber inklusiver Unterricht gewinnbringend für alle SchülerInnen umgesetzt werden kann, bestehen bereits Forschungsergebnisse zum Einfluss gemeinsamer Beschulung bzw. zum Lernen in leistungsheterogenen und -homogenen Gruppen bspw. in Bezug auf die Leistung und die soziale Teilhabe der SchülerInnen. Zum Teil stammen diese Ergebnisse aus der Integrationsforschung oder betrachten spezifische Unterstützungsbedarfe. Sie können demnach keine direkten Aussagen in Bezug auf inklusives Lernen im weiten Sinne bieten. Daher sollen sie hier als Ansatzpunkte und erste Tendenzen verstanden werden.

Die Meta-Analyse von Lou, Abrami, Spence, Poulsen & Appollonia (1996) betrachtet 16 Studien aus dem Bereich Mathematik, Technik und Naturwissenschaften. Daraus ergibt sich, dass SchülerInnen mit schwachen Leistungen am ehesten von leistungsheterogenen Gruppen profitieren. In Bezug auf den Biologieunterricht in Kuwait zeigten Saleh, Lazonder & Jong (2005), dass lernschwache SchülerInnen in leistungsheterogenen Gruppen eine höhere Leistungsmotivation zeigen, als in leistungshomogenen Gruppen.

Die Mehrebenenanalyse nach Schümer (2004), basierend auf PISA, zeigt, dass sehr ungünstig zusammengesetzte SchülerInnenpopulationen negative Effekte mit sich bringen. Vor allem an Förderschulen zeige sich eine doppelte Benachteiligung der SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf mit der Verstärkung sozialer Disparitäten (Kocaj, Kuhl, Kroth, Anand & Petra, 2014). Weiterhin machen die Studien deutlich, „dass die Nachteile der leistungsstarken Schüler in heterogenen Gruppen weniger groß sind als Vorteile, die leistungsschwächere SchülerInnen in diesen Gruppen haben“ (Schümer, 2004, S. 79).

In mehreren Studien zeigen sich bei gemeinsamer Beschulung von SchülerInnen ohne und mit unterschiedlichem sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf keine systematischen Nachteile in Bezug auf die Leistung für SchülerInnen ohne besonderen Unterstützungsbedarf (z. B. Bless & Klaghofer, 1991; Gandhi, 2007; Kocaj et al., 2014; Rouse & Florian, 2006; Sermier Dessemontet, Benoit & Bless, 2011; Sharpe , York, Jennifer & Knight, 1994; Wocken, 1987). Die Lernfortschritte sind zum Teil größer als in vergleichbaren Regelklassen. Myklebust (2006) zeigt in seiner norwegischen Langzeitstudie, dass SchülerInnen mit Unterstützungsbedarf bei inklusiver Beschulung zu höheren Anteilen das Kompetenzniveau der Sekundarstufe II erreichen.

Speziell in Bezug auf den Förderschwerpunkt Lernen zeigen sich bei gemeinsamer Beschulung positive Auswirkungen auf die Leistung der SchülerInnen mit Unterstützungsbedarf (u. a. Ahrbeck, Bleidick & Schuck, 1997; Bless, 1995; Hildeschmidet & Sander, 1996; Kronig, Haeberlin & Eckhart, 2000). Rea, McLaughlin, & Walther-Thomas (2002) vergleichen die Beschulung von SchülerInnen mit Lernbeeinträchtigungen an zwei verschiedenen Schulen. An der einen fand eine klassenexterne Förderung in Fördergruppen, an der anderen eine klasseninterne Förderung statt. SchülerInnen der inklusiven, klasseninternen Förderung wurden in Mathematik und den Naturwissenschaften besser beurteilt und schnitten in den Bereichen Sprache und Mathematik des Iowa Tests of Basic Skills besser ab als die SchülerInnen, die in externen Fördergruppen lernten.
In Bezug auf den Förderschwerpunkt geistige Entwicklung sind weniger Studien vorhanden. Freeman & Alkin (2009) kommen in ihrem Forschungsüberblick über neun Studien zu dem Schluss, dass sich keine Unterschiede gemeinsamer oder nicht gemeinsamer Beschulung bezüglich der Leistung von SchülerInnen mit geistiger Behinderung ergeben, eine längere gemeinsame Beschulung jedoch positive Auswirkungen zeigt. Ähnliche Ergebnisse finden sich auch in weiteren Studien (Katz & Mirenda, 2002; Peetsma, Vergeer, Roeleveld & Karsten, 2001), u. a. auch im Speziellen für SchülerInnen mit Down-Syndrom (Laws, Byrne & Buckley, 2000; Turner, Alborz & Gayle, 2008). Sermier Dessemontet, Benoit & Bless (2011) beschreiben, dass SchülerInnen mit geistiger Behinderung bei gemeinsamer Beschulung vor allem größere Fortschritte im sprachlichen Bereich machen, im mathematischen Bereich sich jedoch keine Unterschiede zeigen. In Bezug auf die Entwicklung adaptiver Fähigkeiten dieser SchülerInnengruppe zeigen sich uneinheitliche Ergebnisse (Sermier Dessemontet et al., 2011). Für den Unterstützungsbedarf körperlich-motorische Entwicklung zeigen sich keine Benachteiligungen der SchülerInnen an Regelschulen (Walter-Klose, 2013).
Die soziale Integration, oder auch soziale Teilhabe, beschreibt, inwieweit alle SchülerInnen in ihren Lernumgebungen integriert sind und sie dies wahrnehmen (Martschinke, Kopp & Ratz, 2012). Das Empfinden der sozialen Integration hat einen Einfluss auf die schulischen Leistungen der SchülerInnen (Haeberlin, 1991; Hüther, 2008). Verschiedene Autoren weisen auf Probleme von Stigmatisierungseffekten an Förderschulen hin (Hildeschmidet & Sander, 1996; Klemm & Preuss-Lausitz, 2011). Betrachtet man die soziale Teilhabe von SchülerInnen mit Beeinträchtigungen in gemeinsam beschulten Gruppen, finden sich uneinheitliche Ergebnisse. Pijl, Frostad & Flem (2008) und Huber (2006) kommen zu dem Ergebnis, dass leistungsschwächere SchülerInnen sowie SchülerInnen mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung weniger gut sozial integriert sind. Betrachtet wird der Beliebtheitsgrad der SchülerInnen, bestehende Freundschaften, sowie die gefühlte soziale Integration. Ähnliche Ergebnisse zeigen Haeberlin, Bless, Moser & Klaghofer (2003) und Ruijs & Peetsma (2009), die auch über ein schlechteres Selbstkonzept dieser SchülerInnengruppe im Gegensatz zu vergleichbaren SchülerInnengruppen an Förderschulen be-

richten. SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf sind weniger in sozialen Interaktionen integriert (Kasari, Locke & Gulsrud, 2011; Kemp & Carter, 2002; Pijl, Skaalvik & Skaalvik, 2010) und werden eher von ihren peers gemobbt (Rose, Monda-Amaya & Espelage, 2011). Klemm & Preuss-Lausitz (2011) beschreiben jedoch positive Beobachtungen von Hilfsbereitschaft und Freundschaften von SchülerInnen mit Unterstützungsbedarf im gemeinsamen Unterricht.

Einige Studien haben den Blick auf die Art der Umsetzung einer gemeinsamen Beschulung gerichtet, wie etwa Wiener & Tardif (2004). Sie zeigen, dass sich die Form der inklusiven Förderung sich auf die emotionale und soziale Integration auswirkt. Gegenübergestellt werden hier das gemeinsame Lernen und eine klassenexterne Förderung: Stigmatisierungseffekte können bei gemeinsamem Lernen vermieden werden. SchülerInnen, die vor allem innerhalb des Klassenverbandes gefördert wurden, sind den Ergebnissen zufolge sozial besser integriert. Hier finden jedoch auch öfter leistungsbezogene Vergleichsprozesse statt (Wiener & Tardif, 2004).

Vehkakoski (2012) hat Differenzierungsmaßnahmen an finnischen Schulen analysiert und beschreibt Spannungsverhältnisse, die sich aus segregativen äußeren Differenzierungsmaßnahmen ergeben:

> *the fact, that students have been seperated from mainstreem classrooms in certain subjects due to their perceived poorer skills may also increase students' need to avoid appearing stupid and to prove their competence. (Vehkakoski, 2012, 167)*

Innere Differenzierungsmaßnahmen schneiden in verschiedenen Studien positiver ab. Dies zeigen z. B. Lipkowsky, Kastens, Lotz & Faust (2011) in Bezug auf die Entwicklung des Selbstkonzeptes bei innerer Differenzierung im Schreiblernprozess oder aber Reis, McCoach, Little, Muller & Kaniskan (2011) in Bezug auf Erfolge im Leselernprozess. McLeskey & Waldron (2011) betonen die Bedeutung von zusätzlichen Förderangeboten in inklusiven Settings. Zigmond (2003) weist darauf hin, dass dieser Forschungsbereich komplex und daher schwierig und bislang unzureichend geklärt ist.

Auch Garrote (2016) betrachtet die soziale Akzeptanz von SchülerInnen mit kognitiven Beeinträchtigungen in inklusiven Klassen. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass diese SchülerInnen sich nicht in ihren sozialen Kompetenzen von anderen SchülerInnen unterscheiden, sie scheinen sogar leichter Freundschaften zu knüpfen. Außerdem zeigt sie, dass in Klassen mit vielen bestehenden Freundschaften, insgesamt eine niedrigere Ablehnungsquote der SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf beschrieben wird (Garrote, 2016). Die Untersuchungen betrachten außerdem den Zusammenhang zwischen Mathematikleistungen und sozialer Integration. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die hier fokussierten Mathematikleistungen einen direkten Einfluss auf die soziale Akzeptanz haben. Verfügen SchülerInnen über kooperatives und hilfsbereites Verhalten und zeigen sie dies im Unterrichtsalltag, hat auch dies einen Einfluss auf ihre soziale Akzeptanz. Garrote (2016) kommt zu der Schlussfolgerung, dass, je niedriger die Leistung

eines/r Schülers/in ist, desto bedeutsamer wird sein/ihr kooperatives Verhalten, um Ablehnung zu vermeiden. Unterricht hat demzufolge die Aufgabe, Möglichkeiten zu schaffen, bei denen SchülerInnen kooperatives und hilfsbereites Verhalten zeigen können, um gemeinsame Lernsituationen zu initiieren (Garrote, 2016). Martschinke, Kopp & Ratz (2012) betonen, dass bislang nicht geklärt ist, welche Schul- und Unterrichtsorganisation (pädagogisch-didaktisch) wirksam für gemeinsamen Unterricht ist.
Auf Grundlage der Ergebnisse zur Leistung und der sozialen Teilhabe scheint die Argumentation für ein gemeinsames Lernen deutlich zu sein. Die aktuelle Situation in den Schulen zeigt sich jedoch anders. Inklusive Förderung ist oft nicht geplant, improvisiert, oberflächlich und wenig intensiv (Zigmond & Baker, 1996). Lernende mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf werden oft klassenextern gefördert (Labhart et al. in Vorb.). Außerdem zeigen Pool Maag & Moser Opitz (2014), dass äußere Rahmenbedingungen einen Einfluss auf die Umsetzung eines Fördersettings haben. Sie beschreiben, dass Lehrkräfte sich fragen, ob Unterricht inklusiv und effektiv zu gleich sein kann (Pool Maag & Moser Opitz, 2014). Untersuchungen betrachten ebenfalls Einstellungen und Haltungen von Lehrkräften in Bezug auf inklusive Beschulung und Unterricht. Sie zeigen ihre Bedeutsamkeit dieser in Bezug auf das Klima im Klassenraum sowie die Planung von Unterricht. Diese wiederum wirken sich auf die Leistung und soziale Teilhabe der SchülerInnen aus (z. B. Jordan, Schwartz & McGhie-Richmond, 2009).

3.1.3 Zwischenfazit

Inklusion betrifft die gesamte Gesellschaft, soll hier jedoch im schulischen Kontext und dabei auf der Unterrichtsebene betrachtet werden. Im Gegensatz zu integrativem Unterricht bezieht sich der inklusive Unterricht nicht nur auf die gemeinsame Beschulung von Lernenden mit und ohne Behinderungen, sondern zielt auf die bestmögliche gemeinsame Förderung aller SchülerInnen ab. Es wird ein weiter Inklusionsbegriff zugrunde gelegt, der die Anpassung der äußeren Bedingungen an die sich verändernde SchülerInnenschaft verfolgt (UNESCO, 2005). Im Sinne einer "scientific literacy for all" verfolgt inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht in Anlehnung an NinU (Netzwerk für inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht, 2016) das Ziel, allen SchülerInnen die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung zu ermöglichen, dabei ihre individuellen Bedürfnisse zu berücksichtigen und als Gewinn für eine inklusive Unterrichtsgestaltung zu betrachten. Der Index für Inklusion stellt aus einer normativen Perspektive Merkmale für einen inklusiven Unterricht zusammen. Besonders die Partizipation aller SchülerInnen und die Ermöglichung gemeinsamer Lernsituationen werden deutlich (Boban & Hinz, 2003). Der von Florian & Spratt (2013) entwickelte Rahmen zur Beschreibung von inklusiven Praktiken fußt auf einem Verständnis der inklusiven Pädagogik, dass sich an den Beschreibungen des In-

dex für Inklusion anlehnt. Das Konzept der inklusiven Pädagogik zielt neben der Partizipation aller Lernenden im und am Unterricht auch darauf ab, keine äußere Differenzierung durch die Bereitstellung zusätzlicher Materialien für spezielle SchülerInnen anzustreben. Gruppen sollen nicht leistungshomogen zusammengesetzt jedoch ko-konstruktive Prozesse zwischen den SchülerInnen angeregt werden.
Die Studienlage zur Wirksamkeit von inklusivem Unterricht wird vor dem Hintergrund betrachtet, dass noch nicht abschließend geklärt ist, wie inklusiver Unterricht gestaltet werden kann und sollte. Die Studien beziehen sich auf Unterschiede der gemeinsamen Beschulung von SchülerInnen mit und ohne sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf bzw. auf die Art der Beschulung. Zusammengefasst stellt sich eine gemeinsame Beschulung als wirksamer in Bezug auf die Leistungen im Besonderen für SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf und nicht als nachteilig für alle SchülerInnen dar (Löser & Werning, 2013). Die soziale Akzeptanz der SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf zeigt sich bei gemeinsamer Beschulung geringer, jedoch sind auch an der Förderschule Stigmatisierungseffekte zu erkennen. Neben der Leistung scheint jedoch auch die Möglichkeit, sich kooperativ zu zeigen, auf die soziale Akzeptanz der SchülerInnen einen Einfluss zu nehmen. Demzufolge könnten Situationen, in denen sich alle SchülerInnen einbringen und kooperativ zeigen können, eine soziale Akzeptanz sowie gemeinsames Lernen fördern (Garrote, 2015).

3.2 Herausforderungen und Chancen für inklusiven (Sach-)Unterricht

In diesem Kapitel sollen Diversitätsmerkmale und deren mögliche Einflüsse auf das Lernen in den Naturwissenschaften erläutert werden (Kap. 3.2.1). Außerdem werden Studienergebnisse zum Lernen in den Naturwissenschaften zu den fokussierten SchülerInnengruppen zusammengestellt. In welcher Weise Unterricht gestaltet werden kann, der diese Anforderungen berücksichtigt, wird in Kapitel 3.3 betrachtet. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf (Kap. 3.2.3), sozialen Aspekten (Kap. 3.2.2) sowie Aspekten der Sprache und Kultur (Kap. 3.2.3). Andere Diversitätsmerkmale, wie Gender oder Religion werden hier nicht expliziert.
Dies begründet sich darin, dass Sachunterricht, als Fach der Grundschule, immer schon heterogenere Lerngruppen aufwies, als bspw. der Fachunterricht in der Sekundarstufe (Abels, 2015a). Durch Migrationsströme und das Auflösen der Förderschulen im Rahmen der Inklusionsentwicklungen, nimmt die Heterogenität auch an Grundschulen weiter zu. Die Fokussierung auf bestimmte Diversitätsmerkmale soll hier nicht einem weiten Inklusionsbegriff entgegenstehen. Vielmehr sollen die Erkenntnisse zu spezifischen Diversitäts-

merkmalen nicht in Vergessenheit geraten und in der Gestaltung von inklusivem Unterricht aufgehen. Die Sonderpädagogik hat eine lange Tradition und Anpassungsmerkmale für Unterricht sowie die spezifischen Unterstützungsbedarfe wurden entwickelt. Aber auch aus dem Bereich Deutsch als Zweitsprache finden sich Materialien und Konzepte, die die Gestaltung inklusiven Unterrichts unterstützen können. Diese Erkenntnisse sollen daher aus der Perspektive betrachtet werden, inwiefern sie allen SchülerInnen Unterstützungsmöglichkeiten zum anspruchsvollen Lernen und zur Partizipation ermöglichen können. Sie fließen im Kapitel 5.2 unter gewählten Schwerpunkten in die Überlegungen mit ein.

3.2.1 Einflussfaktoren auf die Lernentwicklung

Die Bedeutung des naturwissenschaftlichen Vorverständnisses für das Lernen in den Naturwissenschaften, also das Vorhandensein von und das Anknüpfen an Schülervorstellungen, wurde bereits in Kapitel 2.2 erläutert. Dem konstruktivistischen Verständnis von Lehren und Lernen nach kann das Wissen in den Naturwissenschaften als domänspezifisch beschrieben werden. Die SchülerInnen entwickeln ihre Vorstellungen aufbauend auf Erfahrungen und demnach sind Einflüsse auf diese Erfahrungen für die Entwicklung eines naturwissenschaftlichen Vorverständnisses maßgebend (s. Kap. 2.2).
In der deutschen Literatur werden keine direkten fachspezifischen Lernschwierigkeiten beschrieben, jedoch wird im Allgemeinen die Bedeutsamkeit der Auswirkungen von sozialen, aber auch subjektiven Komponenten auf das Lernen berichtet (Spägele, 2008).
Aus den theoretischen Beschreibungen zur Entstehung von Vorstellungen, den Theorien über Vorstellungsentwicklungen und Strategien zur Initiierung dieser Entwicklungen lassen sich folgende Bereiche als bedeutsam für das Lernen in den Naturwissenschaften zusammenfassend herausarbeiten:

- Kognition (Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Metakognition)
- Sprache
- Kultur
- (sensumotorische) Erfahrungen
- Interesse/Motivation
- soziale/familiäre Aspekte

Diese Punkte sind für das Lernen aller SchülerInnen entscheidend. Unter der Berücksichtigung bestimmter Diversitätsmerkmale gewinnen sie jedoch für bestimmte SchülerInnen einen besonderen Stellenwert: So gestalten sich bei SchülerInnen mit Migrationshintergrund kulturelle Erfahrungen oder die Sprachentwicklung anders als bei SchülerInnen, die in ihrem Heimatland und mithilfe ihrer Erstsprache im Sachunterricht lernen. Auch Beeinträchtigungen bzw. Behinderungen in den jeweiligen Aspekten, wie etwa eine geistige oder

körperlich-motorische Beeinträchtigung, zeigen möglicherweise Auswirkungen auf das Lernen in den Naturwissenschaften.

3.2.2 Soziale Aspekte

Spägele (2008) zählt zu den sozialen Komponenten die Herkunftsfamilie, Verwandte, Freunde sowie vorschulische Einrichtungen. Müller (2005) stellt heraus, dass vor allem motivationale und soziokulturelle Aspekte einen Einfluss auf das naturwissenschaftliche Vorverständnis haben, die mit dem familiären Hintergrund der SchülerInnen zusammenhängen. Upmeier zu Belzen und Vogt (2001) konnten zeigen, dass das Elternhaus einen Einfluss im Besonderen auf die Interessen der SchülerInnen hat. Miller (2004) beschreibt,

> *dass besonders Kinder aus unterprivilegierten Familien vielfach die Voraussetzung für Eigenmotivation und Kreativität aufgrund des niedrigen Anregungsmilieus und der Bewältigung ihrer Alltagssituation nicht mitbringen. (S. 279)*

Spägele (2008) stellt fest, dass das naturwissenschaftliche Vorverständnis von GrundschülerInnen mit dem Bildungsniveau der Eltern zusammenhängt: Kinder aus bildungsferneren Elternhäusern oder mit Migrationshintergrund verfügten über signifikant geringeres Vorwissen. Das Wissen und die soziale Herkunft stehen in seinen Untersuchungen nicht mit der intellektuellen Leistungsfähigkeit der Kinder im Zusammenhang. In der TIMSS Studie (Trends in International Mathematics and Science Study) wird der sozioökonomische Status des Elternhauses u. a. durch die Anzahl der Bücher im Haushalt abgebildet. Dies geht zurück auf die Beschreibungen Bourdieus (1983) des kulturellen Kapitals. Es zeigt sich, dass SchülerInnen aus Elternhäusern mit mehr als 25 Büchern im Haus deutlich bessere Leistungen im Bereich der Naturwissenschaften zeigen. Der Einfluss von sozialen Bedingungsfaktoren auf das naturwissenschaftliche Wissen zeigt sich in entsprechender Tendenz auch in der PISA-Studie (2006) in Bezug auf SchülerInnen im Sekundarstufenbereich. Ein weiterer Faktor, der vom familiären Hintergrund beeinflusst ist, ist die Ausprägung der sensumotorischen Primärerfahrungen der Kinder (Köster, 2006; Gardner, 2003). Dass Bildungsarmut oftmals auf eine Erfahrungsarmut zurückzuführen ist, wird auch in der World Vision Kinderstudie deutlich: Die häusliche Unterstützungspraxis tritt in oberen sozialen Schichten vermehrt auf und diese Kinder sind öfter in Vereinen und kommerziellen Freizeiteinrichtungen integriert (Andresen, Hurrelmann, & Fegter, 2010; Leven & Schneekloth, 2010). Neben dem sozioökonomischen Status weist der Bildungsbericht (Maaz et al., 2016) auf die Bedeutung der Armutsgefährdung, der Erwerbslosigkeit sowie des Bildungsstands der Eltern für eine erfolgreiche Bildungskarriere ihrer Kinder hin. Lück, Pahl & Wehmeier (2015) führen an, dass folgende Schutzfaktoren diesen Risikofaktoren entgegenwirken können: ein positives Selbstkonzept, Selbstwirksamkeitsüberzeugung und Problemlösefähigkeit. Anhand von Ergebnissen aus einer Studie im Rahmen der offenen Kinder- und Ju-

gendarbeit, sowie einer Studie im Sachunterricht machen sie deutlich, dass das Experimentieren die Entwicklung der eben genannten Resilienzfaktoren unterstützen kann. Die kompetenzorientierten Experimentierangebote stärkten die Fähigkeitsselbsteinschätzung der SchülerInnen und dies wirkte sich auch auf ihre kognitiven Leistungen aus (Lück et al., 2015).

3.2.3 SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf

Die Kultusministerkonferenz (KMK, 2011) umfasst nach dem Verständnis der Behindertenrechtskonvention unter den Menschen mit Behinderungen

> *Kinder und Jugendliche, die langfristige körperliche, seelische, geistige Beeinträchtigungen oder Sinnesbeeinträchtigungen haben, welche sie in Wechselwirkung mit verschiedenen Barrieren an der vollen, wirksamen und gleichberechtigten Teilhabe an der Gesellschaft hindern können. (S.6)*

Ein sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf bezieht sich auf die spezifischen Bedürfnisse bzw. Ausprägungen, die sich bei SchülerInnen zeigen. Diese Bezeichnung wird lediglich im (vor-)schulischen Bereich verwendet. Ein Unterstützungsbedarf wird durch ein Verfahren festgestellt, das bundeslandspezifisch geregelt ist. (Hasselhorn et al., 2014) Zu den sonderpädagogischen Fachrichtungen, bzw. sonderpädagogischen Unterstützungsbedarfen zählt die KMK (2011) folgende:

- Lern- und Leistungsverhalten, insbesondere das schulische Lernen (37 %)
- Sprache, das Sprechen, das sprachliche und kommunikative Handeln (11 %)
- Geistige Entwicklung, geistige Behinderung (16 %)
- Emotionale und soziale Entwicklung, das Erleben und die Selbststeuerung (17 %)
- Körperliche und motorische Entwicklung, körperliche Behinderung (7 %)
- Hören, die auditive Wahrnehmung und Verarbeitung, Schwerhörigkeit, Gehörlosigkeit (4 %)
- Sehen, die visuelle Wahrnehmung und Verarbeitung, Sehbehinderung oder Blindheit (2 %) (S. 20)

Die Prozentangaben geben die Anteile des jeweiligen Schwerpunktes aller SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf aus dem Schuljahr 2015/2016 wieder (Kultusministerkonferenz, 2016). Folgende Tabelle (Tab. 5) zeigt die Anteile der SchülerInnen mit Unterstützungsbedarf insgesamt sowie an den Förder- und allgemeinbildenden Schulen für die Schuljahre 2012/13 und 2015/2016 wieder.

Tab. 5: Schulbesuchszahlen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf in der BRD 2012/2013; 2015/2016 in Anlehnung an Hasselhorn et al. (2014), Maaz et al. (2016)

	insgesamt	**Förderschule**	**allgemeinbildende Schule**
2012/2013	493.200	355.139	138.061
2015/2016	517.384	322.518	194.866

Die Besuchszahlen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf sind an Grundschulen am höchsten und sind von 2008 bis 2015 von 50.555 auf 98.683 gestiegen (Kultusministerkonferenz, 2012, 2016). Den größten Anteil an diesen Besuchszahlen zeigt der Unterstützungsbedarf Lernen (44,3 %), gefolgt von emotional-sozialer Entwicklung (25,4 %) und Sprache (13,75 %) (Maaz et al., 2016).

Die sonderpädagogischen Förderbereiche orientieren sich an den Entwicklungsbereichen, wie sie in der Entwicklungspsychologie beschrieben werden (Oerter & Montada, 2002; Piaget, 1993). Im schulischen Kontext werden die Entwicklungsbereiche durch zwei weitere Förderbereiche ergänzt, dem Lern- und Arbeitsverhalten sowie dem Bereich der Lebensgestaltung und Selbstverwirklichung. So ergeben sich acht Förderbereiche, die in sich noch weiter ausdifferenziert werden (s. hierfür: Flott-Tönjes et al., 2005). Alle Förder- bzw. Unterstützungsbereiche und deren Entwicklung sind miteinander verbunden, bedingen sich also gegenseitig. Auch wenn die Spezifikation eines bestimmten Unterstützungsbedarfs besteht, darf dabei die ganzheitliche Entwicklung nicht in den Hintergrund rücken (Terfloth & Bauersfeld, 2015). „Die Trennungen sind künstlich und dienen der Strukturierung und Vereinfachung von Planungsprozessen." (Flott-Tönjes et al., 2005, 26)

Betrachtet man die oben beschriebenen Einflüsse auf das Lernen in den Naturwissenschaften und setzt sie in Bezug zu den Entwicklungsbereichen, die (nicht nur) bei sonderpädagogischen Unterstützungsbedarfen eine Rolle spielen, werden Überschneidungen und deren mögliche Einflüsse deutlich. Bspw. ist, wie bereits oben erläutert, für die Wahrnehmung und Akzeptanz eines kognitiven Konfliktes die Fähigkeit zum logischen Denken bedeutsam. Treten in diesem Bereich besondere Schwierigkeiten auf, wie etwa bei SchülerInnen mit dem Unterstützungsbedarf geistige Entwicklung, könnten sich Probleme im Lernen in den Naturwissenschaften potenzieren. Für den Unterstützungsbedarf Lernen weisen Aufsätze aus dem anglo-amerikanischen Raum auf besondere Probleme im naturwissenschaftlichen Unterricht in folgenden Bereichen hin: sprachlicher Bereich (Parmar, Deluca & Janczak, 1994; Shepard & Adjogah, 1994; Steele 2004); mathematischer Bereich (Olson & Platt, 2004); Verhalten (Aufmerksamkeit, Einstellung, soziale Fähigkeiten) (Steele, 2004). Die Zusammenhänge der Entwicklungsbereiche untereinander machen solche Erklärungsmuster noch komplexer. Weiterhin lässt eine Beschreibung der Wissensentwicklung im domänspezifischen Sinne eine Gegenüberstellung von Entwicklungsschritten und Altersstufen nicht zu. Ebenso widerspricht sie einer Beschreibung von „Behinderung" als verlangsamter Entwicklung zur „normalen Entwicklung" von SchülerInnen. Vielmehr spiele der jeweilige Erfahrungsraum eine Rolle (Kaiser & Seitz, 2007). Auf diesen

können jedoch Einschränkungen in den Entwicklungsbereichen der SchülerInnen ebenfalls Einflüsse haben. Die Schülervorstellungsforschung hat(te) vor allem SchülerInnen der Regelschule im Blick. Wie sich bereichsspezifisches Vorwissen und die Vorstellungen von SchülerInnen mit besonderen Unterstützungsbedarfen gestalten ist bislang lediglich in Ansätzen geklärt (Menthe & Hoffmann, 2015). Marschark & Hauser (2008) beschreiben, dass hörgeschädigte Kinder ähnliche Vorstellungen in Bezug auf naturwissenschaftliche Phänomene zeigen wie RegelschülerInnen.

Von Seiten der Sonderpädagogik werden für einzelne Unterstützungsbedarfe kaum fachdidaktische Konzepte beschrieben (Kaiser & Seitz, 2007). Ein Blick in die Lehrpläne der Schulen zeigt ihre starke Fokussierung auf die Entwicklung von Kulturtechniken und adaptiven Fähigkeiten. Hoffmann & Menthe (2014) machen in einem Vergleich der Bildungspläne einzelner Bundesländer für den Förderschwerpunkt geistige Entwicklung deutlich, dass das Fach Sachunterricht lediglich von drei Bundesländern beachtet wird, das Fach Chemie in keinem. Für die Thematisierung naturwissenschaftlicher Inhalte an den Förderschulen geistige Entwicklung stehen lebenspraktische und phänomenorientierte Zugänge im Vordergrund und vor allem die älteren Bildungspläne bieten kaum Anschlussmöglichkeiten für den Fachunterricht im Sekundarstufenbereich (Hoffmann & Menthe, 2014). Weiterhin führen die Autoren an, dass „in den meisten Bildungsplänen [...] der Stoff der Grundschule einfach auf alle Jahrgangsstufen ausgedehnt [wird]“ (Hoffmann & Menthe, 2014, 146). Dieser Punkt hat „massive Einschränkungen der Lernmöglichkeiten“ (Kaiser & Seitz, 2007, 697) zur Folge und ist hinsichtlich einer Domänspezifik des Wissens nicht haltbar.

Behrends & Bolte (2004) untersuchten, inwiefern physikalische und chemische Inhalte an der Förderschule Lernen unterrichtet werden. Den Ergebnissen zufolge werden naturwissenschaftliche Sachverhalte im Rahmen des Sachunterrichts an lediglich der Hälfte der befragten Schulen behandelt. Vorrangig handelt es sich dabei um biologische Themen. Auch im weiterführenden Unterricht werden Physik und Chemie nicht durchgehend unterrichtet (Behrends & Bolte, 2004). Gründe hierfür können jedoch auch in der mangelnden Ausstattung der Schulen sowie des fachfremden Unterrichtens seitens der Lehrkräfte gesehen werden. Diese Problematiken weisen Wagner & Bader (2006) für die Förderschulen im Bereich Lernen, Sprache und emotional-soziale Entwicklung im Bundesland Hessen nach. Einzelfallstudien und internationale Studien zeigen jedoch das große Potential naturwissenschaftlicher Phänomene und des Experimentierens in Bezug auf SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf. Langermann (2006) führte im Vorschulbereich Einzelfallstudien zur Akzeptanz von naturwissenschaftlichen Phänomenen von Kleinkindern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung durch. Die Einzelfallstudien machen deutlich, dass die Kinder ein hohes Interesse an den Phänomenen zeigen und besonders das aktive Tun ein Anreiz darstellt. Aber auch im kognitiven Bereich zeigten sich positive Ergebnisse: Die Kinder konnten sich an einzelne Experimente und deren Durchführung erinnern und einige die Deutung bzw. den Hintergrund des Experimentes in einem

folgenden Interview wiedergeben. Für diese Interviews erwies es sich von Vorteil, wenn die SchülerInnen aktiv handeln konnten (Langermann, 2006). Als weiteres Ergebnis hält Langermann (2006) fest, dass die SchülerInnen durch die Wiederholbarkeit der Experimente eine Zuverlässigkeit der Naturgesetze erfahren können. Daher kann das Experimentieren auch ein Gefühl der Selbstwirksamkeit erwirken. Jedoch treten mit zunehmender Komplexität der Phänomene und ihrer Erklärungen auch Grenzen auf (Langermann, 2006). Diese Ergebnisse konnten durch weitere Einzelfallstudien aus dem Arbeitskreis von Lück bestätigt werden (Krahn, 2005; Lück, 2014). Beim Experimentieren können multiple Sinneserfahrungen ermöglicht werden, die vielfache Verstehensprozesse auch ohne sprachliche Kompetenzen ermöglichen. Das „Phänomen ist damit, zumindest in Bezug auf die sinnliche Wahrnehmung, als eine Komponente des Erkennens, für alle Kinder gleich zugänglich." (Lück, 2009, 119) Das Experimentieren kann die Entwicklung von Fähigkeiten unterstützen, „wenn die Erfahrungen des Kindes dazu führen, dass es, wenn es nützliche Fertigkeiten und Aufgaben in Angriff nimmt, ein Gefühl der Kompetenz entwickelt" (Berk, 2005, 430). Hierfür müssen Experimente erfolgreich sein, also gelingen (Lück, 2014).
Ähnliche Erfahrungen beschreibt auch Manske (2011) aus ihrer Arbeit mit SchülerInnen mit Trisomie 21[3]: In Einzelsituationen experimentiert sie mit den SchülerInnen, geht ihren Fragen nach und beschreibt, dass die SchülerInnen sich interessiert und begeistert mit den Phänomenen der unbelebten Natur auseinandersetzen. Dabei bleibt sie nicht auf der reinen Betrachtungsebene der Phänomene stehen: Sie setzt ein einfaches Teilchenmodell aus Murmeln ein, um mit einem Schüler die Dichte von Stoffen zu erarbeiten (Manske, 2011).
Für SchülerInnen mit Hörbeeinträchtigungen stellt insbesondere die Kommunikation über Gebärden – sei es unterstützend oder als gänzliche Kommunikationsform – eine Herausforderung dar. Poppendieker (1993) zeigt, dass bereits im Sachunterricht für die Erklärung naturwissenschaftlicher Phänomene ein zu geringer Umfang an Fachgebärden zur Verfügung steht oder deren Bedeutung zu nah aneinander liege. Für den weiterführenden Chemieunterricht wurde dies an weiteren Stellen beklagt (Adesokan, 2015; Lang et al., 2007; Schmitt-Sody, 2014). Barman & Stockton (2002) stellten bei der Entwicklung eines Online-Lernprogramms für SchülerInnen mit Hörbeeinträchtigungen fest, dass sie Schwierigkeiten haben, Hypothesen zu bilden und Erklärungen abzuleiten. Auch McIntosh, Sulzen, Reeder & Kidd (1994) konnten zeigen, dass anspruchsvolle Aufgaben, wie Problemlöseaufgaben oder offenere Lernumgebungen, den SchülerInnen Schwierigkeiten bereiten. Das Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern dieser SchülerInnengruppe wird jedoch als groß beschrieben (Lang, 1994).

[3] Trisomie 21, auch Down-Syndrom genannt, bezeichnet ein bei Menschen auftretendes Syndrom, wenn durch Genommutation das 21. Chromosom oder Teile von diesem dreifach bestehen. Menschen mit Trisomie 21 zeichnen sich durch charakteristische körperliche Merkmale auf und oft gehen Einschränkungen in kognitiven Fähigkeiten einher, die sich jedoch sehr unterschiedlich gestalten (ausführlicher s. z. B. Wilken und Gelb (2017))

Untersuchungen von Kaiser & Teiwes (2003) zeigen für SchülerInnen mit dem Unterstützungsbedarf Lernen, dass handlungsorientierte Materialien in kleineren Gruppen als anregend empfunden werden und die SchülerInnen sich gern und ausdauernd damit auseinandersetzten. Über Metaanalysen von Therrien, Taylor, Hosp, Kaldenberg & Gorsh (2011) sowie Therrien, Tayler, Watt & Kaldenberg (2014) wird deutlich, dass sowohl SchülerInnen mit den Unterstützungsbedarfen Lernen als auch emotional-sozialer Entwicklung Lernzuwächse im naturwissenschaftlichen Unterricht erreichen können. Welche Gestaltungsmerkmale dabei eine Rolle spielen, wird in Kapitel 3.3 betrachtet.

3.2.4 Sprache und Kultur

Das Lernen in den Naturwissenschaften ist stark mit dem Sprachlernen verknüpft und beide Elemente bedingen sich gegenseitig (Leisen, 2015). Das Erlernen der Fachsprache ist ein Ziel für alle SchülerInnen (Markic & Abels, 2013). Jedoch hat das Sprachvermögen bzw. die Sprachentwicklung der SchülerInnen einen Einfluss auf die Entwicklung von naturwissenschaftlichem (Vor-)Verständnis, gerade in Bezug auf die Begriffsbildung (Pfeifer, 2002; Weerda, 1981). Die Sprachentwicklung ist durch verschiedene Aspekte bestimmt: Durch soziokulturelle, also u. a. durch das Sprachniveau im familiären Umfeld, aber auch durch körperliche bzw. motorische (organisch-somatische Ursachen, Hörstörungen, neurologische Störungen, Bewegungserfahrungen) sowie kognitive Aspekte (Szagun, 1996). Einzelheiten der Bedingungen können hier nicht im vollen Umfang aufarbeitet werden. Es wird jedoch deutlich, dass das Merkmal der Sprache durch soziale, aber auch entwicklungsbezogene Aspekte bedingt ist und selbst diese Aspekte nicht losgelöst voneinander zu sehen sind.
Sprachliche Probleme können insbesondere auftreten, wenn die Unterrichtssprache nicht der Erstsprache der SchülerInnen entspricht, wie bei SchülerInnen, die einen Migrationshintergrund haben. Zu dieser Gruppe werden SchülerInnen gezählt, die selbst oder von denen mindestens ein Elternteil nicht mit deutscher Staatsangehörigkeit geboren sind (Bundesamt für Migration und Flüchtlinge, 2017). In Deutschland trifft dies auf 21 % der Bevölkerung zu, von denen 96 % in westdeutschen Bundesländern und in Berlin leben. Bei Kindern unter zehn Jahren liegt der Anteil mit Migrationshintergrund in einzelnen Gebieten bei mehr als 50 %. 90 % der vier- und fünfjährigen Kinder mit Migrationshintergrund besuchen eine Kindertageseinrichtung und bei 63 % dieser Kinder wird im Elternhaus eine andere Sprache als Deutsch gesprochen. Hinzu kommt, dass die beschriebenen Kinder oft die gleichen Schulen besuchen, sodass an diesen die Mehrheit der Kinder kaum oder wenig Deutsch spricht. Der umgebende Sprachraum zeigt sich in den niedrigen Wortschatz- und Grammatikkompetenzen der Kinder bei ihrer Einschulung. Außerdem besuchen SchülerInnen mit Migrationshintergrund zu großen Teilen niedriger qualifizierende Schularten.

Die Ergebnisse des Bildungsberichtes zeigen jedoch auch, dass die Förderungsmöglichkeiten und -programme in Bezug auf sprachliche Fähigkeiten der SchülerInnen mit Deutsch als Zweitsprache seit 2008 zunimmt und in neun Bundesländern in den Lehramtstudiengängen thematisiert wird. Zur sprachlichen Barriere kommt hinzu, dass diese SchülerInnengruppe zu 30 % armutsgefährdet sind, sich also Risikolagen aufsummieren können (s. soziale Aspekte) (Maaz et al., 2016).

Im Fachunterricht tauchen unterschiedliche Sprachen auf, die sich auf verschiedenen Abstraktionsebenen bewegen (nonverbale Sprache, Bildsprache, Verbalsprache, Symbolsprache, mathematische Sprache) (Leisen, 2015). Dabei lässt sich die Verbalsprache weiter gliedern in die Fachsprache, die Unterrichtssprache und die Alltagssprache. Die Fachsprache unterscheidet sich von der Alltagssprache in der Morphologie (z. B. substantivierte Infinitive, Komposita) und Syntax (z. B. unpersönliche Ausdrucksweise, Imperativ), in fachtypischen Sprachstrukturen (z. B. „eine Kraft ausüben“), aber auch der spezifischen Struktur von Fachtexten (z. B. hoch verdichtete Merksätze) (Leisen, 2015). Daher stellt die Fachsprache besondere Herausforderungen an die SchülerInnen. In jeder Unterrichtsstunde werden ca. neun neue Fachbegriffe eingeführt, das sind mehr als im Fremdsprachenunterricht (Leisen, 2005). Diese Fachbegriffe werden für unterschiedliche Bedeutungen verwendet und auf variantenreiche Art eingesetzt (Rincke, 2004; 2005). Auch die verwendete Alltagssprache hat ihren Einfluss auf das Lernen in den Naturwissenschaften, da aus ihren Formulierungen heraus Vorstellungen entstehen können (s. Kap. 2.2). Für SchülerInnen mit geringeren Sprachkompetenzen, sei es aufgrund eines Unterstützungsbedarfs oder familiärer Bedingungen wie dem Zweitspracherwerb oder einem niedrigeren sozio-ökonomischen Status, sind fachsprachliche Kompetenzen oft schwieriger anzueignen (Hesse, 2008; Schmölzer-Eibinger, 2013; Wellington & Osborne, 2009; Wlotzka & Ralle, 2008). Leisen (2015) stellt sprachliche Probleme im Fachunterricht zusammen und kategorisiert sie (s. Tab. 6).

Tab. 6: Sprachprobleme im Fachunterricht in Anlehnung an Leisen (2015)

Sprachprobleme im Fachunterricht	**Problemkategorie**
• Lerner ringen um (Fach)Begriffe • Haben einen begrenzten Wortschatz • Mischen Alltags- und Fachsprache	Probleme im Zusammenhang mit dem Wortschatz
• Geben Einwort-Antworten und vermeiden ganze Sätze • Sprechen und schreiben unstrukturiert und unpräzise • Lesen und sprechen stockend, holprig und verstummen • Sprechen und schreiben in einfachsten Satzstrukturen • Sprechen und hören lehrerbezogen	Probleme im Zusammenhang mit der Verbalisierung und Kommunikation
• Verstoßen massiv gegen die Regeln der deutschen Sprache • Verstehen (Fach)Texte und Darstellungsformen nicht (Lesen) • Haben Schwierigkeiten beim Schreiben, Beschreiben, ...	Probleme im Zusammenhang mit Sprach-, Lese- und Schreibkompetenz

Die sprachlichen Probleme der SchülerInnen müssen jedoch nicht im direkten Bezug mit ihren fachlichen Fähigkeiten stehen. Aus ihren Praxiserfahrungen halten Leisen und Berge (2005) fest:

> *Wenn man einen Sachverhalt nicht in der Fachsprache formulieren kann, dann heißt das nicht, dass man ihn nicht verstanden hat. (S. 26)*
> *Wenn man einen Sachverhalt in Fachsprache formulieren kann, heißt das nicht, dass man ihn verstanden hat. (S. 27)*

Der Zusammenhang von Fach- und Sprachlernen kann auch zur Förderung beider Elemente im Sachunterricht genutzt werden. Gottwald (2016) zeigt in ihrer Dissertation, dass naturwissenschaftliches Arbeiten die Sprache von Grundschulkindern fördern kann. Ein zentrales Ergebnis ihrer Arbeit ist, „dass die Handlungsorientierung beim Experimentieren offenbar die Verankerung eines Begriffes im Wortschatz eines Kindes beeinflusst." (S.192) Die Ergebnisse der Tests in Bezug auf das entwickelte Fachwissen zeigen, dass die integrierte Sprachförderung im Unterricht dem Fachwissenszuwachs nicht im Wege steht (Gottwald, 2016). Ein ähnliches Ziel verfolgt auch das Projekt von Scheuer, Kleffken und Ahlborn-Gockel (2010) mit dem Titel „Experimentieren als neuer Weg zur Sprachförderung", aus dem einige Lernmaterialien entstanden sind, oder auch Arbeiten von Tajmel (2010).

3.2.5 Zwischenfazit

Naturwissenschaftlicher Sachunterricht stellt sich im inklusiven Kontext vielen Herausforderungen. Aus den theoretisch umrissenen Bedingungen und Voraussetzungen zum Lernen in den Naturwissenschaften wurden bedeutsame Einflussfaktoren herausgearbeitet. Die Lernentwicklungen werden durch soziale und subjektive Aspekte der SchülerInnen beeinflusst. Beleuchtet wurden der soziale Einfluss, sonderpädagogische Unterstützungsbedarfe sowie sprachliche Aspekte. In den Lehrplänen der Förderschulen finden sich kaum naturwissenschaftliche Inhalte wieder und Unterricht mit diesen Schwerpunkten findet nicht häufig statt. Zudem fehlt es an fachdidaktischen Konzepten an Förderschulen (Bolte & Behrens, 2004; Hoffmann & Menthe, 2014; Teiwes & Kaiser, 2003).
Den beschriebenen Herausforderungen stehen jedoch auch Chancen des naturwissenschaftlichen Unterrichts gegenüber. Forschungsprojekte zeigen nicht nur die Begeisterungsfähigkeit von sowohl sozial schwächer gestellten SchülerInnen als auch von SchülerInnen mit unterschiedlichen sonderpädagogischen Unterstützungsbedarfen. Das naturwissenschaftliche Lernen und im Besonderen das Experimentieren bieten nicht nur Möglichkeiten der Sprachförderung, das handlungsorientierte Arbeiten ermöglicht auch die Entwicklung von Resilienzfaktoren, wie der Selbstwirksamkeit (Lück, 2014). Weiterhin bietet es die Möglichkeit, Handlungen zu wiederholen und dadurch langfristige Lernzuwächse zu generieren (Langermann, 2006).

3.3 Lösungsansätze für inklusiven (Sach-)Unterricht

Um Lösungsansätze für die Gestaltung inklusiven (Sach-)Unterricht abzuleiten (Kap. 3.3.2), werden im Folgenden Erkenntnisse aus der allgemeinen Didaktik, der konstruktivistischen Lehr-Lerntheorie, der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik, der (Entwicklungs-)psychologie, der sonderpädagogischen Förderung oder auch Konzepten, wie Deutsch als Zweitsprache, dargestellt und zusammengeführt (Kap. 3.3.1). Im Laufe des Projektes sind immer wieder neue Aspekte zur Gestaltung von inklusivem Sachunterricht und Lernmaterialien in die Überlegungen mit eingeflossen. Die Zusammenstellung kann an dieser Stelle lediglich Einblicke in die umfassenden theoretischen Konzepte bieten. Bedeutsame Punkte wurden herausgearbeitet, die für die anschließenden Überlegungen hinsichtlich der Gestaltung der Unterrichtskonzeption grundlegend sind.

3.3.1 (Fach-)Didaktische Konzepte

Konzeptionen für inklusiven Unterricht beschreibt Heimlich (2014) als noch immer währende konzeptionelle Suchbewegung. Für die konkrete Umsetzung bestehen aus der allgemeinen Didaktik zum einen Kriterienkataloge für das Gelingen von inklusivem Unterricht, aber auch theoretisch-didaktische Überlegungen.

Für die fachdidaktische Forschung im Kontext von Inklusion fordert die Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD) in ihrem Positionspapier (2015), dass fachdidaktische Konzepte, Lehr-/Lernmethoden und Lernmaterialien entwickelt werden sollen, die den Bedürfnissen aller SchülerInnen gerecht werden. Dass dieser Bereich eine Forschungslücke mit sich bringt, zeigte Seitz schon 2004. Jedoch auch noch 2015 betonen Riegert & Musenberg, dass

> *die Herausforderungen und fachdidaktischen Ansprüche des wechselseitigen Austausches in einer inklusiven Klasse über einen Unterrichtsinhalt nur selten zum Thema gemacht worden ist. (S. 23)*

„Eine etablierte inklusive Fachdidaktik gibt es allerdings bisher nicht, die Zahl der Projekte in diesem Feld steigt aber." (Abels, 2015, 135)

Speziell für die Entwicklung einer inklusiven Sachunterrichtsdidaktik bestehen einzelne Arbeiten, wie die von Schomaker (2007) und Seitz (2008) sowie zwei Modellansätze: die Inklusionsdidaktischen Netze nach Kahlert & Heimlich (2014) und das Planungs- und Handlungsmodell von Gebauer & Simon (2012).

Giest (2015) konstatiert, dass es gegenwärtig „noch keine inklusive Didaktik des Sachunterrichts" gibt (S. 216). Lösungsansätze von Sachunterrichtsdidaktikern beziehen sich u. a. auf die (Weiter-)Entwicklung sachunterrichtsdidaktischer Lehr-Lernansätze und Konzepte (Fischer, Giest, Gläser & Schomaker, 2014; Kucharz, 2015). Dabei soll auch geprüft werden,

> *inwieweit die bisherigen Befunde zu strukturierten Unterrichtsarrangements auch bei Kindern mit unterschiedlichem besonderen Förderbedarf repliziert werden können. Das dient der Klärung, inwieweit welche Strukturierungshilfen, aber auch Kompetenzanalysen, auch für inklusive Lerngruppen geeignet sind, eine Kompetenzentwicklung zu unterstützen und anzuregen. (Kucharz, 2015, 234)*

Kucharz (2015) betont weiterhin, dass untersucht werden soll,

> *inwieweit sich die Kinder auf solch strukturierte Versuchsanordnungen überhaupt einlassen können und wie eine ko-konstruktive Auseinandersetzung zu den erfolgten Beobachtungen und deren Deutungen aussehen kann. (S. 234)*

Offen bleibt, in welcher Weise trotz Individualisierung und Barrierefreiheit ein gemeinsames Lernen stattfinden kann. Abels (2015) stellt hierzu folgende Forderung auf:

> *Die jeweiligen Fachdidaktiken haben die Aufgabe, in enger Kooperation mit der Praxis Ansätze, Materialien und Methoden zu entwickeln, zu erproben und zu beforschen, die inklusiven Unterricht ermöglichen, der von Fachlehrer/innen im derzeitigen System leistbar ist. (S. 146)*

Im Folgenden werden didaktische Konzepte und Planungsmodelle, die als Lösungsansätze für inklusiven (Sach-)Unterricht diskutiert werden, vorgestellt.

3.3.1.1 Entwicklungslogische Didaktik

Die entwicklungslogische Didaktik wurde von Georg Feuser entwickelt und stellt den ersten didaktischen Ansatz für einen gemeinsamen Unterricht dar (Feuser, 1995, 2002; Feuser & Meyer, 1987; Feuser, 1998, 2013). Er stützt seine Überlegungen auf die Arbeiten der kulturhistorischen Schule und

> *wie sie unter subjektwissenschaftlicher Perspektive besonders seitens der Neurowissenschaften und im Kontext naturphilosophisch begründeter und empirisch gesicherter Annahmen zur Selbstorganisation lebender Systeme, durch die Systemtheorie und Synergetik und partiell auch durch einen kritischen Konstruktivismus gewonnen werden konnten (Feuser, 2013, 8).*

Für eine Entwicklung des Lernenden ist ein Austauschprozess nötig sowie die aktive und kommunikative Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt bedeutsam. Ziel ist es, Lern- und Handlungsfelder zu eröffnen, in denen individualisiertes, aber kooperativ angelegtes Lernen für alle SchülerInnen in ihrer jeweiligen „Zone der nächsten Entwicklung" zu einem Lerninhalt möglich wird (Seitz, 2005). Dabei wird jeder Entwicklungsschritt als subjektiv sinnvoll, als „entwicklungslogisch" beschrieben (Feuser, 1995). Um Unterricht zu gestalten, der dies ermöglicht, wird die Tätigkeits- und Handlungsstruktur der SchülerInnen analysiert und mit der Sachstrukturanalyse des jeweiligen Inhalts verbunden (Feuser, 1995). Unterricht sollte nach Feuser (2002) vom basalsten Entwicklungsniveau aus geplant werden und innere Differenzierung bereitstellen. Die „zu bearbeitende Wirklichkeit" beschreibt er als den „Gemeinsamen Gegenstand" (Feuser, 2013, 8). Dieser soll jedoch nicht als das verwendete Unterrichtsmaterial verstanden werden. Der Gemeinsame Gegenstand „ist nicht das materiell Faßbare [sic], das letztlich in der Hand des Schülers zum

Lerngegenstand wird, sondern der zentrale Prozeß [sic], der hinter den Dingen und beobachtbaren Erscheinungen steht und sie hervorbringt“ (Feuser, 1998, 32). Er kann somit eher als ein gemeinsames Projekt verstanden werden, das sich durch verschiedene Zugangsweisen in individuelle Lernziele differenziert. Feuser referiert bei diesen Beschreibungen auf die Begriffe des „Elementaren“ und „Fundamentalen“ nach Klafkis (1963) kategorialen Bildung und beschreibt, dass diese „aus der Sicht der Biographie des Subjekts (auf jedem Entwicklungsniveau) kategoriale Produkte der Bedeutungskonstituierung auf der Basis des persönlichen Sinns“ sind (Feuser, 1998, 11). Seine Überlegungen stellt er mit Hilfe eines Baummodells dar (s. Abb. 3).

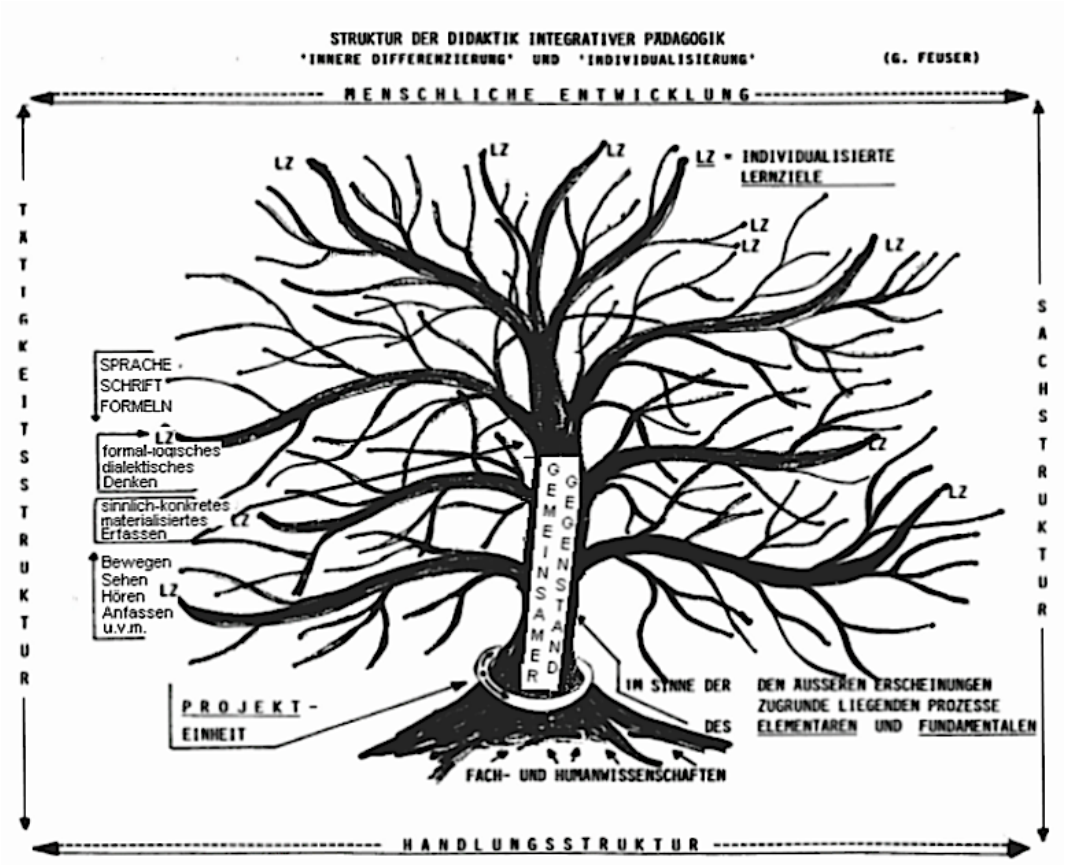


Abb. 3: Baummodell zur entwicklungslogischen Didaktik aus Feuser (1989, 10)

Die Zweige (s. Abb. 3) symbolisieren die verschiedenen Zugangsweisen der SchülerInnen, bspw. durch Sprache, sinnlich-konkretes materalisiertes Erfassen, Bewegen, Sehen, Hören uwm. Als konkrete Umsetzungsmöglichkeit wird ein Projektunterricht mit der Ermöglichung von kooperativen Tätigkeiten beschrieben (Feuser, 1995). Feuser selbst schlägt als Umsetzungsbeispiel zum Bereich „Ernährung“ das Kochen einer Gemüsesuppe vor. Dabei ist der Gemeinsame Gegenstand nicht das Gemüse an sich, sondern „der Prozess, der vom ersten zum zweiten Zustand führt – das Kochen (...), ja die Gesetze der Thermodynamik.“ (Feuser, 1998, 32)

3.3.1.2 Der Kern der Sache

Seitz (2005) prüft in ihrer Arbeit die Übertragbarkeit Feusers Überlegungen auf das Themenfeld „Zeit“ im Sachunterricht. Sie merkt die Möglichkeit zum Missverständnis an, dass die Entwicklungsniveaus, wie Feuser sie beschreibt, mit den Entwicklungsstufen von Piaget in Verbindung gebracht werden könnten. Dieser Prozess soll jedoch nicht als logisch, im Sinne von gradlinig, sondern als dissipativ verstanden werden (Seitz, 2005). Außerdem zeigt Seitz, dass sich die Sichtweisen der SchülerInnen in Bezug auf das Themenfeld Zeit nicht vertikal anordnen ließen, sondern sich hier eher eine fraktale Struktur zeigte. Demnach gibt es für sie kein basalstes Entwicklungsniveau, sondern einen zentralen Ausgangspunkt: „Entscheidend dabei ist aber, dass der gemeinsame Gegenstand nicht als der „basalste“ Zugang des Kindes mit dem vermeintlich „basalsten Entwicklungsniveau“ verstanden wird, sondern als der allen Kinder gemeinsame Zugang, der vorangehend zu aller Individualisierung das Gemeinsame am Unterricht darstellt.“ (Seitz, 2005, 170) Diesen gemeinsamen Zugang beschreibt sie als „Kern“ der Sache, der „weder eine statische gedankliche Figur, die in jeder Lerngruppe die gleiche ‚Gestalt‘ annähme, noch eine ‚allgemeingültige‘ Repräsentation früher Entwicklungsstufen im Zugang zu einem Lernfeld [ist]“ (Seitz, 2006, 9). In ihrer Darstellung (s. Abb. 4 rechts) einer möglichen didaktischen Auffächerung bringt sie die Perspektiven der Kinder (s. Abb. 4 links) als sphärisches Element und die fachlichen Perspektiven (s. Abb 4 Mitte) zum jeweiligen Inhalt als radiales Element zusammen. Als didaktische Leitlinien bezeichnet sie die Punkte, in denen sich diese beiden Elemente treffen (s. Abb. 4).

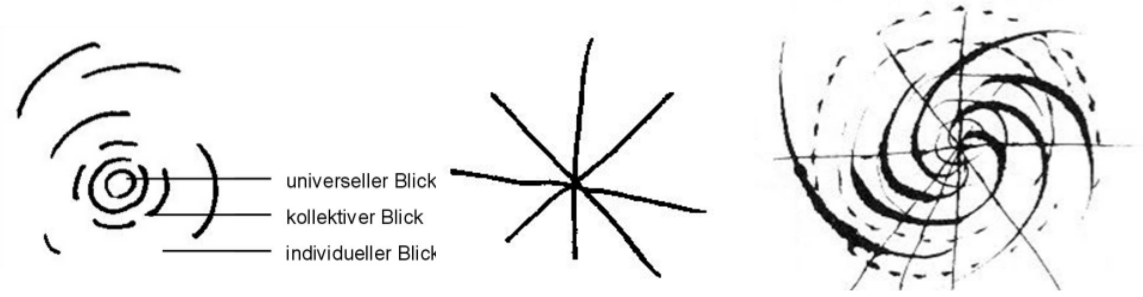


Abb. 4: Didaktische Auffächerung nach Seitz, entnommen aus Seitz (2006)

Eine solche allgemeine, bewegliche Didaktik zeigt sich „in der beweglichen Vernetzung der diagnostischen und didaktischen Anteile didaktischer Strukturierungen“ (Seitz, 2006, 13). Die Entwicklung offener Unterrichtsstrukturen ist somit das Ziel.
Folgende Leitlinien zieht Seitz aus ihrer Arbeit als Konsequenz für inklusiven Sachunterricht:

- *Inklusiver Sachunterricht betrachtet ästhetische und körperbasierte Zugangsweisen als bedeutsam für alle Kinder.*
- *Inklusiver Sachunterricht beachtet die Beziehungen der Kinder und gibt ihnen Gelegenheiten, von Kind zu Kind zu lernen. (Seitz, 2005, 177)*
- *Inklusiver Sachunterricht gibt Kindern den Freiraum, ihre vielfältigen Deutungsmuster in den Unterricht einzubringen und sich darüber auszutauschen.*
- *Inklusiver Sachunterricht gewährt den Kindern individuelle Lern- und Entwicklungszeiten. (S. 178)*
- *Inklusiver Sachunterricht nutzt Lernräume flexibel. (S. 179)*

3.3.1.3 Gemeinsame Lernsituationen

Wocken führt die Überlegungen von Feuser weiter, indem er von einem „dialektischen Spannungsverhältnis von individuellen und gemeinsamen Lernsituation [...] [spricht, das] in ausgewogener Weise zur Geltung kommen [muss]“ (Wocken, 1987, 75). Er beschreibt eine Vielfalt von Mustern, in denen sich gemeinsame Lernsituationen gestalten (lassen): koexistente, kommunikative, subsidiäre, prosoziale, kooperative (komplementäre, solidarische) Lernsituationen.

Bei den *koexistenten* Lernsituationen, verfolgen die Lernpartner ihre eigenen Pläne und der jeweils andere wird nur partiell einbezogen. Die Gemeinsamkeit ergibt sich weniger über gemeinsame Interaktionen, sondern eher über eine raumzeitliche Gemeinsamkeit. „Ein gemeinsamer Gegenstand ist indes weit und breit nicht in Sicht“ (Wocken, 1998, 40). Als Beispiele im Unterricht nennt Wocken die Freie Arbeit oder den Wochenplanunterricht. Diese beiden Unterrichtsformen bringen ein hohes Maß an Individualisierung und Differenzierung mit sich und Wocken sieht dies durchaus als notwendig und didaktisch sinnvolle Maßnahme an.

Bei den *kommunikativen* Lernsituationen steht die Interaktion im Mittelpunkt und die Sache rückt eher in den Hintergrund. Gemeint sind informelle Gespräche der Lernenden miteinander, bspw. in der Pause oder im offenen Unterrichtsanfang. Wocken beschreibt, dass sich in diesen Lernsituationen zeigt, ob wirklich eine Gemeinsamkeit zwischen den SchülerInnen besteht (Wocken, 1998). Die Themen, die die SchülerInnen gemeinsam behandeln, lassen sich nach Wocken (1988) nicht als Gemeinsamen Gegenstand beschreiben. Er bezieht sich auf Ergebnisse von Unterrichtsanalysen von Reiser et al. (1991), die verdeutlichen, dass die Themen dieser Kommunikation nicht didaktisch erzeugt werden, sondern „in der Interaktion selbst erst hervorgebracht“ (Reiser, 1991, 313, zit. nach Wocken 1998) werden.

Subsidiäre Lernsituationen beschreibt Wocken (1998) als asymmetrisch; Inhalts- und Beziehungsaspekt werden verwirklicht, jedoch auf unterschiedlichen Seiten der Akteure. Wocken unterscheidet dabei in zwei Arten der subsidiären Lernsituationen: die unterstützenden und prosozialen Lernsituationen. Bei erster leistet eine Person Hilfe, verliert ihre

eigenen Ziele jedoch nicht aus den Augen. Dies sind also kleinere, unauffälligere Situationen, wie etwa das Vorsagen von entfallener Information. Stellt die helfende Person ihre eigenen Ziele hinten an, spricht Wocken (1998) von prosozialen Lernsituationen. Als Beispiel nennt er das „Sekretärsystem", bei dem ein/e SchülerIn für eine/n andere/n schreibt (Wocken, 1998). Somit definiert sich der Gemeinsame Gegenstand auf der Seite desjenigen, dem geholfen wird.

Als vierte Grundform führt Wocken (1998) die *kooperativen* Lernsituationen an. „Konstitutiv für Kooperation ist, daß [sic] die Arbeitsinhalte und/oder die Arbeitsprozesse in einem verbindlichen Zusammenhang stehen." (S. 45) Je nach Gestalt dieses Zusammenhangs unterscheidet er in komplementäre Lernsituationen, bei denen man den andern Lernpartner zur Lösung benötigt und in solidarische Lernsituationen, bei denen auf ein gemeinsames Ziel hingearbeitet wird. In komplementären Lernsituationen kommt es auf die Mitwirkungen des anderen bei der Erreichung eines Ziels an. Dies kann auch durch Konkurrenzsituationen verwirklicht sein, bspw. benötigt man bei einem Spiel einen Spielpartner, um möglicherweise zu gewinnen. Komplementäre Situationen im Unterricht ergeben sich in Vorlesekontexten oder Partnerdiktaten (Wocken, 1998). Die solidarischen Lernsituationen beschreibt Wocken auch als reine Form der kooperativen Lern- und Arbeitssituationen. Hier verfolgen die Lernenden ein gemeinsames Ziel. Als Beispiel im Unterricht nennt er arbeitsteilige Vorhaben und Projekte.

> *Kooperative, solidarische Lernsituationen vereinigen in höchster Form alle gemeinsamkeitsstiftenden, integrationsförderlichen Faktoren: Die Aufgaben und Ziele sind aufeinander bezogen, die Tätigkeiten und Arbeitsprozesse sind koordiniert und wechselseitig abgestimmt, es gibt einen Fundus an gemeinsamen Erfahrungen und Erlebnissen. (Wocken, 1998, 46)*

Wocken merkt jedoch an, dass diese Art von Lernsituationen nicht leicht zu initiieren sind und einen eher kleinen Anteil im Unterricht ausmachen. An andere Stelle betont Wocken (2013), dass diese solidarischen Lernsituationen durch die Nutzung von Ressourcen und ohne behindernde Barrieren oder Formen der Exklusion gestalten werden sollten.

3.3.1.4 Planungsmodelle

Inklusionsdidaktische Netze

Die inklusionsdidaktischen Netze nach Kahlert & Heimlich (2014) beschreiben eine Zusammenführung aus sonderpädagogischer Förderung in Bezug auf Entwicklungsbereiche (kognitive, kommunikative, sensomotorische, soziale und emotionale Bereiche) in Anlehnung an Oerter & Montada (2002) sowie dem Modell der didaktischen Netze zur Planung von Sachunterricht unter der Berücksichtigung der Mehrperspektivität. Demnach sollen sie es ermöglichen, einen Inhalt aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten und dabei die Zugänge in Verbindung mit den Entwicklungsbereichen zu setzen (Kahlert & Heimlich, 2014).

Gebauer & Simon (2012) stellen eine Synthese aus diesen inklusionsdidaktischen Netzen und ihren Überlegungen zur Planung eines inklusiven Unterrichts dar (s. Abb. 5).

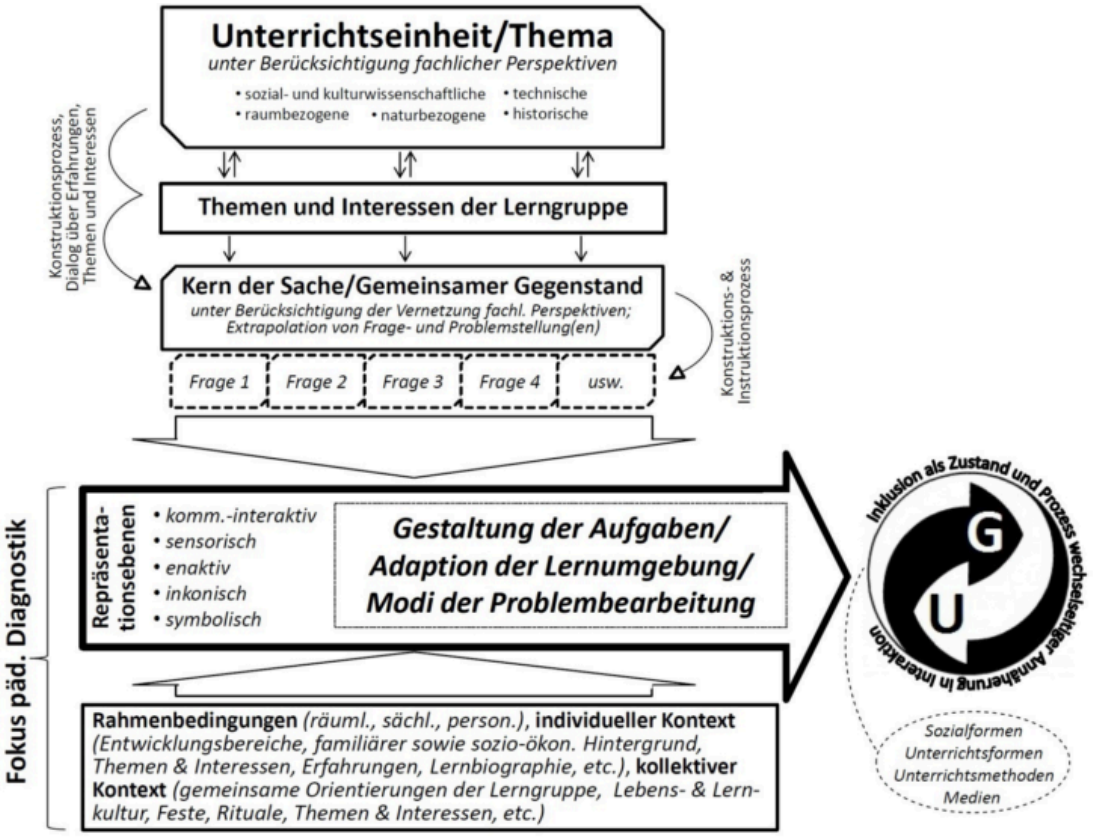


Abb. 5: Planungsmodell zum inklusiven Sachunterricht entnommen aus Gebauer & Simon (2012)

Diesen Überlegungen liegt eine Verbindung zwischen (Förder-)Diagnostik und Didaktik zugrunde. Betont wird allerdings, dass – im Gegensatz zu den Überlegungen von Kahlert & Heimlich (2014) – die Diagnostik hier nicht verstanden werden soll als eine ausschließliche Diagnostik die an Lern- und Entwicklungsproblemen anknüpft, sondern als „eine generelle Grundlage für die Planung und Entwicklung sowie Reflexion von Lehr-Lern-Prozessen." (Gebauer & Simon, 2012, 6) Dies schließe die Betrachtung aller SchülerInnen ein und fokussiert nicht explizit SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf. Die Lösung wird hierbei vor allem in der Ermöglichung verschiedener Aneignungsformen durch die Beachtung verschiedener Repräsentationsebenen gesehen, die auf Bruners (1970) Überlegungen aufbauen (enaktiv, ikonisch, symbolisch), jedoch durch kommunikativ-interaktive und sensorische Ebenen ergänzt wurden. Außerdem sollen die Planungen konstruktivistische Merkmale, also die Orientierung am Kind, und instruktive Anteile durch die Orientierung am Wissen der Fächer vereinen (Gebauer & Simon, 2012).

> *Auf dieser Grundlage kann dann, fachlich gehaltvoll und den jeweiligen Lernvoraussetzungen angemessen, der gemeinsame Unterricht für alle entworfen werden, mit jeweiligen Differenzierungen für die verschiedenen Lernvoraussetzungen und Entwicklungsbedürfnisse der Kinder.* (Kahlert & Heimlich, 2014)

Eine größtmögliche „Individualisierung bei Wahrung des Gemeinsamen“ (Gebauer & Simon, 2012, 14) wird angestrebt.

Gebauer & Simon (2012) betonen weiterhin die Bedeutung der Partizipationsmöglichkeiten der SchülerInnen in möglichst vielen Prozessen des Unterrichts – sowohl in der Planung und Fragenentwicklung als auch im weiteren Verlauf des Unterrichtsgeschehens. Als Umsetzungsmöglichkeiten beschreiben Heimlich und Kahlert (2014) Formen des geöffneten Unterrichts und des Projektunterrichts. Auch Gebauer & Simon (2012) lassen Erfahrungen aus einem außerschulischen Projekt im Rahmen eines Science Camps einfließen. Die inklusionsdidaktischen Netze und auch die Synthese des Planungsmodells sollen als Ansatzpunkte dienen, um Unterricht zu planen. Sie

> *bieten keine Rezepte für die Praxis. Sie sind nicht so konkret, dass sie nur in bestimmten Situationen eingesetzt werden können oder aus dieser hervorgehen, aber sie sind auch nicht so abstrakt, dass sie nicht oder nur schwer in eine bestimmte Situation übertragen werden können.(Gebauer & Simon, 2012, 185)*

Das Planungsmodell beschreibt, wie der Unterrichtsgegenstand hergestellt wird – nämlich durch die Partizipation der SchülerInnen, aber auch durch curriculare Vorgaben. Die Ausgestaltung des Lernmaterials soll unterschiedliche Modi zur Bearbeitung eröffnen, unterstützt durch eine inklusive pädagogische Diagnostik. Dabei sollen die Umsetzbarkeit hinsichtlich allgemeiner Rahmenbedingungen, individueller Kontexte der SchülerInnen sowie des kollektiven Kontextes der Lerngruppe reflektiert werden (Gebauer & Simon, 2012).

Das Lernstrukturgitter

Die Überlegungen Kutzers (1998) verknüpfen ebenfalls Repräsentationsebenen nach Bruner (1970) mit den fachlichen Aspekten, jedoch in einem weiteren Sinne, da auch die Komplexität der Sachstruktur betrachtet wird. So ergibt sich eine Matrix, anhand derer der jeweilige Lerngegenstand aufgefächert werden kann (s. Abb. 6). Kutzer erweitert die Ebenen von Bruner (1970) (enaktiv, ikonisch, symbolisch) durch das basal-perzeptive Niveau der Repräsentation. Letztere rekurriert auf das Stadium der sensomotorischen Intelligenz nach Piaget (1992). Die Lernstrukturgitter wurden für den Mathematikunterricht empirisch basiert entwickelt und bilden die Entwicklung mathematischen Wissens und mathematischer Fähigkeiten ab.

Menthe, Hoffmann, Nehring & Rott (2014) schlagen eine Zusammenführung der Aneignungsebenen nach Kutzer mit den Ebenen des Johnstone Dreiecks (1991) vor. Letzteres stellt drei Betrachtungsebenen dar, die im Chemieunterricht bedeutsam sind: die makroskopische Ebene der Phänomene, die submikroskopische Ebene der Atome, Ionen und Strukturen und die symbolische Ebene mit Formeln und Gleichungen. Die so entstehende Matrix zur Planung einer Unterrichtssequenz, beschreibt auf horizontaler Achse die Ecken Das Planungsgitter soll es ermöglichen, den Lerninhalt aufzufächern und bei der Planung von Unterricht für jede Komplexitätsstufe des Inhalts auch verschiedene Aneignungsmöglichkeiten mitzudenken und dementsprechende Unterrichtsaktivitäten einzuplanen. Für

des Johnstone Dreiecks mit zugehörigen inhaltlichen Umsetzungen (s. Abb. 6 graue Ergänzung: Phänomene, Stoff-Teilchen Ebene, symbolische Abstraktion). Die Felder, die so innerhalb der Matrix entstehen, werden durch Unterrichtsaktivitäten gefüllt, die sich auf die Aneignungsebenen nach Kutzer stützen. die Planung eines inklusiven Chemieunterrichts wurden zwei Beispiele anhand dieses Modells erarbeitet (Hoffmann & Menthe, 2016; Menthe et al., 2014).

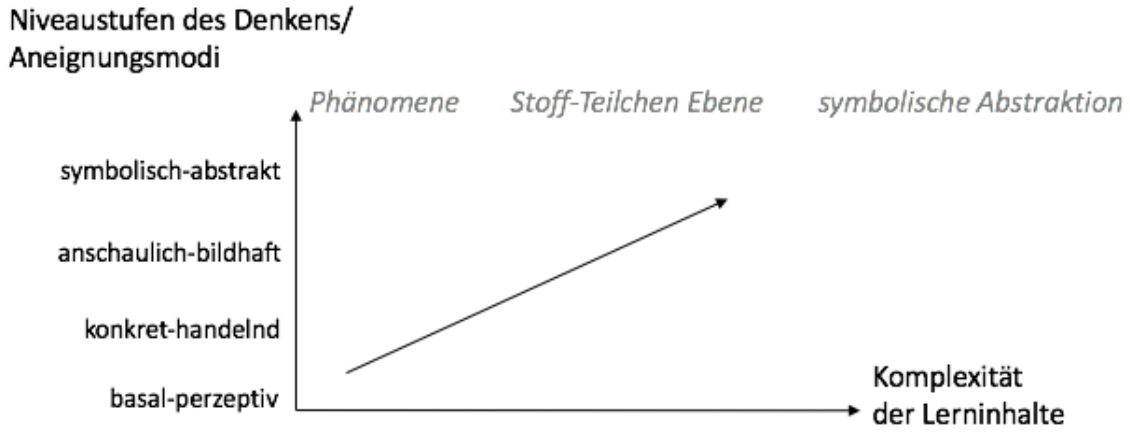


Abb. 6: Lernstrukturgitter zur Planung eines inklusiven Chemieunterrichts in Anlehnung an Menthe et al. (2014)

Duale Unterrichtsplanung

Die duale Unterrichtsplanung wird als Planungsmodell in der zweiten Phase der sonderpädagogischen LehrerInnenbildung in Nordrhein-Westfalen eingesetzt (Flott-Tönjes et al., 2010). Das Modell verbindet den Bildungs- und Entwicklungsauftrag, indem sowohl Förder- als auch Fachziele benannt werden, die in der jeweiligen Planung fokussiert werden (Ferreira González, Lichtenberg, Schlüter & Hövel, 2018). Die Planung baut auf der Seite des Bildungsauftrages auf fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Elementen des jeweiligen Faches auf, beschreibt demnach Kompetenzerwartungen und die Auswahl von fachlichen Zielen auf der Grundlage der fachbezogenen Lernvoraussetzungen (s. Abb. 7). Auf der Seite des Entwicklungsauftrages fließen Richtlinien des jeweiligen Förderschwerpunktes ein, auf dessen Grundlage ein Entwicklungsbereich ausgewählt wird. Aus diesem wird ein Entwicklungsaspekt fokussiert und Teilaspekte auf der Grundlage der entwicklungsbezogenen Lernvoraussetzungen festgelegt, sodass Entwicklungsziele beschrieben werden können (Ferreira González, Leidig, Hennemann & Schlüter, 2016). Das abgebildete Planungsmodell dient als Grundlage eines Forschungsprojektes im inklusiven Biologieunterricht der Jahrgangsstufe 5/6. Die Erprobung wird im Rahmen der Unterrichtsreihe „IBU – Mein Körper, meine Gefühle und ich“ umgesetzt. Die Evaluation des Planungsmodells er-

folgt durch eine Interventionsstudie, die überprüfen soll, ob durch die duale Planung sowohl emotionale Kompetenz als auch fachwissensbezogene Kompetenz gefördert werden können (Ferreira González et al., 2016).

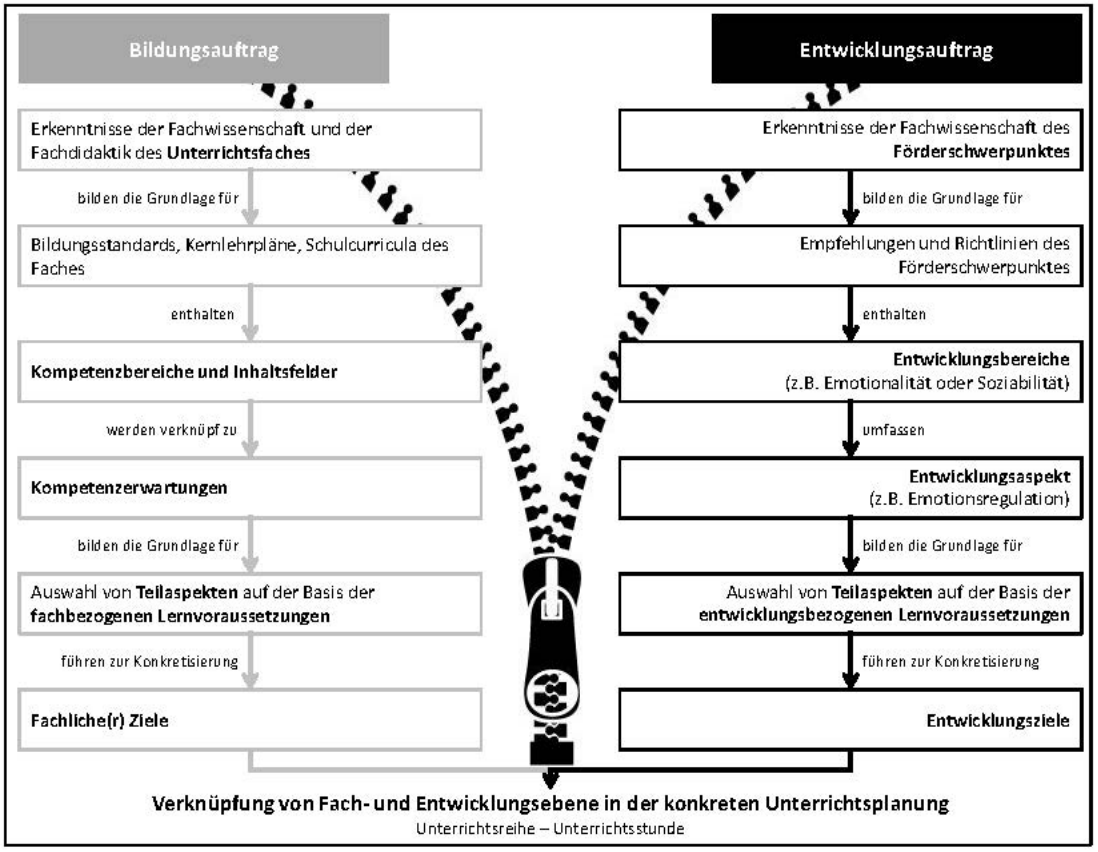


Abb. 7: Planungsmodell zur dualen Unterrichtsplanung, entnommen aus Ferreira González et al., 2018

Universal Design for Learning

Das Universal Design for Learning (UDL) beschreibt Merkmale zur möglichst barrierefreien Gestaltung von Unterricht und der eingesetzten Lernmaterialien. Dabei wird das Ziel verfolgt, Lernerfolg für alle zu sichern. Es geht zurück auf das Universal-Design-Konzept, dass sich zu Beginn auf die Architektur von Gebäuden und weiterhin auf die Beschaffenheit von Geräten fokussierte.
UDL wird beschrieben

> *as a scientifically valid framework for guiding educational practice that –*
>
> *a) provides flexibility in the ways information is presented, in the ways students respond or demonstrate knowledge and skills, and in the ways students are engaged; and*
>
> *b) reduces barriers in instruction, provides appropriate accomodations, supports, and challenges, and maintains high achievement expectations for all students, including students with disabilities and students who are limited English proficient. (HEOA, 2008, Stat. 3088)*

Aufbauend auf den Arbeiten von Vygotsky (1978) wurden erste Projekte durchgeführt und Prinzipien entwickelt. Diese sollen es den Lehrenden ermöglichen, den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen durch flexible Lehrstrategien und Materialgestaltung gerecht zu werden (Rose & Meyer, 2002).
Folgende drei Prinzipien werden festgehalten:

- Provide Multiple Means of Representation
- Provide Multiple Means of Action and Expression
- Provide Multiple Means of Engagement

Für diese drei Prinzipien wurden neuen Richtlinien erstellt, die wiederum Unterpunkte als Checkliste enthalten (s. hierfür Hall, Meyer, & Rose, 2012, 13).
UDL richtet sich an alle SchülerInnen und soll diesen eine Vielzahl an Möglichkeiten zum Lernen anbieten. Schlüter, Melle & Wember (2016) weisen auf das Spannungsfeld von Kompensation und direkter Förderung hin: Barrierefreie Lernmaterialien sollen einer Förderung z. B. im Lesen nicht entgegenstehen. Weiterhin führen sie an, dass UDL im Gesamtkonzept als noch nicht empirisch überprüft gelten kann, da seine Komplexität eine Überprüfung schwierig macht. Jedoch wurden einzelne Elemente positiv evaluiert, bspw. in Bezug auf Leseleistungen (Coyne, Pisha, Dalton, Zeph & Smith, 2012; Proctor, Dalton & Grisham, 2007). Rappolt-Schlichtmann et al. (2013) setzten im naturwissenschaftlichen Unterricht des Grundschulbereichs Laptops mit einer speziellen Lesehilfe ein und überprüften den Einsatz im Rahmen einer Vergleichsstudie. Die Ergebnisse zeigen zwar, dass die fachlichen Leistungen in der Gruppe mit Laptops höher waren als in der Vergleichsgruppe, qualitative Analysen zeigen jedoch, dass die Laptops weniger als Leseunterstützung und mehr als Dokumentationshilfe genutzt wurden. Weitere Studien zum Einsatz des UDLs im Chemieunterricht erfolgen derweil in Dissertationsprojekten (Michna, Melle & Wember, 2016; Walkowiak & Nehring, 2017).

3.3.1.5 Zwischenfazit

Bislang besteht für den Sachunterricht, wie für alle anderen Fächer noch keine etablierte inklusive Fachdidaktik (Abels, 2015a; Giest, 2015). Didaktische Konzepte und Planungsmodelle wurden als mögliche Lösungsansätze vorgestellt. Die Ausführungen von Feuser (2002) und Wocken (1998) bleiben auf einer eher abstrakteren Ebene für die Gestaltung von Unterricht. Sie stellen die Bedeutsamkeit der gemeinsamen Lernsituationen in den Mittelpunk des gemeinsamen Lernens am Gemeinsamen Gegenstand unter der Berücksichtigung der Lernzugänge der einzelnen SchülerInnnen. Seitz (2006) zeigt wie bedeutsam die kindlichen Perspektiven für die Gestaltung von inklusivem Sachunterricht sind. Dieser Ansatz entspricht der konstruktivistischen Perspektive auf das Lehren und Lernen. Offen bleibt in diesem Ansatz jedoch, wie Inhalte, die nicht durch Erfahrungen und ästhetische Zugangsweisen erfahren werden können – wie etwa eine Teilchenvorstellung – im inklusiven Unterricht einfließen sollen.

Die beschriebenen Planungsmodelle fokussieren eine Verbindung von (sonderpädagogischer) Diagnostik und Förderung bzw. der Barrierefreiheit und fachdidaktischen Aspekten. Es bestehen nur wenige Umsetzungsbeispiele zur konkreten (fachdidaktischen) Planung und Gestaltung von Unterricht für die einzelnen Planungsmodelle. So bleiben sie auf einer theoretischen Ebene oder werden derzeit erprobt und evaluiert (s. Kap. 3.3.1.4). Das Modell zur dualen Unterrichtsplanung fokussiert jeweils einen Entwicklungsbereich – und daraus resultierend einen Entwicklungsaspekt zur Förderung einer bestimmten SchülerInnengruppe. So stellt es eine eher spezifische Fördermöglichkeit im inklusiven Setting dar.
Reflektiert man diese Planungsmodelle und Ausführungen unter Berücksichtigung eines weiten Inklusionsbegriffes, so wird deutlich, dass vor allem bei der dualen Unterrichtsplanung ein eher enges Verständnis beleuchtet wird: SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf werden besonders in den Mittelpunkt der Unterrichtsplanung gestellt. Abzuschwächen ist dieses Bild jedoch dahingehend, dass der Entwicklungsauftrag auf alle SchülerInnen übertragbar ist (Ferreira González et al., 2016). Es bleibt jedoch die Frage offen, wie dieser sich in einer inklusiven Klasse ausdifferenziert und wie eine Planung in Bezug auf andere Entwicklungsbereiche aussehen müsste. Die inklusionsdidaktischen Netze denken alle Entwicklungsbereiche mit und lenken durch die Synthese durch Gebauer & Simon (2012) den Blick auf die Förderung aller SchülerInnen mit Berücksichtigung verschiedener Aneignungsformen. In ähnlicher Weise wird dies auch im Lernstrukturgitter und seiner Anwendung zur Planung eines inklusiven Chemieunterrichts verdeutlicht (Menthe et al., 2014). Durch die Beachtung der Prinzipien des Universal Design for Learnings (Hall et al., 2012) sollen barrierefreie Lerngelegenheiten für alle SchülerInnen entstehen. Bislang sind für diesen Ansatz einzelne Aspekte und ihre Wirksamkeit positiv evaluiert. In welcher Weise die Merkmale im inklusiven Sachunterricht konkretisiert sowie umgesetzt werden können und wie die konkrete fachliche Förderung dabei aussehen kann, bleibt noch offen.

3.3.2 Gestaltung von Lernmaterialien und Unterricht im inklusiven Kontext

> *The evidence also suggests that what is good for pupils with special educational needs (SEN) is good for all pupils. (Meijer 2010, Abschnitt 4)*

Wie bereits beschrieben, sollen zur Ermöglichung einer Partizipation aller SchülerInnen am Unterricht barrierefreie Lernmaterialien zur Verfügung gestellt werden. Zur Individualisierung von Lernmaterialien finden sich verschiedene Strategien der Differenzierung, die sich sowohl auf medialer, methodischer oder einer leistungsbezogenen Ebene ausgestalten lassen (u. a. Stäudel, 2009). In Anlehnung an die Beschreibung von Florian & Black-

Hawkins (2011) des „inclusive pedagogical approach“ werden unter den hier angestrebten barrierefreien Lernmaterialien solche verstanden, die ohne äußere, von der Lehkraft gesteuerten, Differenzierung auskommen und einen Zugang für alle ermöglichen. Differenzierte Materialien, die im Besonderen für SchülerInnen mit „additional needs“ gestaltet werden, würden dem Verständnis von Florian und Black-Hawkins (2011) dem „additional needs approach“ zugeordnet werden.

> *While the additional needs approach to inclusion focuses only on the student who has been identified as in need of additional support, the inclusive pedagogical approach focuses on everybody in the community of the classroom. (Florian & Black-Hawkins, 2011, 820)*

Entsprechend der konstruktivistischen Sichtweise auf das Lehren und Lernen spielt bei der Konstruktion von Lernmaterialien und Unterricht im inklusiven Kontext die aktuelle Entwicklung der SchülerInnen eine Rolle – ihre individuellen Zugangsweisen zum Inhalt, geprägt durch ihre Vorerfahrungen und ihr Vorwissen sollen dabei genauso ihre Beachtung finden, wie es in Kapitel 2.2 beschrieben wurde.

In dem Schülerlabor Nessie-Lab (Schmitt-Sody, 2014) wurden für SchülerInnen mit Hörbeeinträchtigungen Anpassungen der Lernmaterialien vorgenommen, indem Experimentieranleitungen sprachlich vereinfacht, durch Abbildungen ergänzt und Lerninhalte didaktisch reduziert wurden. Die 25 Interviews mit den hörgeschädigten Kindern zeigen, dass die SchülerInnen sich an die Experimente, zum Teil jedoch nicht an Erklärungen dieser erinnern konnten. Im Rahmen des Schülerlabors wurden Gebärden weiterentwickelt und als weiterführende Überarbeitung führt Schmitt-Sody (2014) eine stärkere Visualisierung und Einsatz von Gebärden, eine inhaltliche Vereinfachung von Experimenten sowie eine akustische Optimierung der Räumlichkeiten an. Ähnliche Merkmale sind auch in das Förderkonzept für SchülerInnen mit Hörbeeinträchtigungen eingeflossen, das Adesokan (2015) für SchülerInnen im Anfangsunterricht Chemie entwickelte. Neben den bereits genannten Aspekten sind hier noch die Verwendung sprachsensibler Materialien, Zeichnungen und Strukturierungen eingeflossen (Adesokan, 2015). Das Förderkonzept unterstützte die SchülerInnen mit Hörschädigungen „beim Erwerb der chemischen Fachsprache, beim Dokumentieren von Beobachtungen und im Umgang mit den chemischen Betrachtungsebenen.“ (Adesokan, 2015, 309)

Scholz, Dönges, Risch & Roth (2016) führten im Rahmen eines Pilotversuches Anpassungen von Lernmaterialien für SchülerInnen mit kognitiven Beeinträchtigungen durch. Neben der Beachtung von gestaltpsychologischen Aspekten und der Verknüpfung von Symbol und Text, vereinfachten sie den Text und verringerten die Anzahl von Informationen. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass Vereinfachungen durch textunterstützende Symbole den SchülerInnen helfen, wenn die Symbole eng mit dem Realgegenstand bzw. der Handlung korrespondieren. Sowohl die geringe Informationsdichte als auch ihr gewähltes Layout mit Leerzeilen erwiesen sich als positiv (Scholz et al., 2016). Im Sinne eines „inclusive

pedagogical approach“ (Florian & Black-Hawkins, 2011) sollen die im Folgenden dargestellten Aspekte nicht als mögliche Differenzierungsmerkmale verstanden werden, sondern sollen als Grundlage zur Gestaltung von Lernmaterialien und Unterricht dienen, die die Förderung und Partizipation aller SchülerInnen beachtet.

3.3.2.1 Ermöglichung verschiedener Aneignungswege

In Kapitel 3.3.1 wurde sowohl in den didaktischen Konzepten als auch in verschiedenen Planungsmodellen für inklusiven Unterricht die Verwendung unterschiedlicher Aneignungswege und Repräsentationen beschrieben. Die Ausführungen greifen sowohl auf die Arbeiten von Piaget (1992) zu den Entwicklungsstufen, als auch auf die Aneignungsmodi nach Bruner (1974) zurück.

Tab. 7: Aneignungswege in Anlehnung an Bruner, Kutzer, Feuser

	Bruner	**Kutzer**	**Feuser**
a)		basal-perzeptiv (sinnliche Wahrnehmung)	bewegen, sehen, hören, anfassen
b)	enaktiv (eigene Handlung)	konkret-handelnd (mögliche Bedeutung des Inhalts im Hier und Jetzt)	sinnlich konkretes materialisiertes Anfassen
c)	ikonisch (Bilder)	anschaulich-bildhaft (anschauliche Darstellungen werden genutzt)	formal logisches dialektisches denken
d)	symbolisch (Symbole: Text, Zeichnung etc.)	symbolisch-abstrakt (Informationen von der Anschauung abstrahiert und begrifflich wahrnehmen und verstehen)	Sprache, Schrift, Formeln

Tabelle 7 zeigt eine Zusammenstellung der Aneignungswege, die von verschiedenen Autoren genannt werden.

Die Ebene der handlungsorientierten Auseinandersetzung (Zeile b) in Tab. 7 mit dem Inhalt bzw. dem Phänomen nimmt im naturwissenschaftlichen Unterricht vor allem in Form des Experimentierens einen großen Stellenwert ein. Es ist jedoch nicht nur aus der Sicht des Erlernens dieser naturwissenschaftlichen Arbeitsweise bedeutsam. Der Handlungsorientierung wird für SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf ein hohes Potential für das naturwissenschaftliche Lernen und dem Zugang zu naturwissenschaftlichen Inhalten zugeschrieben (u. a. Bannach, 2008; Scruggs, Mastropieri & Okolo, 2008; Therrien, Taylor, Hosp, Kaldenberg & Gorsh, 2011). Leisen (2015) beschreibt für den Physikunterricht, wie sich Darstellungsebenen und Sprachen im Fachunterricht auf den unterschiedlichen Ebenen nach Bruner, mit ansteigender Abstraktion, zeigen. Er ordnet die Darstellung nicht direkt den Ebenen nach Bruner zu, zählt aber folgende Darstellungsmöglichkeiten für den Fachunterricht zusammen:

- gegenständliche Darstellung (nonverbale Sprache: Gegenstand, Experiment, Handlung),
- bildliche Sprache (Bildsprache; Zeichnung, Piktogramm)
- sprachliche Darstellung (Verbalsprache: Fachsprache, Unterrichtssprache, Alltagssprache)
- symbolische Darstellung (Symbolsprache: Strukturdiagramm, Graph, Tabelle)
- mathematische Darstellung (mathematische Sprache: Gesetz, Formel).

Ähnlich wie in der Planungsmatrix von Menthe et al. (2014) machen die Ausführungen von Leisen (2015) deutlich, in welcher Weise sich die unterschiedlichen Aneignungsformen im naturwissenschaftlichen Unterricht auf fachlicher Ebene wiederfinden. In beiden Ausführungen wird beschrieben, dass der Übergang von einer in die andere Art der fachlichen Darstellung sensibel gestaltet und den SchülerInnen bewusst gemacht werden sollte (Leisen, 2015; Menthe et al., 2014). Leisen (2015) beschreibt, dass die verschiedenen Darstellungsformen und der Wechsel zwischen ihnen auch Gegenstand des Fachlernens sind. Er beschreibt aber auch eine Chance im Wechsel dieser Darstellungen, „denn was ein Lerner in der einen Darstellungsform nicht versteht, erschließt sich ihm vielleicht in einer anderen Darstellungsform besser oder überhaupt erst." (Leisen, 2015, 134) Zur Überführung von einer in die andere Form, beschreibt er außerdem kognitive Operationen, die in Abb. 8 dargestellt sind.

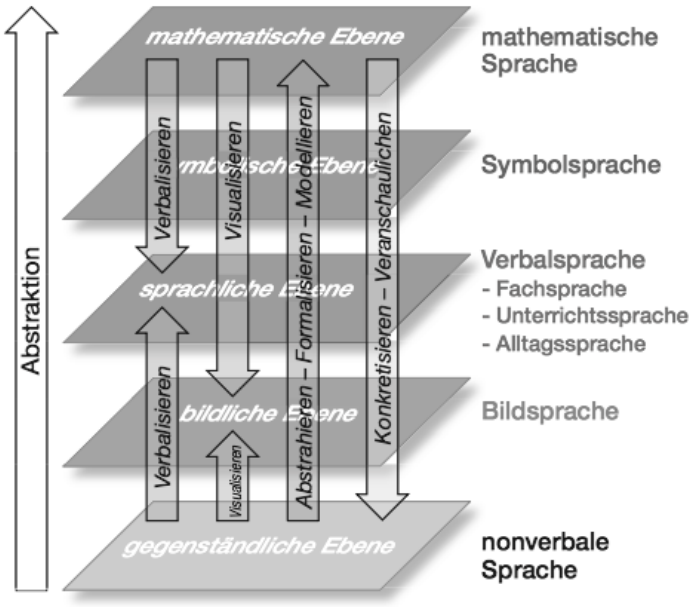


Abb. 8: . Darstellungsebenen und kognitive Operationen im Fachunterricht in Anlehnung an Leisen (2015, 134)

Es sei jedoch angemerkt, dass neben der Ermöglichung verschiedener Aneignungswege im Unterrichtsverlauf auch verschiedene Aneignungswege bei derselben Aufgabe angestrebt werden (s. UDL). Dies bezieht sich z. B. auf die Darstellung eines Inhalts in Text- und Bildform oder auf eine mögliche Sprachausgabe des Textes. Außerdem besteht die Möglichkeit,

dass SchülerInnen unterschiedliche Repräsentationsformen angeboten werden, um Ergebnisse festzuhalten (Schlüter et al., 2016). Die kognitive Theorie des multimedialen Lernens beschreibt, dass der Mensch Informationen getrennt nach visuell und auditiv dargebotenen Informationen aufnimmt, über das sensorische Gedächtnis auswählt und an das Arbeitsgedächtnis weiterleitet. Die Menge der Informationen, die verarbeitet werden kann ist begrenzt (s. hierfür Cognitive-Load-Theory z. B. Chandler & Sweller, 1991). Die Quellen kognitiver Belastung im Arbeitsgedächtnis können in der Aufgabenschwierigkeit bzw. -komplexität liegen (Intrinsic Cognitive Load), der Gestaltung des Lernmaterials und dessen Strukturierung oder Präsentation (Extraneous Cognitive Load) oder aber in der Kapazität, die für den Wissensaufbau verwendet wird (Germane Cognitive Load) (Niegemann et al., 2008). Eine kognitive Überlastung kann entstehen, wenn einer der Verarbeitungskanäle (visuell bzw. auditiv) zu sehr beansprucht wird (Modality-Effekt). Das Ansprechen beider Kanäle kann kognitive Entlastung bieten, vor allem wenn die Informationen zeitlich nah dargestellt werden (Kontiguitätsprinzip). Zusätzliche, unwichtige Informationen sollten sich nicht auf Materialien befinden, da sie das Arbeitsgedächtnis belasten (Kohärenzprinzip) (Mayer, 2005). Moreno (2005) erweitert die Theorie um den taktilen Sinneskanal, der haptische Reize transferiert. Für SchülerInnen, deren visuelles Gedächtnis stärker ist als das auditive, wie etwa bei SchülerInnen mit Trisomie 21, wird die Verknüpfung von Text und Piktogrammen empfohlen (Frenkel & Bourdin, 2009; Kay-Raining Bird & Chapman, 1994). Denn Visualisierungen sind im Gegensatz zu Sprache zeitlich beständiger (Hallbauer & Kitzinger, 2016). Auch für SchülerInnen mit Schwierigkeiten bei der Dekodierung sprachlicher Information mit emotionalen Einflüssen, wie SchülerInnen mit Autismusspektrumsstörungen, können Visualisierungen unterstützend wirken (Häußler, 2005). Jones, Long, Finlay, Primary & Trust (2006) zeigten, dass erwachsene Menschen mit Lernschwierigkeiten und geringer Lesekompetenz von Symbolen als Unterstützung zum Textverständnis profitieren. In der Untersuchung von Browder et al. (2012) wird deutlich, dass Symbolkarten auch unterstützend für das Erlernen von naturwissenschaftlichen Konzepten bei SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf sein können.

3.3.2.2 Visuelle Gestaltung

90 % der sensorischen Informationen werden über das Auge aufgenommen (Thümmel, 2008). Die visuelle Wahrnehmung ist durch psychologische Gesetzmäßigkeiten und subjektive Komponenten beeinflusst. Demzufolge ist sie nicht lediglich das Ergebnis des physiologischen Sehvorgangs (Hallbauer & Kitzinger, 2015). Zwischenmenschliche Kommunikation und somit auch Unterricht enthalten einen großen Anteil visueller Information. Leitlinien zur visuellen Gestaltung von Lernmaterialien, aber auch z. B. Werbematerialien fußen auf Erkenntnissen der Gestaltpsychologie über Prozesse der visuellen Wahrnehmung des Menschen.

Heege & Schmidkunz (1997) formulieren für die visuelle Gestaltung im Unterricht folgenden Leitsatz: „Unterstütze gezielt die Absicht der Darstellung durch die Gestaltung der Darstellung." (S. 10)

Einen besonderen Stellenwert erlangen visuelle Informationen, wenn das auditive Gedächtnis beeinträchtigt ist, wie bspw. bei SchülerInnen mit Trisomie 21 (Frenkel & Bourdin, 2009; Kay-Raining Bird & Chapman, 1994), eine Beeinträchtigung der Lautsprache vorliegt, Sprache und Sprachverständnis nicht ausreichend vorhanden sind oder aber das Erkennen von Zusammenhängen zu Problemen führt (Hallbauer & Kitzinger, 2015). Dies unterstützen Stufenmodelle zum Schriftspracherwerb. Sie beschreiben eine präliteral-symbolische Phase als Vorläuferphase zu weiteren Entwicklungen im Lesen und Schreiben (z. B. Günther, 1986). Der Anteil der Personen mit geistiger Behinderung, der bis an das Lebensende nicht eigenständig und ohne Hilfe auf schriftliche Informationen zugreifen kann, liegt Untersuchungen zufolge bei 60-70 % (Bredel & Maaß, 2016). Treten Schwierigkeiten in der Verarbeitung von visuellen Informationen auf, wie bspw. durch Sehbeeinträchtigung, visuelle Wahrnehmungsverarbeitungsstörungen, Aufmerksamkeitsstörungen, kognitive Beeinträchtigung oder ein geringes Sprachverständnis, wächst die Bedeutung der Qualität der visuellen Darstellung und damit der Beachtung von Grundlagen der Wahrnehmungspsychologie (Bredel & Maaß, 2016). Ziele visueller Gestaltung sind demnach nicht nur, wie von Heege und Schmidkunz (1997) oben beschrieben, die Unterstützung der visuell dargestellten Information, sondern grundlegend der Wahrnehmung des Betrachters gerecht zu werden, Visualisierung als Unterstützung zum Verstehen (von Sprache) einzusetzen und einen intuitiven Zugang zu ermöglichen (Hallbauer & Kitzinger, 2015).

Im Folgenden werden Gesetze der Wahrnehmung beschrieben, aus denen Gestaltungsprinzipien abgeleitet werden. Wahrnehmungsfördernd ist es, wenn sich das dargestellte Objekt/Bild von dem jeweiligen Hintergrund abhebt, also ein Figur-Grund-Kontrast besteht (Heege & Schmidkunz, 1997). Ein Kontrast kann jedoch auch geschaffen werden, indem Farbe, Größe oder Helligkeit der darzustellenden Informationen variiert werden. Dadurch können Elemente hervorgehoben, Aufmerksamkeit erregt und Hierarchien geschaffen werden (Hallbauer & Kitzinger, 2015). Außerdem sollten die Darstellungen einfach sein (Gesetz der Einfachheit) und auf viele Einzelheiten verzichtet werden. (Heege & Schmidkunz, 1997) Dies bedeutet für die Darstellung komplexer Gegenstände bspw. die Vereinfachung der Perspektive aus der Dreidimensionalität zur Zweidimensionalität oder die Verringerung von Details, die für den Bedeutungskern nicht entscheidend sind (Hallbauer & Kitzinger, 2015). Bekannte Muster und Figuren, im Besonderen geschlossene Formen, werden besonders schnell wahrgenommen, wie z. B. Kreise, Quadrate oder Dreiecke (Gesetz der bekannten Figur). Diese Formen bieten sich an, um Informationen hervorzuheben (Heege & Schmidkunz, 1997). Figuren und Elemente, die gleich aussehen oder nahe beieinanderliegen, werden schnell als zusammenhängende Einheit wahrgenommen (Gesetz der Gleichartigkeit, Gesetz der Nähe). Je nach Darstellung kann von diesen beiden

Gesetzen das eine oder das andere mehr von Bedeutung sein (Heege & Schmidkunz, 1997). Das Gesetz der glatt durchlaufenden Linie „besagt, daß [sic] durch Brückenlinien verbundene Elemente als zueinandergehörig gesehen werden“ (Winnenburg, 1993, 7). Die Ausrichtung der darzustellenden Elemente kann demnach genutzt werden, um z. B. eine Reihenfolge oder Gruppenzugehörigkeiten darzustellen. Der Blick des Betrachters kann somit gelenkt werden (Hallbauer & Kitzinger, 2015). Um Gruppenzugehörigkeiten zu verdeutlichen, können auch symmetrische Anordnungen eingesetzt werden, die es ermöglichen viele Einzelteile als ein großes Ganzes wahrnehmen zu können (Gesetz der Symmetrie). Auch die Ausrichtung in Leserichtung von links nach rechts und oben nach unten wird empfohlen (Gesetz der Dynamik von links nach rechts) (Heege & Schmidkunz, 1997). Auf der Grundlage dieser Wahrnehmungsgesetze können weitere Gestaltungsprinzipien abgeleitet werden, bspw. die Nutzung von Strichen und Kästen, um bestimmte Element von anderen abzugrenzen, oder als zusammengehörig darzustellen. Hallbauer und Kitzinger (2015) weisen außerdem darauf hin, dass die Auswahl und der Einsatz von Farben mitbedacht werden sollte (Farbton, Helligkeit, Sättigung). Farben selbst haben symbolischen Charakter, können Emotionen ausdrücken, sind aber auch an Kulturen gebunden und können in unterschiedlichen Kontexten verschiedene Bedeutungen haben. Die Farbe „Rot“ wird u. a. als Verbot auf Verkehrsschildern, in der Politik für Sozialdemokratie und Kommunismus oder aber für die Symbolisierung von Liebe eingesetzt (Hallbauer & Kitzinger, 2015). Schmidkunz (1992) überträgt die Wahrnehmungsgesetze auf den Aufbau und die Durchführung von Demonstrationsexperimenten. In der Literatur finden sich auch Übertragungen auf die Gestaltung von Tafelbildern (Winnenburg, 1993) oder Präsentationsmedien (Kramer & Malaka, 2012).

Grundsätzlich dienen die oben beschriebenen Gestaltungsprinzipien auch für die Gestaltung und den Einsatz von Symbolik. Poncelas und Murphy (2007) schlussfolgern aus ihren Erhebungen in Bezug auf die Unterstützung von Symbolik bei politischen Texten, dass Symbole und ihre Bedeutungen erlernt werden müssen. Hallbauer und Kitzinger (2016) beschreiben, dass der Bedeutungserwerb von visuellen Zeichen ähnlichen Regeln folgt wie von sprachlichen Zeichen. „Erst wenn Zeichen als Symbole verstanden werden, werden sie zur Sprache [...]“ (S. 1). Dies gilt genauso für Fotos oder Gebärden. Für die Verwendung von Symbolen ist nicht entscheidend, ob das Kind bereits über ein Symbolverständnis verfügt, denn nur durch das Vorhandensein von Symbolen kann es dieses erlernen (Hallbauer & Kitzinger, 2016). Im Prinzip kann jeder visualisierten Form eine Bedeutung zu geordnet werden. Von Vorteil ist, wenn die Bedeutung des Symbols aus der Visualisierung abgelesen werden kann. Die Gestaltung ist entscheidend dafür, wie gut Symbole und deren Bedeutung gemerkt werden können. Unterstützend wirken können bspw. Eselsbrücken, Geschichten oder Kontexte, in denen das Wort genutzt wird, oder Darstellungen, die emotional behaftet sind (Hallbauer & Kitzinger, 2016). „Schlecht erkennbare grafische Symbole können das Verständnis von Symbolen ebenso hemmen wie eine verwaschene Aussprache

das Verständnis von Lautsprache“. (S. 4) Fotos können, wie bereits beschrieben, auch Symbolcharakter haben, sind jedoch oft nicht so kontrastreich und detailarm wie grafische Zeichen. Vor allem im Bereich abstrakterer Begriffe bieten grafische Zeichen mehr Spielraum. Da sie nicht einen konkreten Gegenstand darstellen, bspw. das Lieblingsbuch, können sie als Symbol (Buch) generalisiert und für Bücher im Allgemeinen stehen. So bieten sie mehr Möglichkeiten zur Kommunikation. Sind Symbole in ein Zeichensystem mit Regeln und Übereinstimmungen eingebettet, können neue Darstellungen aus anderen zusammengesetzt oder hergeleitet werden (Hallbauer & Kitzinger, 2016). Kitzinger (2016) hat auf der Grundlage von den oben beschriebenen Gestaltungsprinzipien ein Symbolsystem erstellt. Kitzinger war zuvor als Grafikerin tätig und erstellte zunächst für ihre Tochter, die den Namen Meta trägt, erste Symbole, die die Tochter zur Unterstützung ihrer Kommunikation nutzte. Bedeutsam waren vor allem der Stil (mit/ohne Kontur, Detailgehalt, Schattierung), die Form (Außenkontur: dicke, gleichmäßige Umrisslinien), die Perspektive (zweidimensional vs. dreidimensional), die Größe sowie die Verwendung von Farbe (Hallbauer & Kitzinger, 2015). Mittlerweile umfasst die Symbolsammlung namens „Metacom“ mehr als 8000 Symbole, mit einem großen Anteil an Kernvokabular und wird ständig erweitert. Es finden sich Symbole aus dem kindlichen Wortschatz, aber auch Begriffe für Jugendliche und Erwachsene. An vielen Schulen der sonderpädagogischen Förderung und Einrichtungen für Menschen mit Behinderungen werden die Metacom-Symbole im Alltag eingesetzt (Kitzinger, 2016).

Abb. 9: Metacom-Symbole "Regenschirm", "Glück", "richtig" (Kitzinger, 2016)

Symbole, Visualisierungen und grafische Zeichen können nicht trennscharf der ikonischen oder symbolischen Betrachtungsebene nach Bruner (1970) zugeordnet werden. Dies lässt sich durch die Beschreibungskategorien nach Pierce (1986) (Ikon, Index, Symbol) erklären: Dient das grafische Zeichen dem Verständnis eines Wortes, also bildet es etwas mit großer Ähnlichkeit ab, würde es eher der ikonischen Ebene zugeschrieben werden, wie beispielsweise das Symbol „Regenschirm“.
Hat das Zeichen jedoch bereits Symbolcharakter, also eine spezielle Bedeutung, würde es eher der symbolischen Ebene zugeordnet werden. Das Symbol „Glück“ zeigt ein Schwein und ein Kleeblatt. Die Verbindung der beiden Symbole trägt zur symbolischen Bedeutung bei. Auch der grüne Haken trägt die symbolische Bedeutung für das Wort „richtig“. In ähnlicher Weise kann dies auch in Bezug auf die Verwendung von Gebärden beschrieben werden. Gebärden sind Handzeichen, die zur Kommunikation vor allem von Menschen mit

Hörbeeinträchtigungen genutzt werden. Die Gebärdensprache gilt seit 2005 als vollwertige Sprache und da sie – genau wie andere Sprachen auch – mit Kultur stark verbunden ist, bestehen unterschiedliche Dialekte und weltweit um die 200 Gebärdensprachen (Knoors & Marschark, 2014). Diese unterschiedlichen Bedeutungszuweisungen führen auch zu Problemen in der Kommunikation. Wenn etwa zwei als Pistole formierte Hände, die hintereinander gereiht werden in gewissen Regionen als „Jagd" und in anderen als sexuelle Orientierung der männlichen Homosexualität verstanden werden.
Ob der Lernende bei einer Visualisierung in Form eines Symbols oder Zeichens die symbolische Ebene erkennt, ist nur durch Nachfrage des Verständnisses erkennbar. Ob es als Ikon oder Symbol verstanden wird, wird nicht nur durch die Verwendung im Unterricht an sich bestimmt, sondern (auch) durch die Verwendung des Rezipienten, also des Lernenden (Hallbauer & Kitzinger, 2015).

3.3.2.3 Sprachliche Gestaltung

Neben der visuellen Gestaltung spielen Aspekte der Sprache eine Rolle zur Gestaltung von Lernmaterialien im inklusiven Kontext. Die Verwendung von Leichter Sprache soll der barrierefreien Kommunikation dienen (Winter, 2014).

> *Mit Leichter Sprache wird eine barrierefreie Sprache bezeichnet, die sich durch einfache, klare Sätze und ein übersichtliches Schriftbild auszeichnet. Sie ist deshalb besser verständlich, besonders für Menschen mit Lernschwierigkeiten oder mit Behinderungen. (...) Zu Leichter Sprache gehören immer erklärende Bilder, Fotos oder Grafiken. (Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Familie und Frauen Rheinland-Pfalz – MASGFF 2008, 6;11)*

Befürworter der Leichten Sprache gehen davon aus, dass der Inhalt, der nicht kompliziert sein muss, unter Umständen durch die Sprache kompliziert gemacht wird (Langer et al., 2006). Kupke & Schlummer (2010) betonen, dass die Leichte Sprache vor allem Menschen mit Lernschwierigkeiten Möglichkeiten eröffnet, „selbstständig die eigenen Interessen zu verfolgen und so ihre Persönlichkeitsentwicklung voranzutreiben" (S. 68).
Das Konzept der Leichten Sprache wurde von Menschen mit Lernbeeinträchtigungen selbst angeregt und verbreitet (Winter, 2014). Primäre AdressatInnen der Leichten Sprache sind Personen mit Lernschwierigkeiten, Personen mit geistiger Behinderung, von Demenz oder prälingualer Gehörlosigkeit Betroffene, Personen mit Aphasie, funktionale AnalphabetInnen sowie Personen mit geringen Deutschkenntnissen (Bredel & Maaß, 2016). „Allen diesen Personengruppen ist gemein, dass sie Probleme mit der sprachlichen und/ oder referenziellen Komplexität von Texten haben und ihnen somit der Zugriff auf allgemein- und fachsprachliche Texte verwehrt ist."(Bredel & Maaß, 141) Der Gebrauch Leichter Sprache wird rechtlich zur Ermöglichung von Partizipation hergeleitet (Grundgesetz, Sozialgesetzbuch Neuntes Buch, Behindertengleichstellungsgesetz; UN Konvention) und ist amtlich verankert in der „Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz" (BITV 2.0, 2011). Nachteilsausgleiche im schulischen Bereich sind

> *alle notwendigen und geeigneten unterstützenden Maßnahmen [...], die dazu beitragen sollen, dass Schülerinnen und Schüler mit Einschränkungen [...] am Unterricht einen Zugang zu den Lerngegenständen und Aufgabenstellungen finden und in Prüfungsituationen ihre Kompetenzen und Lernleistungen nachweisen können. (Zimmermann & Wachtel, 2013, 449)*

Mit der Verwendung Leichter Sprache wird neben der Ermöglichung von Partizipation auch die Hoffnung verbunden, Motivation zum (Lesen-)Lernen zu fördern (Bredel & Maaß, 2016). Dies formuliert die SPD Fraktion (2012) in Bezug auf AnalphabetInnen. Außerdem wird der Leichten Sprache eine Brückenfunktion zugesprochen, wenn Texte in Leichter Sprache zusätzlich zu einem komplexeren Ausgangstext angeboten werden und das Verstehen dieser unterstützen (Bredel & Maaß, 2016). Die Kriterien zur Erstellung von Texten in Leichter Sprache gehen auf Praxiserfahrungen zurück und es bestehen Regelwerke vom Netzwerk Leichte Sprache, Inclusion Europe und der BITV 2.0. Die Forschungsstelle Leichte Sprache der Universität Hildesheim will diese Kriterien auf ihren Bestand durch Forschungsprojekte empirisch überprüfen, denn die heterogene Gruppe der AdressatInnen stellt unterschiedliche und komplexe Anforderungen an die sprachliche Gestaltung (Bredel & Maaß, 2016). Aus der Forschungsstelle heraus sind ein Regelbuch im LiT Verlag, aber auch ein Ratgeber, ein Arbeitsbuch sowie ein Werk zu theoretischen Grundlagen im Duden Verlag erschienen. Einige Erkenntnisse halten die Autoren schon fest:

> *Negation, Präteritum, Abstrakta, peripherer Wortschatz oder Wörter und Sätze jenseits einer bestimmten Länge, die in den Regelwerken indiziert sind, werden auch in unterschiedlichen Forschungsansätzen als kognitiv anspruchsvoll herausgestellt. (Bredel & Maaß, 16)*

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit können nicht alle Aspekte der deutschen Sprache einzeln analysiert und deren Gestaltung in Leichter Sprache formuliert und diskutiert werden. (s. hierzu Bredel & Maaß, 2016) Die Tabelle 8 zeigt die Regeln, die sich in allen drei Regelwerken wiederfinden.

Tab. 8: Konvergierende Leichte Sprache-Regeln in Anlehnung an Bredel & Maaß (2016)

Bereich	**Regel**
Visuelle und mediale Gestaltung	1. größere Schriftgröße 2. jeder Satz auf eine neue Zeile 3. keine Worttrennung am Zeilenende 4. linksbündig
Morphologie	5. kurze Wörter 6. Trennung von komplexen Wörtern durch Bindestriche 7. Verbot von Abkürzungen (Kurzwörtern und Abkürzungen) 8. Passiv vermeiden
Lexik	9. leicht verständliche Wörter 10. möglichst keine Fremdwörter 11. Fremdwörter erklären
Syntax	12. kurze Sätze
Semantik	13. Negation vermeiden

Bereich	Regel
Text	14. Konsistenz in der Bezeichnung auf Ebene der Nomen 15. relevante Informationen an den Anfang 16. Zwischenüberschriften erwünscht 17. direkte Ansprache

Als Grundlage zur Gestaltung der Lernmaterialien wurden die Regeln des Netzwerkes Leichte Sprache beachtet (s. Tab. 9). [4]

Tab. 9: Regeln der Leichten Sprache des Netzwerkes Leichte Sprache in Anlehnung an Bredel und Maaß (2016)

Bereich	Gegenstand der Regel	Regel
Mediale und visuelle Gestaltung	Papierqualität	dunkle Schrift, helles Papier mind. 80 g Papier, matt
	Schriftart, Schriftschnitt	keine Serifenschriften, eine Schriftart mind. 14 pt Schriftgröße keine Versalien, keine Kursiva, kein Sperrdruck Fettung, andere ebenfalls dunkle Farbe zur Hervorhebung möglichst wenig Unterstreichung Rahmung, Hinterlegen mit heller Farbe
	Zeilenlayout	jeder Satz auf eine neue Zeile keine Worttrennung am Zeilenende Trennung von Satzgefügen an der Fuge 1,5-facher Zeilenabstand
	Seitenlayout	linksbündig, kein Blocksatz Überschrift zentriert nicht einzelne Zeilen auf neue Seite viele Absätze Adressen wie auf einem Brief schreiben
	Visualisierung	Bilder müssen zum Text passen erkennbar auch nach Kopieren
	Hintergrund	Keine Bilder als Hintergrund
Schriftzeichen	Interpunktionszeichen	Verbot von „“ , ... ;
	Sonderzeichen	Verbot von % & §
	Umgang mit Zahlen und Ziffern	keine römischen Zahlen oder alte Jahreszahlen keine hohen Zahlen und Prozentzahlen Zahlen als Ziffern Datumsangaben, Uhrzeiten, weitere Zahlenangaben gemäß Prüfgruppe Telefonnummern mit Leerzeichen
Morphologie	lange Komposita	kurze Wörter

[4] Die Regelwerke der Forschungsstelle Leichte Sprache sind zeitlich nach der Entstehung der Lernmaterialien erschienen.

Bereich	Gegenstand der Regel	Regel
		Bindestriche
	Konjunktiv	kein Konjunktiv
	Gendern von Personenbezeichnungen	Erst männlich, dann weiblich
	Genitiv	kein Genitiv
	Umgang mit Abkürzungen	eingeschränktes Verbot von Abkürzungen
	Passiv	Passiv vermeiden
Lexik	Wortwahl	einfache, konkrete, bekannte Wörter
	Umgang mit „schwierigen Wörtern“	keine Fachwörter oder Fremdwörter Ggf. erklären
	Umgang mit Metaphern	Redewendungen und bildliche Sprache vermeiden
Syntax	Umfang der Sätze	kurze Sätze
	Nominalstil	Verbalstil statt Nominalstil
	Fokusstrukturen/Inversion	Vermeidung von Inversion
	Konnektoren	am Satzanfang erlaubt: oder, wenn, weil, und, aber
	Fragen	Fragen im Text vermeiden, in Überschriften erlaubt
Semantik	Negation	Vermeidung von Negation
	Propositionen pro Satz	nur eine Aussage pro Satz
Text	Konsistenz in der Bezeichnung	gleiche Worte für gleiche Dinge
	Thematische Entfaltung	Zusammengehörendes zusammen schreiben keine Textverweise verändernde Eingriffe wie Erläuterungen, Exemplifizierungen erlaubt Reihenfolge der Informationen ändern Auslassungen nach Maßgabe der Prüfgruppe
	Glossare	am Ende des Textes
	Zwischenüberschriften	explizit erwünscht
	Adressierung	direkte Ansprache ggf. Siezen
Prüfen	Prüfen durch Menschen mit Lernschwierigkeiten	soll immer erfolgen

Dem letzten Punkt der Tabelle, dem Prüfen der Texte durch Menschen mit Lernschwierigkeiten, spricht das Netzwerk Leichte Sprache eine besondere Bedeutung zu, denn dies ermögliche eine Passung zwischen Text und (heterogener) Adressatengruppe (Winter, 2014). Zur Prüfung von Texten existieren bereits elektronische Tools, wie die Software

„TextLab“ oder „Language Tool“. Sie prüfen die Länge von Texten oder auch deren Verständlichkeit und fußen auf Lesbarkeitsindizes (Bredel & Maaß, 2016).
Ein Konzept, das sich konkret mit der sprachlichen Gestaltung von Lernmaterialien und der Verwendung von Sprache im Fachunterricht befasst, ist der sprachsensible Fachunterricht nach Leisen (2013). Ähnliche Ausführungen finden sich auch in den Arbeiten von Tajmel zur Sprache im Fachunterricht wieder (z. B. 2010; 2011). Sprachsensibler Fachunterricht verfolgt eine integrative Sprachförderung im Fach und zielt zugleich darauf ab, fachliches und sprachliches Könnensbewusstsein des Lernenden zu fördern (Leisen, 2013), denn Sprache wird als Grundlage für Verstehens- und Kommunikationsprozesse im Fach angesehen. „Sprache ist somit der Schlüssel (auch) für einen gelingenden Fachunterricht.“ (Leisen, 2010)
Sein Konzept entwickelte er aus Praxiserfahrungen heraus mit besonderem Fokus auf SchülerInnen mit Deutsch als zweiter Sprache.

„Der sprachsensible Fachunterricht...

- *nimmt sich des Themas Sprache im Fachunterricht an*
- *arbeitet mit der Sprache, die da ist – und sei sie noch so defizitär*
- *verwendet in jeder Lernsituation die jeweils passende Sprache*
- *geht sensibel mit den sprachlichen Standardsituationen im Fachunterricht um*
- *unterstützt das Sprachlernen und das Fachlernen mit Methoden-Werkzeugen*
- *tut was er kann, vollbringt aber keine Wunder“ (Leisen, 2015)*

Leisen (2015) beschreibt zwölf sprachliche Standardsituationen im naturwissenschaftlichen Unterricht, die mündliche und schriftliche Formen enthalten. Sie lassen sich vier sprachlichen Kompetenzbereichen zuordnen: Wissen sprachlich darstellen; Wissenserwerb sprachlich begleiten; Wissen mit anderen sprachlich verhandeln; Text- und Sprachkompetenz ausbauen (Leisen, 2015). Die Lernprozesse, in denen diese Standardsituationen ablaufen, können materiell und personell gesteuert werden. Auf der personalen Seite beschreibt Leisen (2015) die Gesprächsführung, Diagnose und Rückmeldung durch die Lehrperson. Sprachsensible Gesprächsführung nach Leisen (2010)

- *ist am Sprachstand/Sprachvermögen der SchülerInnen orientiert*
- *ist in der Komplexität reduziert*
- *ist inhaltlich, zeitlich begrenzt*
- *schafft angenehme Sprachumgebung (sprachliche Anregungen geben, ermutigen, nonverbale Anschauungs- und Ausdrucksmittel bieten)*
- *stellt Sprachhilfen für die Lerner bereit*
- *handhabt Sprachvereinfachung angemessen*
- *unterstützt den Lerner beim sprachlichen (Neu-)Einstieg in das fachliche Gespräch*
- *signalisiert Geduld und Unterstützungsbereitschaft, aber auch die Erwartungen des Lehrers an die Leistungs- und Sprachbereitschaft der Lerner (S. 96)*

Auf materieller Seite schlägt er Methoden-Werkzeuge im Bereich der Aufgabenstellungen und Materialien/Methoden vor, die die Bewältigung der sprachlichen Standardsituation unterstützen können. Ähnliche Methodenwerkzeuge bzw. Strategien der Lehrpersonen werden auch von Goßmann (2013) zur Sprachförderung im Sachunterricht angemerkt.
Methodenwerkzeuge/Strategien für die Lehrperson:

- vielfältige, motivierende Sprechanlässe bieten (bspw. durch arbeitsteilige Gruppenarbeiten, durch naturwissenschaftliche Phänomene) (auch Leuckefeld, 2006)
- vielfältigen sprachlichen Input, Wiederholungen bieten
- Handlungsbegleitendes Sprechen
- gezielte Fragen und Impulse/aktive Gesprächskultur
- Fragen so formulieren, dass die Antwort dem möglichen Sprachstand des Kindes entspricht
- Entscheidungsfragen: Begriffsverständnis
- Wer-Fragen: sprachliches Material in Fragen anbieten
- Warum-Fragen: Antworten mit Nebensätzen anregen (Begründe! Berichte, was du gesehen hast.)
- Möglichkeit der sprachlichen Variation inhaltsähnlicher Äußerungen durch die SchülerInnen (auch Leuckefeld, 2006)
- Fehler zulassen (Leisen, 2010)
- Wortspeicher anlegen
- Fachbegriffe im Kontext einführen
- möglichst im Zusammenhang mit vielen grammatischen und morphologischen Informationen üben (bestimmter, unbestimmter Artikel, Pluralformen, Vergangenheitsformen, Wortzusammensetzungen, Oberbegriffe)
- Plakate, Tafelanschriften (Goßmann, 2013)
- Wortliste (wichtige Wörter und Fachbegriffe; Sprachstütze für fachliche Phänomene und Zusammenhänge)
- Wortgeländer (Grundgerüst aus Wortelementen, mit dem ein Text konstruiert wird)
- Satzmuster (Mustersätze zu einem Themenbereich, die für korrekte Nutzung der Fachsprache sehr wichtig sind; standardisierte Redewendungen der Fachsprache)
- Zeit zur Konstruktion lassen (Leisen 2010, 2015 Onlineergänzung)

Leisen (2010) stellt außerdem Hinweise zur Erstellung von sprachsensiblen Unterrichtsmaterialien zusammen, die sich jedoch auf einer eher allgemeinen Ebene befinden und in folgenden Grundthesen, die er aufstellt, aufgehen:

- *Die Lerner werden in fachlich authentische, aber bewältigbare Sprachsituationen gebracht.*
- *Die Sprachanforderungen liegen knapp über dem individuellen Sprachvermögen.*

- *Die Lerner erhalten so wenig Sprachhilfe wie möglich, aber so viel, wie individuell zum erfolgreichen Bewältigen der Sprachsituation nötig. (S. 6)*

Weiterhin beschreibt Leisen in seinem Konzept, welche Probleme beim Lesen von Sachtexten auftauchen, wie diese Texte sprachsensibel gestaltet werden können oder auch eine sprachsensible Leseförderung umgesetzt werden kann (s. hierzu Leisen, 2010).
Ergänzend zu den genannten Aspekten beschreiben einige AutorInnen die Verwendung narrativer Elemente als sprachförderndes bzw. verstehensförderndes Element im Sachunterricht, bspw. durch Foto-Storys zur Dokumentation von Experimenten (Tomcin & Reiners, 2009), Storytelling (Schekatz-Schopmeier, 2010; Terfloth & Bauersfeld, 2015) oder der Verwendung von Animismen (Lück, 2004).
Gottwald (2016) beschreibt Experimentiersituationen als Beispiel für eine Kontextoptimierung. Die Kontextoptimierung ist eine Methode aus der Sprachförderung, bei der die Umgebung ablenkungsfrei und mit Fokus auf die angestrebte Zielstruktur gestaltet wird (Motsch, 2006). Laut Gottwald (2016) „kann naturwissenschaftliches Experimentieren als kontextoptimierendes Lernformat par excellence gesehen werden."(S. 83) Zum einen schafft es eine sprachanregende und sinnhaft aufgeladene Situation, ermöglicht aber auch ein unabgelenktes, wiederholendes Trainieren sprachlicher Strukturen. Fokussiert werden kann dies durch die Festlegung von Zielstrukturen der Lehrperson (Gottwald, 2016). Zimmer (2009) zeigt, dass Bewegungshandeln Ausgang für sprachliche Prozesse sein kann: „Die sprachfördernde Wirkung entfaltet sich [...] eher indirekt und beruht [...] auf den vielfältigen Sprechanlässen, die sich beim gemeinsamen Spiel ergeben [...]" (S. 74). Gottwald (2016) zeigt in ihrer Studie zum sprachfördernden Experimentieren im Sachunterricht, dass handlungsorientiertes Experimentieren positive Auswirkungen auf die Ausgestaltung des Wortschatzes der SchülerInnen erwirkt. Dabei zeigen sich ebenfalls Zuwächse in den naturwissenschaftlichen Kenntnissen der SchülerInnen (Gottwald, 2016).

3.3.2.4 (Kognitive) Strukturierung

Nicht alle Informationen, die ein Mensch wahrnimmt, können aufgenommen und verarbeitet werden. Bei bereits vorhandenem Wissen im jeweiligen Themenbereich steuert dieses die Informationsaufnahme. Die Begrenzung der Informationen, die im Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden können, wurde in vielen psychologischen Studien untersucht. Studien aus dem Bereich des multimedialen Lernens und der Usability-Forschung zeigen, dass der Mensch sieben plus/minus zwei Informationseinheiten zur gleichen Zeit verarbeiten kann (Dix, 1998; Miller, 1956; Simon, 1974). (Kognitive) Strukturierungsmaßnahmen verfolgen das Ziel, kognitiv anspruchsvolle Prozesse so anzupassen, dass der Lernende sie bewältigen kann, also das Arbeitsgedächtnis, bzw. den Cognitive Load in diesem, zu entlasten. Treten bei SchülerInnen Probleme in der Informationsverarbeitung, also u. a. der Wahrnehmungssteuerung, der selektiven Aufmerksamkeit oder aber der Speicherkapazität im Ar-

beitsgedächtnis auf, wie etwa bei SchülerInnen mit ADHS (Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Syndrom), oder einer kognitiven Beeinträchtigung (Häußler, 2005; Sarimski, 2003; Tomporowski & Tinsley, 1997), gewinnen (kognitive) Strukturierungsmaßnahmen an Bedeutung. Der Fakt, dass das Vorwissen eine Bedeutung für die Verarbeitung neuer Informationen hat, deutet auf positive Auswirkungen von Strukturierungsmaßnahmen für einen noch größeren Kreis von SchülerInnen hin (s. Kap. 3.2.1). Auch in der Literatur wird beschrieben, dass Strukturierung von Lernmaterialien und Lernumgebung nicht nur für SchülerInnen bedeutsam sind, die besondere Schwierigkeiten aufweisen (Degner & Burger, 1996; Möller, Jonen, Hardy & Stern, 2002).

Der Treatment and Education of Autistic and related Communication handicapped Children Ansatz (TEACCH) ist ein therapeutisch-pädagogischer Ansatz zur Förderung von SchülerInnen mit Autismusspektrumsstörungen. Die Gestaltung von Visualisierungen wurde bereits oben erläutert, ähnliche Angaben finden sich auch im TEACCH Ansatz wieder. Dieser umfasst jedoch auch Hinweise zur räumlichen und zeitlichen Strukturierung sowie zur Arbeitsorganisation und Strukturierung von Aufgaben und Instruktionen. Es sollen Kommunikation und Instruktionen visuell unterstützt werden (s. o.), zeitliche und räumliche Orientierungs- und Organisationshilfen bereitgestellt, Systematiken und Routinen für Handlungsmuster geübt, Veränderungen durchschaubar gemacht, Regeln und Entscheidungshilfen bereitgestellt sowie (soziale) Zusammenhänge verdeutlicht und verständlich gemacht werden (Tuckermann, Häußler & Laumsann, 2012). Tuckermann et al. (2012) beschreiben in ihrem Praxisbuch, wie Elemente und Prinzipien aus dem TEACCH Ansatz im zielgleichen Unterricht eingesetzt werden können: In Bezug auf die zeitliche Strukturierung wird empfohlen, zeitliche Abläufe zu visualisieren und den SchülerInnen konkrete Zeitangaben zu machen, bspw. durch einen „TimeTimer“. Zur Konstruktion von Aufgaben und Instruktionen werden Multiple-Choice Aufgaben vorgeschlagen oder auch die Verwendung von Kästen, Farben und Trennlinien zur Strukturierung der Aufgaben. Weitere Gestaltungselemente, die Struktur auf Lernmaterialien bieten sollen sind Lückentexte, Tabellen, Linien für Antworten, Kästen zum Abhaken von erledigten Aufgaben, klar bestimmte Bereiche für den Ort der Antworten, konkrete Angaben bezüglich des Umfangs, Checklisten, die abgehakt oder durchgestrichen werden, Leitfragen oder Satzanfänge als Hilfe zur mündlichen Beteiligung (Tuckermann et al., 2012).

Eine Methode der kognitiven Strukturierung, ist das Scaffolding. Dieses fokussiert weniger die Gestaltung von Lernmaterialien als die Gestaltung der Aufgaben und der Sequenzierung von Inhalten, der Gesprächsführung und dem Unterricht (Wood, Bruner & Ross, 1976). Wie bereits in Kapitel 2.2.1.3 beschrieben, kann die kognitive Strukturierung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht jüngeren und leistungsschwächere SchülerInnen dabei unterstützen, kognitive Konflikte zu erkennen und komplexere Schlussfolgerungen zu vollziehen (Möller, 2001). Sie wird auch im inklusiven Kontext als bedeutsam angesehen (Abels, 2015b; Pfister, Moser Opitz, & Pauli, 2015). Das unterstützende Gerüst der Lehrperson sollte dabei nach und nach zurückgenommen und immer mehr Verantwortung

übertragen werden. Dies soll adaptiv erfolgen, also in Anlehnung an Vygotskys Theorie in der Zone der nächsten Entwicklung stattfinden. Scaffolding zielt darauf ab, alle SchülerInnen kognitiv zu aktivieren (Gibbons, 2002). Folgende Techniken werden beschrieben:

- *Feeding back: providing information regarding the student's performance*
- *Giving hints: providing clues or suggestions*
- *Instruction: what to do or how something must be done and why*
- *Explaining: providing more detailed information or clarification*
- *Modelling: offering behaviour for imitation*
- *Questioning: questions that require an active linguistic and cognitive answer (Pfister et al., 2015, 1080)*

Findet das Experimentieren in stark strukturierter Form statt, wird es in der Sachunterrichtsdidaktik als Laborieren bezeichnet (Windt, Scheuer, & Melle, 2014; Wodzinski, 2007). Beim Laborieren sind Experimentieranleitungen vorgeschrieben und die SchülerInnen arbeiten an einem bestimmten Problem oder einer Fragestellung, die nicht unbedingt aus den Fragen der SchülerInnen resultieren. Es soll die SchülerInnen an ein eigenständiges Experimentieren heranführen (Wiebel, 2000). Ein Konzept, dass in diesem Zusammenhang zu nennen ist, ist das Science Writing Heuristic (SWH). Vor allem im internationalen Raum bekannt, werden die SchülerInnen bei dieser Methode durch gezielte Fragen an das wissenschaftliche Arbeiten herangeführt (Akkus, Gunel & Hand, 2007). Das Laborieren und das SWH können als strukturierte Formen des Forschenden Lernens nach Blanchard et al. (2010) beschrieben werden. Dass solche Strukturierungsmaßnahmen im naturwissenschaftlichen Unterricht auch Orientierung für SchülerInnen mit Unterstützungsbedarf bieten, beschreiben u. a. Kaiser & Seitz (2007) sowie Villaanueva, Taylor, Therrien & Hand (2012) und Browder et al. (2012). Therrien et al. (2011) stellen in ihrer Metaanalyse die Effekte von Lehrstrategien im naturwissenschaftlichen Unterricht für SchülerInnen mit Lernbehinderungen aus elf Artikeln des anglo-amerikanischen Raums zusammen. Sie kommen zu dem Schluss, dass die SchülerInnengruppe von einem Unterricht, der Forschendes Lernen mit instruktionalen Anteilen ermöglicht, profitieren. Weitere Merkmale des Unterrichts, die dies unterstützen sind

> *a) a focus on overall concepts/big ideas, (b) hands-on concrete experiences conducted under the direction of the teacher; (c) formative feedback (d) behavioral supports to ensure that students are actively and appropriately engaged in the lesson, and (e) additional practice and review of core concepts and vocabulary. (Therrien et al., 2011, 201)*

Therrien et al. (2014) erstellten außerdem in einem ähnlichen Vorgehen einen Reviewartikel über „Science Instruction" in Bezug auf SchülerInnen mit emotional-sozialem Unterstützungsbedarf, wobei elf Studien eingeflossen sind. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass diese SchülerInnengruppe von Mnemotechniken profitieren und ebenfalls handlungsorientiertes Experimentieren unter Instruktion der Lehrperson von Vorteil ist. Für

einen inklusiven Chemieunterricht beschreibt Abels (2015) das Scaffolding als Unterstützungsstrategie für Forschendes Lernen. Das Scaffolding wird nicht nur im naturwissenschaftlichen oder mathematischen Unterricht als gängige Methode beschrieben, sie findet auch ihre Anwendung im Bereich des (Fremd-)Sprachenunterrichts (nicht nur) für SchülerInnen mit Deutsch als Zweitsprache, Hörschädigung oder im sprachsensiblen Fachunterricht (Easterbrooks & Baker, 2002; Gibbons, 2002; Leisen, 2010). Dies kann umgesetzt werden durch das Vorgeben von Satzanfängen, Multiple-Choice-Aufgaben oder andere Ankreuzaufgaben, das Anbieten von Wörtern zum Schreiben und im Mündlichen bspw. durch das Anbieten von Satzmustern oder das indirekte Bereitstellen von Fachsprache durch Nachfragen (Leisen, 2010).
Werning und Baumert (2013) beschreiben, dass in verschiedenen Metaanalysen zur Lernförderung von SchülerInnen mit Lernschwierigkeiten besonders die Vermittlung und Nutzung kognitiver Strategien sowie die direkte Instruktion herausgestellt werden. Als zentrale Elemente nennen sie:

- Kommunikation der Unterrichtsziele und Erfolgskriterien
- Zerlegung der Aufgaben in Teilschritte; Anpassung der Schwierigkeit der Aufgabe an die Schülerfähigkeit, so dass Bearbeitung und Lösung im Bereich der proximalen Entwicklung liegen
- Arbeiten mit strukturiertem Material und ausgearbeiteten Lösungsbeispielen
- Hinweise auf Strategieverwendung
- verteiltes Üben und Wiederholen
- interaktive Arbeitsformen in kleinen Gruppen
- Vergabe von Zusatzaufgaben (Werning & Baumert, 2013, 42)

3.3.2.5 Classroom Management

Unter Classroom Management, oder auch zu Deutsch „Klassenführung“, werden jene Maßnahmen beschrieben, die zu einer effektiven Organisation und Nutzung von Unterrichtszeit dienen (Hoffmann, 2013). Solche Maßnahmen umfassen räumliche Strukturierung, wie die Sitzordnung, didaktisch-methodische Fragen, selbstständige Mitarbeit, kooperative Lerngruppen, Klassenregeln und auch der Umgang mit Verhaltensproblemen (Emmer & Evertson, 2012). Die Bedeutung von Classroom Management für die Gestaltung guten Unterrichts wird von vielen Autoren beschrieben (Emmer & Stough, 2001; Evertson & Weinstein, 2006; Helmke, 2009; Hattie, 2009; Kunter & Voss, 2011). Die SchülerInnen profitieren durch ein gelungenes Classroom Mangement nicht nur in Bezug auf ihr Lernen, sondern auch hinsichtlich ihrer sozial-emotionalen Entwicklung (Helmke, 2012). Als Grundlage für eine effektive Klassenführung wird eine stabile, positive und unterstützende LehrerInnen-SchülerInnen Beziehung beschrieben (Emmer & Evertson, 2012). Emmer und Stough (2001) betonen, dass die Techniken des Classroom Managements flexibel und

effektiv sein sollten, um Störungen präventiv begegnen und die Lernzeit effektiv nutzen zu können.
Unterschieden wird beim Classroom Management in proaktive und reaktive Kriterien (Eichhorn, 2008). Als Grundlage der proaktiven Kriterien dienen die Beziehungen untereinander und ein positives Klassenklima. Außerdem gehört zu dieser Art eine hohe LehrerInnenpräsenz und proaktives LehrerInnenverhalten, also alle SchülerInnen im Blick zu behalten und Übergangssituationen eng zu begleiten (Eichhorn, 2008). Weitere Punkte sind die Gestaltung einer störungsarmen Ordnung im Klassenraum sowie das Vorhandensein von Struktur und der Einsatz von Ritualen im Unterricht. Rituale können durch Signalreize unterstützt werden, wie durch den Einsatz von Signalkarten oder akustischen Signalen (Hoffmann, 2013). Weitere proaktive Kriterien sind die Transparenz von Erwartungen bei den SchülerInnen und die Kommunikation darüber. Hierzu gehört auch ein überschaubares und verbindliches Regelsystem (Grüner & Hilt, 2010). Die weiteren Elemente der guten Vorbereitung auf den Unterricht sowie die Kopplung an die Bedürfnisse der SchülerInnen fokussieren auf die Planung des Unterrichts. Im Unterricht selbst sollten die SchülerInnen für ihr Lernen selbst Verantwortung tragen (Eichhorn, 2008). Als reaktive Kriterien wird zum einen die Wertschätzung angemessener Verhaltensweisen genannt wie etwa das Loben, aber auch die Unterbindung von unangemessenem SchülerInnenverhalten. Außerdem sollten Strategien für potentielle Probleme frühzeitig festgelegt werden (Eichhorn, 2008).
Studien zufolge können aggressive Verhaltensweisen seitens der SchülerInnen auf der Basis von Classroom Management nachweislich entgegengewirkt werden (Wilson, Lisey & Derzon, 2003). Wirksamkeiten zu verhaltensmodifikatorischen Methoden wurden vielfach untersucht und nachgewiesen. Sie sind jedoch durch eine Vielzahl von Einflüssen bestimmt. Als günstige Bedingungen werden ein strukturiertes Vorgehen in der gesamten Schule sowie die Bereitschaft der SchülerInnen, ihre Verhaltensweisen zu ändern, beschrieben (Hoffmann, 2013). Für SchülerInnen mit erhöhtem emotionalen und sozialen Risiko werden der Beziehung zur Lehrperson, Sicherheit, Halt und Ordnung im Schulalltag ein besonderer Stellenwert zu geschrieben (Schmeinck & Hennemann, 2014). Dies umfasst nicht nur SchülerInnen mit externalisierenden Gefühls- und Verhaltensstörungen, wie Aggressionen und ADHS, sondern auch solche mit internalisierenden Störungen, wie Angst oder Depression (Schmeinck & Hennemann, 2014). Zu dieser SchülerInnengruppe können auch SchülerInnen mit Traumaerfahrungen (Siebert & Pollheimer-Pühringer, 2016) oder SchülerInnen mit Autismusspektrumsstörungen (Häußler, 2005) gezählt werden. So gewinnt das Classroom Management auch im inklusiven Kontext an Bedeutung: Smith und Rivera (1995) betonen, dass je heterogener die Klassen werden, desto wichtiger Techniken des Classroom Managements werden.

3.3.2.6 Gemeinsames Lernen

Seitz & Scheidt (2012) beschreiben die Kind-Kind-Interaktion als „entscheidenden Indikator inklusiver Qualität" (S. 14). Positive Interaktionen zwischen SchülerInnen mit und ohne sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf und deren soziale Teilhabe können schon durch den Kontakt dieser gefördert werden (Maras & Brown, 1996). Um diese Interaktionen zu intensivieren, beschreibt Garrote (2015) u. a. „support based Interventions", in denen das soziale Umfeld der SchülerInnen mit Unterstützungsbedarf verändert wird, um positive Interaktionen zu fördern. Wie bereits oben beschrieben, ist es entscheidend, Situationen zu schaffen, in denen sich alle SchülerInnen kooperativ und hilfsbereit zeigen können, nicht nur beschränkt auf SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf. Das gemeinsame Lernen beschreibt demnach hier nicht die Zusammenführung von SchülerInnen mit und ohne sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf, sondern meint im weiten Sinne ein gemeinsames, inklusives Lernen aller SchülerInnen der jeweiligen Lerngruppe. Es wird demnach nicht (nur) aus sonderpädagogischer Perspektive, sondern aus inklusiver Perspektive beleuchtet. Ergebnisse der Integrationsforschung sollen jedoch hier ebenfalls betrachtet werden, da hierzu bereits Forschungsergebnisse anzuführen sind.

Um Kooperation in solchen „solidarischen Lernsituationen" (Wocken, 1998) zu initiieren werden von einigen Autoren die kooperativen Lernformen als Lösungsansatz nicht nur für leistungsheterogene, sondern auch kulturell-heterogene Lerngruppen beschrieben (Avci-Werning, 2004; Garrote, 2015; Green & Green, 2009; Vehkakoski, 2012; Werning & Löser, 2010).

Kooperatives Lernen

Gemeint ist

> *eine Interaktionsform, bei der die beteiligten Personen gemeinsam und in wechselseitigem Austausch Kenntnisse und Fertigkeiten erwerben. Im Idealfall sind alle Gruppenmitglieder gleichberechtigt am Lerngeschehen beteiligt und tragen gemeinsam Verantwortung (Konrad & Traub, 2001, 5).*

Es finden sich unterschiedliche Definitionen und Begrifflichkeiten, wie „peer collaboration", „collaborative learning", „cooperative learning", „peer assisted learning" oder „peer learning". Zum Teil werden diese auch synonym verwendet. Sie alle grenzen sich jedoch von reiner Gruppenarbeit ab: Bei Gruppenarbeit kann sich eine Kooperation entwickeln, aber nicht zwingend (Woolfolk, 2008). Vor allem die Begriffe Kooperation und Kollaboration tauchen immer wieder auf. Einige Autoren, besonders im englischsprachigen Raum, unterscheiden sie, indem sie das kooperative Lernen als ein arbeitsteiliges Arbeiten beschreiben, bei dem am Ende die Teile zusammengefügt werden. Kollaboratives Lernen meint jedoch ein gemeinsames Arbeiten von Anfang an, „wobei einzelne Funktionen im Rahmen des Gruppengeschehens nur spontan und in geringem Ausmaß auf verschiedene

Gruppenmitglieder verteilt werden“ (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2002, 45). Kollaboratives Lernen bringt dementsprechend ko-konstruktive Prozesse mit sich und kann definiert werden

> *als eine koordinierte, synchrone Aktivität, bei welcher der kontinuierliche Versuch der Kollaborationspartner im Vordergrund steht, eine gemeinsame Problemkonzeption zu konstruieren und aufrechtzuerhalten. (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2002, 45)*

Kooperative Methoden haben sich in den letzten Jahren immer weiter im Schulalltag verbreitet; so werden bspw. LehrerInnenfortbildungen durch das Green-Institut deutschlandweit betrieben (Green-Institut, 2017).
Johnson & Johnson (1998) beschreiben fünf Elemente, die bei der Umsetzung kooperativer Lernformen beachtet werden sollten:

- Positive Interdependenz
- Face-to-Face-Kommunikation
- individuelle Verantwortlichkeit
- interpersonale Fähigkeiten
- reflexive Gruppenprozesse

Auf der Grundlage dieser Merkmale wurden methodische Elemente entwickelt, die das Lernen in Kooperation strukturieren (Brüning & Saum, 2006; Green & Green, 2009; Huber, 2004; Konrad & Traub, 2001; Slavin, 1995). Inwieweit welche Merkmale notwendig oder aber ersetzbar sind, ist noch nicht abschließend geklärt (Renkl & Mandl, 1995). Studien in Bezug auf Vorteile kooperativen Lernens stammen zum großen Teil aus dem internationalen Raum (Borsch, 2010). Slavin (1995; 2009) und Hänze (2008) beschreiben nicht nur positive Effekte in Bezug auf Lernerfolge, sondern auch in Bezug auf soziale Kompetenzen. Für den inklusiven Kontext sieht Büttner (2014) Chancen in kooperativen Lernformen, denn sie sind „von ihrer Intention her darauf angelegt, [...] unterschiedliche Fähigkeits- und Leistungsniveaus in das Unterrichtsgeschehen einzubeziehen“ (S. 5). An diesen unterschiedlichen Lernausgangslagen muss sich der Unterricht anpassen.
Durch kooperative Lernformen können die Vielfalt der Zugangsweisen konstruktiv zum Tragen kommen und von Divergenzen direkt profitieren (Seitz & Scheidt, 2012). Büttner (2014) geht davon aus, dass dies ermöglicht werden kann, indem „Kindern und Jugendlichen mit kognitiven oder sozialen Beeinträchtigungen weniger komplexe und weniger umfangreichere Teilaufgaben“ (S. 7), mehr Zeit oder Unterstützung gegeben werden. Außerdem wird der Lehrkraft als unterstützende Person ein hoher Stellenwert zugeschrieben, die vor Beginn von kooperativen Lernphasen für die Vermittlung sozialer Fähigkeiten zuständig ist. Nicht vorhandene soziale Fähigkeiten der SchülerInnen werden als besonders problematisch für eine Implementierung kooperativer Lernformen im inklusiven Setting angesehen. Außerdem beschreibt Büttner (2014), dass nicht vorhandene kognitive Fähigkeiten dazu führen können, dass eine individuelle Verantwortlichkeit jedes/r Schülers/in verhindert wird. Die Studienlage über das kooperative Lernen in inklusiven Lerngruppen

ist überschaubar, es existieren einige Studien aus dem internationalen Raum (Ashman & Terwel, 2008). Tateyaman-Sniezek (1990) fasst in einer Überblicksarbeit zwölf Studien zusammen, die ganz unterschiedliche Schwerpunkte haben. Die Studien betrachten unterschiedliche SchülerInnengruppen: SchülerInnen mit Lernbehinderung, mit Hörschädigung, mit Autismus uwm. Außerdem wurden verschiedene Unterrichtsstunden und kooperative Lernformen eingesetzt sowie mit unterschiedlichen Methoden gegenübergestellt. Die Gruppenzusammensetzung der SchülerInnen variierte und der Erfolg der jeweiligen Lernform wurde an den Leistungssteigerungen der SchülerInnen gemessen (Tateyaman-Sniezek, 1990). Tateyaman-Sniezek (1990) kommt zu dem Ergebnis, dass in der Hälfte der Studien das kooperative Lernen signifikant positive Effekte zeigte. Vier Studien zeigen, dass SchülerInnen mit Beeinträchtigungen das Lernen von jenen ohne Beeinträchtigungen nicht behindern. Lediglich eine Studie berichtete Effekte des kooperativen Lernens in Bezug auf SchülerInnen mit Beeinträchtigungen. Stevens & Slavin (1991) führten eine Re-Analyse der Überblicksarbeit von Tateyaman-Sniezek durch. Sie kristallisierten zwei Basiselemente heraus, deren Anwesenheit sich in positiven Effekten in Bezug auf die Leistung zeigte: die individuelle Verantwortlichkeit und die Gruppenbelohnung. Unter Gruppenbelohnung wird das Prinzip verstanden, Gruppenergebnisse im Gesamten zu bewerten (Renkl & Mandl, 1995). Ähnliche Ergebnisse zeigte auch die Metaanalyse von McMaster & Fuchs (2002), in der sie 15 Studien zum kooperativen Lernen bei SchülerInnen mit Lernproblemen betrachteten. Die berücksichtigten Studien bezogen sich zur einen Hälfte auf inklusive Kontexte und zur anderen auf sonderpädagogische Einrichtungen. Dabei zeigten sich förderliche Effekte stärker in den inklusiven Settings als in der separierten Beschulung. Die Basiselemente der individuellen Verantwortlichkeit sowie der Gruppenbelohnung zeigten sich ebenfalls als gewinnbringend, ebenso wie die Implementation des instruktionalen Vorgehens. Auch diese Autoren beschreiben, dass die Effektivität des kooperativen Lernens für inklusive Gruppen noch nicht geklärt ist, und lassen damit auch die Frage, ob eine höchstmögliche Heterogenität der Gruppen von Vorteil ist, unbeantwortet.
Da kooperative Lernformen nicht nur Leistungssteigerung als Ziel haben, wurde vielfach bemängelt, dass soziale Aspekte nicht berücksichtigt wurden (Murphy, Grey & Honan, 2005).
In einer Beobachtungsstudie im Leseunterricht von O'Connor & Jenkins (1996) wurde dies umgesetzt, indem zwei Jahre lang verschiedene Aspekte des Sozialverhaltens der SchülerInnen betrachtet wurden. SchülerInnen mit Beeinträchtigungen haben sich dabei weniger beteiligt und erhielten mehr Hilfe. Die Beteiligung am kooperativen Lernen lag zunächst bei 40 % und im zweiten Jahr bei 44 %. Die Autoren kristallisierten folgende Faktoren heraus, die sich auf das Sozialverhalten auswirkten: Auswahl der Partner, Etablierung einer kooperativen Ethik, Beobachtung des Unterrichtsgeschehens durch die Lehrperson sowie Unterschiede in kognitiven und sozialen Kompetenzen der SchülerInnen (Büttner, 2014). Sowohl gute Lesefertigkeiten als auch hohe soziale Kompetenzen hatten einen Einfluss auf die Intensität der Beteiligung der SchülerInnen mit Beeinträchtigungen. Kamps et al.

(1992) und Dugan, Kamps & Leonard (1995) betrachteten ebenfalls Effekte des kooperativen Lernens auf schulische Leistungen und Sozialverhalten. SchülerInnen mit Autismusspektrumsstörungen, die in inklusiven Klassen unterrichtet wurden, standen dabei im Fokus. Die kooperative Gruppenarbeit wurde anderen Unterrichtsphasen gegenübergestellt mit dem Ergebnis, dass die SchülerInnen mit Autismus im kooperativen Unterricht ein höheres schulisches Engagement zeigten und deutlich länger interagierten.
Die Zusammenstellung dieser Forschungsergebnisse macht deutlich, dass noch nicht abschließend geklärt ist, inwieweit kooperative Lernformen sowohl hinsichtlich Leistung als auch in Bezug auf weitere Kompetenzen im inklusiven Kontext für alle SchülerInnen gewinnbringend ist. Außerdem stellt sich die Frage nach der konkreten Umsetzung und den Einflüssen von Inhalts-, Zeit- und Materialgestaltung sowie der Zusammenstellung der Gruppen. Ein weiterer Aspekt ist das Gruppengeschehen an sich. Hierzu fordert Huber (1993), den Blick „nicht fast ausschließlich (...) Organisationsmodelle und Lerneffekte“ zu lenken, sondern ebenfalls auf „die Prozesse, die in Lerngruppen stattfinden“ (S. 25).

Interaktion und Kooperation

Naujok (2000) beschreibt SchülerInnenkooperationen im Rahmen von Wochenplanunterricht in einer Grundschulklasse. Durch eine qualitativ-rekonstruktive Betrachtung im Rahmen der interpretativen Unterrichtsforschung analysiert sie spontane Kooperationen von SchülerInnen. Sie beschreibt die Kooperation nicht als Methode, sondern als Alltagsphänomen und schließt sich damit den Überlegungen von Krappmann und Oswald (1985, 1995) an (Naujok & Brandt, 2008). „Dabei wird Lernen als sozial konstituiert betrachtet und SchülerInnenkooperation als eine Form der Interaktion begriffen, in der und durch die gelernt wird“ (S. 792). SchülerInnenkooperation meint demnach jede aufgabenbezogene Interaktion. Videoausschnitte zu alltäglichen Unterrichtssituationen der Wochenplanarbeit wurden transkribiert und ausgewählte Szenen systematisch im Sinne der Interaktionsanalyse bearbeitet (Krummheuer & Naujok, 1999). Die Analysen ergaben Beschreibungskategorien der Kooperationen unter den SchülerInnen. Zum einen auf der Ebene der Kooperationshandlungen und zum anderen auf der Ebene von Kooperationstypen. Naujok (2000) beschreibt sieben unterschiedliche Kooperationshandlungen: das Erklären, das Vorsagen, das Abgucken, das Vergleichen, das Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien sowie das Erfragen und das Metakooperieren.
Kooperationstypen beschreiben die Intensität der Kooperationshandlungen. Mehrere Kooperationshandlungen können einen Typen beschreiben. Die Typen sind jedoch nicht spezifisch durch bestimmte Handlungen definiert. Das „Nebeneinanderher-Arbeiten“ ist der Kooperationstyp mit geringster Intensität und beschreibt eher eine beiläufige Kooperation. Die Beziehung der SchülerInnen ist unbedeutend, da jeder an seiner Aufgabe arbeitet. Von starker Intensität ist der Kooperationstyp „Helfen“. Dabei liegt eine asymmetrische Beziehung unter den SchülerInnen vor und das Vorankommen des einen steht im Fokus.

Dieser Kooperationstyp entspricht Wockens subsidiären Lernsituationen (unterstützend, prosozial).
Als Kollaboration beschreibt Naujok (2000) den Kooperationstypen mit stärkster Intensität. Die SchülerInnen arbeiten symmetrisch an derselben Aufgabe, die beide voranbringen soll. Während dieses Kooperationstypus unterstützen sich die SchülerInnen gegenseitig (Naujok, 2000). Diese Beschreibungen entsprechen den solidarischen Lernsituationen nach Wocken (Wocken, 1998).

3.3.2.7 Zwischenfazit

Im Rahmen der Gestaltung von Lernmaterialien und Unterricht im inklusiven Kontext soll ein inklusiver pädagogischer Ansatz die Grundlage sein, der die Partizipation aller SchülerInnen am Unterricht und seinen Lerninhalten unterstützt. Um dies zu erreichen werden verschiedene Aneignungswege beachtet und ermöglicht (Bruner, 1974; Kutzer, 1998), was in den vorgestellten didaktischen Konzepten und Planungsmodellen gefordert wird (u. a. Feuser, 2013; Gebauer & Simon, 2012; Rose & Meyer, 2002; Seitz, 2009). Hinsichtlich einer fachdidaktischen Perspektive auf inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht sind unter den Zugangsweisen der SchülerInnen zum Unterrichtsgegenstand nicht nur die Repräsentationsformen bedeutsam, sondern auch ihre individuellen (Vor-)erfahrungen und Vorstellungen, die sie mit in den Unterricht bringen, oder dort entwickeln.
Bei der Gestaltung der Lernmaterialien fließen Prinzipien der Gestaltungspsychologie, der Leichten Sprache und des sprachsensiblen Fachunterrichts ein. Außerdem spielen kognitive Strukturierungen eine Rolle, die sich auch in der Ausgestaltung des Unterrichts wiederfinden. Wechsel von konstruktiven und instruktiven Phasen, begleitet von Scaffoldingmaßnahmen und Handlungsorientierung sollen eine Überforderung der SchülerInnen verhindern und sie möglichst in ihrer Zone der nächsten Entwicklung fördern. Methoden der Klassenführung bieten ebenfalls Struktur, können emotionale Kompetenzen fördern und bieten den SchülerInnen Sicherheit und Halt (Schmeinck & Hennemann, 2014).
Die beschriebenen Merkmale sind aus verschiedenen Disziplinen zusammengeflossen: der allgemeinen Didaktik, der konstruktivistischen Lehr-Lerntheorie, der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik, der (Entwicklungs-)psychologie, der sonderpädagogischen Förderung oder auch Konzepten der Deutsch als Zweitsprache. Sie haben sich im Einzelnen für das Lernen in den Naturwissenschaften und die Veränderung von Vorstellungen oder aber die Partizipation am Unterricht und seinem Lerninhalt für SchülerInnen mit und ohne besonderen Unterstützungsbedarf oder sprachlichen Problemen als unterstützend herausgestellt (Bredel & Maaß, 2016; Ewerhardy et al., 2012; Gottwald, 2016; Hallbauer & Kitzinger, 2015; Niegemann, Domagk , Hessel, Hein, Hupfer, & Zobel, 2008; Therrien et al., 2011, 2014). Gemeinsame Lernsituationen in Anlehnung an Wocken (1998) zielen auf Kollaboration und Kooperation aller SchülerInnen untereinander ab. Kooperative Lernformen werden als Möglichkeit beschrieben, diese auch im inklusiven Kontext zu initiieren. Inwieweit einzelne SchülerInnen dabei eingebunden sind und wie sie die Kooperationen

gestalten, kann in Anlehnung an Naujok (2000) in Form von Kooperationshandlungen und deren -typen beschrieben werden. Zur Gestaltung von Partizipation im inklusivem Unterricht ist es laut Garrote (2015) bedeutsam, Methoden zu nutzen, die LehrerInnen so in ihren Alltag einbinden können.

C. Methodisches Vorgehen

4. Methodischer und methodologischer Bezugsrahmen

4.1 Design-Based Research

Die vorliegende Arbeit versucht ein aktuelles Problem der Schulpraxis im Kontext des inklusiven Sachunterrichts zu lösen. Als methodischer und methodologischer Bezugsrahmen ermöglicht der Design-Based Research-Ansatz, eine designbasierte Entwicklung und Optimierung von Lernmaterialien mit der Entwicklung von Theorien über das Gelingen dieser Materialien eng miteinander zu verknüpfen. Durch ein iteratives Vorgehen wird ein didaktisches Design immer weiter verbessert. Begleitende Analysen der aufgenommenen Daten in Zusammenspiel mit den Erfahrungen der Erprobungen sollen es ermöglichen, übergeordnete Theorien abzuleiten.

4.1.1 Entwicklung des Ansatzes

Der Design-Based Research-Ansatz (DBR) geht vor allem auf die Arbeiten von Alan Collins (1992) und Ann Brown (1992) zurück. Es finden sich in der aktuellen Forschung viele Begrifflichkeiten, die unterschiedliche Strömungen des Ansatzes widerspiegeln, wie etwa „design experiments“, „design research“, „development research“ oder „developmental research“ (Wilhelm & Hopf, 2014). Durch das DBR Collective (2002) hat sich die Bezeichnung Design-Based Research durchgesetzt. Der Ansatz verknüpft die Entwicklung von praxisnahen Ansätzen eng mit empirischer Theoriebildung und geht von einem Abhängigkeitsverhältnis der beiden Aspekte aus (Wilhelm & Hopf, 2014). Collins brachte als erster den Begriff einer „Design Science“ in den didaktischen Diskurs ein. Er fokussierte vorrangig eine Implementierung technologischer Innovationen im Unterricht (Collins, 1992). Der Einsatz dieser neuen Technologien, die in der Praxis initiiert werden, sollten mit der Anbindung an Theorie erforscht und weiterentwickelt werden. Die Lernpsychologin Ann Brown beschäftigte sich lange Zeit mit psychologischer Forschung in Laborsituationen. Die Fokussierung auf einzelne Phänomene, wie sie in Laborsituationen üblich ist, war für sie auf das komplexe Unterrichtsgeschehen nicht übertragbar: In realen Lehr-Lernsituationen erge-

ben sich nach Brown synergetische Effekte zwischen den einzelnen Aspekten und eine Änderung einzelner Punkte hat Auswirkungen auf das gesamte System. Die Fokussierung auf einzelne Aspekte versperrt daher den Blick auf das Ganze (Brown, 1992).

> *Thus, we are responsible for simultaneous changes in the system, concerning the role of students and teachers, the type of curriculum, the place of technology, and so forth. These are all seen as inputs into the working whole. (Brown, 1992, 143)*

Umgekehrt ist praktisches Handeln aber auch immer auf Theorien zurückzuführen. Diese Erkenntnisse hatten für Brown zur Folge, dass Interventionen theoriebasiert entwickelt, aber im Umkehrschluss auch aus der Praxis heraus Theorien entwickelt werden sollen, die die Lehr-Lernvorgänge und ihre Wirkung beschreiben. Ihr Verständnis eines „Design-Experiments" finden sich in den Grundzügen auch im hier beschriebenen Design-Based Research-Ansatz wieder.

DBR bietet einen Rahmenansatz der Erforschung eines didaktischen Problems im Feld. Dabei wird eine Intervention systematisch gestaltet, durchgeführt, überprüft und überarbeitet (Reinmann, 2005). Solch einen Designprozess verfolgen Praktiker, wie bspw. Lehrpersonen zu jeder Zeit und Reinmann (2008) beschreibt, dass sie dabei wichtige Erfahrungen sammeln und über das Lehren, Lernen und den Bildungskontext an sich lernen. Diese Prozesse werden im Rahmen von DBR in den Forschungsprozess eingebunden mit dem zusätzlichen Ziel, Theorien darüber zu generieren. Ziel ist es „die zentralen Prozesse beim Design für die Forschung und Praxis zu nutzen und mit wissenschaftlichem Denken und Handeln zu verbinden." (Reinmann, 2005, 59) Die Intervention gestaltet sich je nach dem zugehörigen Forschungsfeld unterschiedlich und erstreckt sich von der Gestaltung einzelner Lernmaterialien über Unterrichtskonzepte bis hin zu der Gestaltung von Seminaren (Rohrbach-Lochner, vorr. 2018) oder ganzen Studiengängen. Durch eine ständige (Weiter)Entwicklung und Überprüfung der Intervention soll das Durchdringen der Komplexität von Lehr-Lernzusammenhängen ermöglicht werden.

> *Vor dem Hintergrund theoretischer Überlegungen wird ein Lehr-Lern-System entwickelt und in ein konkretes Lernszenario implementiert. Dieses Szenario eines Lehr-Lern-Systems wird im Feld praktisch erprobt und empirisch untersucht – mit quantitativen und qualitativen Methoden. Auf dieser empirischen Basis wird das Lernszenario optimiert und die Lernumgebung dadurch entsprechend verbessert. (Fahrner & Unwin, 2007, 153)*

Dabei wird sowohl ein praktischer als auch ein theoretischer Output angestrebt. Auf praktischer Ebene wird auf empirischer Basis eine Intervention entwickelt, die durch ihren mehrfachen Einsatz und dessen Überarbeitung den Bedingungen angepasst, optimiert und situationstauglich wird. Dies soll auf die Entwicklung von Theorien abzielen, mit denen das praktische Problem gelöst werden kann (Anderson & Schattuck, 2012; Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer & Schauble, 2003; DBR Collective, 2003). Diese enge Verknüpfung von Theorie und Praxis bringt auch die didaktische Entwicklung einer Intervention selbst in den wissenschaftlichen Prozess ein. Die Trennung von Entwicklungs- und Forschungsfeld kann damit überwunden werden (Edelson, 2002).

Das Design-Based Research Collective nennt folgende Bereiche, in denen der Einsatz von DBR als besonders nützlich betrachtet wird:

- *Exploring Possibilities for Novel Learning and Teaching Environments*
- *Developing Contextualized Theories of Learning and Teaching*
- *Constructing Cumulative Design Knowledge*
- *Increasing Human Capacity for Innovation (DBR Collective, 2003, 8)*

Besonders im Bereich der fachdidaktischen Forschung sind in den letzten Jahren immer mehr Projekte im Rahmen von DBR auch im deutschsprachigen Raum entstanden (Reinmann, 2005; Wilhelm & Hopf, 2014).

4.1.2 Merkmale des DBR

Je nachdem, in welchem Forschungsgebiet der DBR seine Anwendung findet, gestalten sich das jeweilige Projekt und dessen theoretischer und praktischer Output. Im Folgenden werden allgemeine, mehrfach beschriebene Merkmale herausgestellt (Anderson & Shattuck, 2012; Edelson 2002; van den Akker et al., 2006; Wang & Hannafin, 2005). Das bedeutenste Merkmal des DBRs ist die Iteration. Durch kontinuierliches zyklisches Vorgehen werden Interventionen wiederholt theoriebasiert entwickelt, implementiert und analysiert (Knogler & Lewalter, 2013). Im Rahmen dieses zyklischen Vorgehens werden unterschiedliche Phasen mit bestimmten Schwerpunkten durchlaufen. Im Prozess ergeben sich Probleme, aus denen wiederum Fragen und weitere Ziele entstehen können. Ein selbst entwickeltes Ablaufmodell des iterativen Vorgehens der vorliegenden Arbeit wird in Kapitel 4.3.1 beschrieben. Dieses zyklische Vorgehen geschieht in einem ständigen Prozess (Prozessorientierung). In diesem Prozess liegt der Fokus auf dem Verstehen und Verändern der eingesetzten Interventionen. Gekoppelt daran ist eine systematische Dokumentation dieser Veränderungsprozesse. Ein Projekt im DBR ist demnach nicht von vornherein vorbestimmt. Es können sich im Prozess Veränderungen ergeben und neue Wege und Richtungen eingeschlagen werden. Außerdem geht der DBR pragmatisch vor, denn die zu entwickelnden Interventionen sollen in realen, authentischen Bildungssituationen erprobt werden, um somit möglichst einsetzbar und nutzerorientiert zu sein (Nutzerorientierung). Die Nutzerorientierung wird auch sichtbar daran, dass der Ausgangspunkt für einen Designprozess ein Problem aus der Praxis darstellt, das gelöst werden soll. Aber auch der Entwicklungsprozess an sich ist nutzerorientiert, denn das gestaltete Design soll möglichst in den Kontext implementiert werden. Die gestalteten Produkte werden Anwendung in der Praxis finden, wenn sie auf Erwartungen und Perspektiven der Anwender abgestimmt sind (Szyperski & Müller-Böling, 1981). Um möglichst vielfältige Lösungen zu gestalten, wird eine enge Kooperation zwischen WissenschaftlerInnen und PraktikerInnen angestrebt, bei der verschiedene Disziplinen zusammenkommen können. Dadurch soll eine noch engere

Verknüpfung zur Praxis entstehen und Elemente dieser theoriegeleitet weiterentwickelt werden. Außerdem wird darin auch die Möglichkeit einer stärkeren Implementation des didaktischen Designs in die Praxis gesehen (Reinmann, 2005).
Wie bereits beschrieben steht neben der praktischen Seite des Ansatzes auch die theoretische Seite im Fokus (Theorieorientierung). Dabei soll nicht nur die Entwicklung, sondern auch Durchführung, Analyse, Reflexion und Überarbeitung des didaktischen Designs immer eine theoretische Basis haben. Rückblickend auf diese Vorgehensweise sollen übergeordnete Theorien entstehen, die sich sowohl auf Prozesse innerhalb der Intervention als auch auf die Designforschung im Allgemeinen beziehen können. Die Theorien können unterschiedliche Tragweite besitzen: Autoren beschreiben sowohl Theorien lokaler, mittlerer als auch höchster Reichweite (McKenney & Reeves, 2012). Edelson (2002) unterscheidet weiterhin in der Theoriebildung in Bezug auf das konkret entwickelte Design („design framework“) sowie in Theoriebildung in Bezug auf den Entwicklungsprozess im Allgemeinen („design methodolgy“). Weiterhin beschreibt er die Entwicklung von Theorien, die sich auf einen bestimmten Bereich, bzw. ein bestimmtes Fach, einen Inhalt, beziehen („domain theories“).
DBR beschreibt keine bestimmte Methodik, die eingesetzt werden sollte:

> *Design research is not defined by methodology. All sorts of methods may be employed. What defines design research is its purpose: sustained innovative development. (Bereiter 2002, 330)*

Bedeutsam ist eine Passung der Methoden, deren Auswahl begründet und somit nachvollziehbar für andere Forscher werden. Als Möglichkeit wird außerdem die Verbindung von verschiedenen Untersuchungs- und Auswertungsmethoden im Sinne eines Mixed-Methods-Designs beschrieben. Qualitativen Methoden wird ein besonderer Stellenwert zugeordnet, um die ablaufenden Prozesse detailliert beschreiben zu können. Auch hier gilt das Merkmal der Nutzenorientierung: Zeit und Nutzen sollten bei der Datenerhebung reflektiert werden (Wilhelm & Hopf, 2014).

4.1.3 Kritik am DBR Ansatz

Dem DBR-Ansatz mit stark qualitativem Fokus werden vor allem Grenzen vorgeworfen, die sämtliche qualitative Ansätze betreffen. Die Erprobung des Designs findet in realen Bildungssituationen statt. Viele Variablen, die nicht kontrolliert werden können, spielen demnach eine Rolle. Eine Beschreibung von Ursache-Wirksamkeitszusammenhängen einzelner Merkmale steht daher nicht im Vordergrund des Ansatzes. Eine Kontrolle oder Reduktion dieser vielen Variablen wäre auch nicht erstrebenswert, da dies die reale Bildungssituation verfälschen würde (Brown, 1992; Collins, 2004).

Um diesem Problem zu begegnen, werden in Projekten im Rahmen von DBR mögliche Variablen erhoben und ausführlich beschrieben, um den Gesamtzusammenhang des Prozesses zu verdeutlichen. Einige AutorInnen weisen diesbezüglich auf die Problematik hin, dass Forschende dazu neigen, möglichst (zu) viele Daten und Variablen zu erheben, deren Verarbeitung nur mit einem hohen Analyseaufwand möglich ist und umfangreiche Ressourcen benötigt (Collins, Joseph & Bielaczyc, 2004; Juuti & Lavonen, 2006). Die Auswahl bestimmter Variablen oder Daten sollte daher reflektiert und ausführlich begründet werden. Forschungsprojekte im Rahmen von DBR sind stark an ihren Kontext gebunden und Ergebnisse, die daraus entstehen, können nur in gewissem Maße verallgemeinert werden (Collins et al., 2004). Jedoch können aus ihnen, wie es im wissenschaftlichen Kontext üblich ist, theoretische Konstrukte entstehen, die es wiederum in anderen Kontexten zu überprüfen gilt. Es bleibt jedoch im Rahmen eines Projektes schwer zu erfüllen (Reinmann, 2005). Eine weitere Problematik zeigt sich in der weiten Definition des DBRs, die es schwierig macht, den Ansatz von anderen Forschungsansätzen deutlich abzugrenzen. Er zeigt in vielfacher Hinsicht Parallelen zu Ansätzen der Aktionsforschung, denn beide Ansätze zielen darauf ab, praktische Probleme durch ein zyklisches Vorgehen und ständige Verbesserung zu lösen. Unterschiede zeigen sich jedoch im Verhältnis der PraktikerInnen und ForscherInnen sowie der damit verbundenen Ausprägung der Theoriegebundenheit. In Ansätzen der Aktionsforschung, wie bspw. in Anlehnung an Altrichter & Posch (1998) stellt der Praktizierende selbst auch den Forschenden dar. Auch wenn hier das Ziel besteht, die praktische Situation nachzuvollziehen und zu verstehen, ist eine stärkere Praxisorientierung zu verzeichnen. Im DBR-Ansatz wird eher eine Kooperation zwischen Praxis und Forschung angestrebt und die Verantwortung liegt auf Seiten der Forschung. Zu jeder Zeit findet eine Rückbindung an Theorien statt und im Laufe des Projektes können auch fortlaufend neue theoretische Bezüge hinzugezogen werden. Die Entwicklung der praktischen Intervention und von Theorien, die Abläufe innerhalb der Intervention beschreiben, haben im DBR-Ansatz den gleichen Stellenwert. Ein weiterer Unterschied des DBR-Ansatzes im Vergleich zur Aktionsforschung ist der Abstand des Forschenden zur Praxissituation. Dies ermöglicht es, dasselbe Design an unterschiedlichen Standorten ähnlicher Bedingungen zu erproben und die Aussagekraft der Analysen zu verstärken. Dieser Abstand zum Forschungsfeld darf jedoch nicht zu groß werden, da ansonsten die Gefahr besteht, dass tieferliegende Strukturen und Bedingungen, die das Feld stark bestimmen, nicht berücksichtigt werden (Reinmann, 2005).

4.1.4 DBR im inklusiven Kontext

Forschungsprojekte im inklusiven schulischen Kontext stellen sich besonderen Bedingungen. Nind et al. (2004) beschreiben methodische Herausforderungen, die sie aus Erfahrungen ihres Forschungsprojektes zu inklusiven Kulturen in Schulen ableiten. Dies betrifft

zum einen die Frage, welche Schulen als inklusiv bezeichnet werden können und somit als Forschungsfeld in Frage kommen und ebenso, wer dies entscheidet. Gerade, weil Inklusion als Prozess verstanden wird, der sich ständig wandelt, können sich auch während eines Projektverlaufes Umstände in den Schulen stark verändern. Dies betrifft nicht nur die Zusammensetzung der Schulklassen hinsichtlich ihrer Diversität, sondern auch die vorhandenen Strukturen. Das zugrundeliegende Inklusionsverständnis sollte daher zu Beginn jedes Projektes geklärt werden (s. Kap. 3.1.1). Weiterhin stellen sich Nind et al. (2004) die Frage, wie inklusive Schulkultur und inklusive Praktiken erkennbar werden. Wie bereits beschrieben (s. Kapitel 3.1.1) haben Florian & Spratt (2013) einen Rahmen entwickelt, um Praktiken hinsichtlich ihres inklusiven Werts reflektieren zu können. Weiterhin können die Beschreibungen von Wocken (1998) zu den gemeinsamen Lernsituationen herangezogen werden. Nind et al. (2004) fragen sich außerdem, wie sichergestellt wird, dass die Lernenden im Fokus allen Interesses bleiben. Diesen Punkt sehen Walmsley und Johnson (2003) ebenfalls als bedeutsam an. Sie fordern, dass Forschungsprojekte im inklusiven Kontext kollaborativ mit den beforschten Subjekten stattfinden sollten. Ähnliche Forderungen finden sich auch bei Nind & Vinha (2012) sowie Snelgrove (2005) wieder. Diese Bestrebungen werden bereits in partizipativen Forschungsmodellen gefordert, wie sie als erstes von Paolo Freire (1970) in den Diskurs gebracht wurden. Seinen Überlegungen zufolge „sollte durch Forschung ein kollektiver, gesellschaftlicher Transformationsprozess voziert und befördert werden." (Buchner & Koenig, 2013, 258) Die Qualität der Partizipation lässt sich an der Stufenskala zum Grad der Teilhabe im Forschungsprozess von Unger, Block & Wright (2007) wie folgt ableiten: Die Befragung von ForschungsteilnehmerInnen wird als vorpartizipatorisch eingestuft. Partizipatorisch werden Forschungen den Autoren zufolge dann, wenn ihnen Mitbestimmungs- und Entscheidungsmöglichkeiten im Forschungsprozess eröffnet werden. Wird die Forschung durch Betroffene selbst organisiert, kann sie der höchsten Stufe der Partizipation zugeordnet werden (Unger, Block & Wright, 2007). Innerhalb der disability studies lassen sich solche emanzipatorischen Forschungsparadgimen finden, bspw. wenn ForscherInnen mit Behinderung über Behinderung forschen (Buchner & Koenig, 2013). Um Forschungsprozesse auch für Menschen mit Lernschwierigkeiten transparent zu machen, fordern Buchner & Koenig (2013), dass der gesamte Prozess in Leichter Sprache durchgeführt werden sollte.

Für die Forschenden tauchen im Feld weiterhin Herausforderungen auf, wenn sie mehr exklusive als inklusive Praxis beobachten und sich entscheiden müssen, ob sie daraufhin Veränderungen veranlassen oder sogar direkt eingreifen sollten (Nind et al., 2004). Forschende sollten daher ihr Vorgehen im inklusiven Kontext besonders reflektieren und die Interessen der beforschten Subjekte im Blick behalten und fördern (Nind et al., 2004; Buchner & Koenig, 2013). Walmsley & Johnson (2003) betonen dabei auch zu hinterfragen, ob die methodischen Zugänge Vielfalt wertschätzen. Dieser Punkt kommt unter anderem nicht zum Tragen, wenn Leistungen und deren Verbesserungen erhoben, Mittelwerte berechnet und somit Grenzen von Leistungsfähigkeiten und die Zuschreibung von Defiziten

betont werden (Nind et al., 2004). Weiterhin treten Probleme bei den Erhebungsinstrumenten auf: z. B. stoßen schriftliche Testverfahren bei Lernenden mit geringen Lese-, Schreib- und Verständnisfähigkeiten an ihre Grenzen. Aber auch mündliche Befragungen können aufgrund von Sprachbarrieren oder kognitiven Verarbeitungsproblemen Schwierigkeiten mit sich bringen (s. Kap. 3.2.4). In dem Sammelband von Kuhl et al. (2015) wird die Größe des Forschungs- und Entwicklungsbedarfes in Bezug auf die noch zu entwickelnde Methodik im inklusiven Kontext deutlich. Erste Ansätze zur Anpassung von Erhebungsmaterialien, bspw. durch Materialunterstützung, zeichnen sich ab (Blumberg & Fromme, 2017). Das „Universal Design for Assessment" hat sich – analog zum Universal Design for Learning (s. Kap. 3.3.1.4) – das Ziel gesetzt, Barrieren für Erhebungsinstrumente zu erkennen und abzubauen (z. B. Johnstone, 2003; Thompson, Thurlow & Malouf, 2004). Aufgrund der genannten Aspekte weisen Walmsley & Johnson (2003) daraufhin, dass für inklusive Forschungsprojekte ein deutlich höherer Aufwand in Bezug auf Ressourcen erforderlich ist.

Reale Bildungssituationen sind (nicht nur) im inklusiven Kontext sehr komplex. Eine Kontrolle oder Reduktion von Variablen würde eben diese verfälschen (Brown, 1992; Collins, Joseph & Bielaczyc, 2004). Durch qualitative Methoden und eine sozial-konstruktivistische Sichtweise auf den Unterricht und seine Vorgänge können im DBR jedoch Lehr-Lernprozesse sehr genau betrachtet werden und Bedingungsfaktoren und Faktoren zur Unterstützung des Gelingens herausgearbeitet werden. Die zyklische Ausrichtung des DBRs ermöglicht es, nicht nur das Design des Unterrichts nach und nach den Bedingungen und Anforderungen des inklusiven Kontextes anzupassen. Auch die Forschungsfragen und -methodik können iterativ entwickelt werden. So kann bei einem sich stetig verändernden Bildungsthema, wie der inklusiven Schul- und Unterrichtsentwicklung, auf aktuelle Entwicklungen eingegangen und das Projekt daran ausgerichtet werden. Diese Flexibilität ist stets theoriebezogen und ihre Ausrichtung ist zu begründen. Somit ermöglicht der DBR, im inklusiven Kontext ein didaktisches Design zu entwickeln, das sich nach und nach den Veränderungen der SchülerInnenschaft und deren Anforderungen an Lernmaterialien und Unterrichtsgestaltung anpasst. Durch eine Kooperation mit den Lehrpersonen, die mit den individuellen Bedürfnissen der SchülerInnen vertraut sind, können Bedarfe des Unterrichtsalltages aufgedeckt werden. Einer Partizipation der beforschten Subjekte, also der SchülerInnen, steht der DBR ebenfalls nicht im Wege. Der DBR bietet einen Lösungsansatz für Forschung im inklusivem Kontext, da er versucht, die Lücke zwischen Theorie und Praxis zu schließen, indem er beide Bereiche und deren Vorankommen eng miteinander verknüpft. Für die konkrete Gestaltung von inklusivem Unterricht fehlen in vielen Bereichen ebenso praktische Umsetzungsmöglichkeiten wie die theoretische Basis. Im Rahmen des DBRs können gleichzeitig Theorien aus der Praxis gewonnen und auf theoretischer Basis praxisnahe Konzepte (weiter-)entwickelt werden. Die Iteration des DBRs ermöglicht es – parallel zum nicht abgeschlossenen Prozess der inklusiven Schulentwicklung –, Unterricht

und Lernmaterialien fortwährend weiterzuentwickeln sowie den Anforderungen heterogener Lerngruppen anzupassen (Rott & Marohn, 2016b).

4.2 Methodik

Zur methodischen Vorgehensweise in Bezug auf die Analyse von gewonnen Daten werden im DBR keine spezifischen Methoden beschrieben (Reinmann, 2007). Projekte im Rahmen von DBR betrachten komplexe Phänomene und die Fragestellungen und Zielsetzungen gliedern sich in viele Unterfragen, denen in den einzelnen Mesozyklen nachgegangen wird. Eine Komplexität dieser Art

> *verlangt nach Antworten, die mehr als nur Zahlen im quantitativen und Worte im qualitativen Sinne beinhalten. Eine Kombination von beiden Datenarten ermöglicht eine weitaus vollständigere Analyse dieser Probleme. (Creswell, 2014, 17)*

Die Offenheit des DBRs ermöglicht solch eine Kombination von Datenerhebungs-, Datenaufbereitungs- und Datenauswertungsverfahren der quantitativen und qualitativen Methodik. Im pragmatischen Sinn sollen Methoden gewählt und kombiniert werden:

> *It is perfectly logical for researchers to select and use differing methods, selecting them as they see the need, applying their findings to a reality that is both plural and unknown. (Maxcy, 2003, 59)*

Auch im vorliegenden Projekt wurden verschiedene Datenarten aufgenommen und in unterschiedlicher Weise ausgewertet. Vorrangig dient dabei die qualitative Inhaltsanalyse zur Datenaufbereitung und -auswertung.

4.2.1 Mixed-Methods Design

Das Mischen und Zusammenbringen von quantitativen und qualitativen Methoden wird in der Literatur als „Mixed-Methods“ beschrieben. Die Entwicklung solcher Mixed-Methods-Designs begann Ende der 1980er/Anfang der 1990 Jahre durch die Arbeiten von Greene, Caracelli und Graham (Kuckartz, 2014).
In einem Übersichtsartikel stellen Johnson, Onwuegbuzie & Turner (2007) Definitionen der Mixed-Methods von verschiedenen Autoren zusammen. Aus diesen entwickeln sie folgende Definition:

> *Mixed methods research is the type of research in which a researcher or team of researchers combines elements of qualitative and quantitative research approaches (e.g., use of qualitative and quantitative viewpoints, data collection, analysis, inference techniques) for the broad purposes of breadth and depth of understanding and corroboration. (Johnson et al. , 2007, 123)*

Kuckartz (2014) fasst in seinem Einführungsbuch zu Mixed-Methods folgende gewinnbringende Elemente dieser Vorgehensweise zusammen:

- *Statistische Zusammenhänge werden verständlicher und plastischer durch verbale Daten, Bilder und Filme.*
- *Befunde qualitativer Forschung gewinnen, wenn auch zahlenmäßige Angaben gemacht werden können.*
- *Die Chance zur Generalisierung qualitativer Forschungsergebnisse wächst.*
- *Quantitative Forschungsergebnisse gewinnen durch den detaillierten Blick nach innen, auf das Kleine, den einzelnen Fall und die persönlichen Erfahrungen der Einzelnen.*
- *Die Kontextualisierung der quantitativen Forschungsergebnisse durch die Ergebnisse der qualitativen Forschung ermöglicht ein besseres Verständnis des untersuchten Problems.*
- *Das Wissen und die Erkenntnisse, die das Projekt bringt, sind umfangreicher, mehrperspektivischer und somit vollständiger.*
- *Das Spektrum und der Detailgrad der Fragen, die man durch die Forschung beantworten kann, sind breiter. (Kuckartz, 2014, 54)*

Seit der Entstehung der Mixed-Methods haben sich verschiedene Designtypen entwickelt, die sich wiederum in viele Unterformen ausdifferenzieren. Unterscheiden lassen sich diese in der Art und Weise, wie qualitative und quantitative Anteile vereint werden:

- *Implementation (gleichzeitiges Vorhandensein qualitativer und quantitativer Anteile; bzw. sequentielles Vorhandensein: eine Form folgt auf die andere)*
- *Priorität (gleichwertig vs. eine Richtung steht im Vordergrund)*
- *Integration (Zeitpunkt: Datenerhebung; Datenanalyse; Dateninterpretation, zu mehreren Zeitpunkten)*
- *theoretische Perspektive (explizit, implizit) (Kuckartz, 2014, 65)*

Greene, Caracelli & Graharn (2008) beschreiben fünf Designtypen der Mixed-Methods-Forschung:

Ergebnisorientierte Designs:

- Triangulation (Validierung der Forschungsergebnisse durch mehrere Perspektiven)
- Komplementarität (Ergebnisse einer Methode werden mit Ergebnissen einer zweiten Studie mit andere Methodik verglichen)

Prozessorientierte Designs:

- Entwicklung (aus Ergebnissen einer Methode wird die Methodik der folgenden Studie entwickelt)
- Initiation (Ergebnisse werden durch eine andere Methode erneut analysiert)
- Expansion (für unterschiedliche Teile der Studie werden unterschiedliche Methoden angewendet um einen breiteren Blick zu ermöglichen)

Das Design leitet sich aus der jeweiligen Fragestellung ab und kann daher auch mehrere Elemente bzw. Designtypen vereinen (Kuckartz, 2014). Das hier dargestellte Projekt enthält ein System aus Forschungsfragen, die sich im DBR gliedern und zu deren Beantwortung verschiedene Datenarten und Methodiken herangezogen werden: Ein Großteil wird anhand von qualitativen Inhaltsanalysen bearbeitet, aber auch Quantifizierungen der qualitativ erfassten Phänomene (quantifizing), oder pragmatische Auswertungen und Überarbeitungen. Letzere wurden direkt am Material vorgenommen und der DBR sieht hierfür kein standardisiertes Vorgehen vor. Das Gesamtprojekt kann demnach nicht einem der Designtypen zugeordnet werden, dennoch werden verschiedene Methoden im Sinne des Mixed-Methods vereint. Sein Design und die Gliederung im DBR wird im Kapitel 4.3 ausführlich dargestellt. Das Vorgehen der einzelnen Analysen und Auswertungen wird für die jeweiligen Fragen detailliert beschrieben, um eine intersubjektive Nachvollziehbarkeit zu erzielen.

4.2.2 Qualitative Inhaltsanalyse

Wie bereits beschrieben wird ein Großteil der aufgenommenen Daten in Anlehnung an die qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2016) bzw. Mayring (2015) aufbereitet und ausgewertet. Die qualitative Inhaltsanalyse verfolgt das Ziel, fixierte Kommunikation zu analysieren. Dabei kann es sich um Texte, Video- oder Audioaufnahmen, Bilder oder Musik handeln. Das Vorgehen ist systematisch, regel- und theoriegeleitet und ist eine interpretative Form der Auswertung, die mit dem Menschen und seinen Verstehens- und Interpretationsprozessen verbunden ist (Kuckartz, 2016). Es passt sich an den konkreten Gegenstand und das Material an und wird auf die spezifische Fragestellung hin konkretisiert. Ein Hauptelement bildet ein System aus Kategorien, auf deren Grundlage das Material analysiert wird. Folgende Kategoriearten werden beschreiben:

- Fakten-Kategorien (Faktencodes): objektive Gegebenheiten (Ort, Beruf)
- Thematische Kategorien (Themencodes): Thema, Argument, das sich in der markierten Stelle im Material wiederfindet
- Evaluative Kategorien (evaluative oder bewertende Codes): sind auf Bewertungsmaßstäbe bezogen; meist mit ordinalem Skalenniveau
- Analytische Kategorien (analytische Codes): bauen auf thematischen Kategorien auf, gehen interpretativ vor
- Natürliche Kategorien (In-vivo-Codes): Begriffe, die von den beforschten Subjekten verwendet werden
- Formale Kategorien: Daten und Informationen über die zu analysierende Einheit (Länge des Interviews) (Kuckartz, 2016, 34-35)

Dabei wird das Ziel verfolgt, die Daten zu strukturieren, zusammenzufassen oder zu evaluieren und dabei die Komplexität der Daten zu reduzieren. Mayring (2015) unterscheidet

in die Form der Zusammenfassung, der Explikation sowie der Strukturierung (formal, inhaltlich, typisierend, skalierend). Kuckartz (2016) hingegen beschreibt die inhaltlich strukturierende, die evaluative und die typenbildende qualitative Inhaltsanalyse. Zur Vorgehensweise werden in Bezug auf die verschiedenen Typen von den Autoren unterschiedliche Ablaufmodelle beschrieben. Ihnen gemeinsam ist, dass es Phasen gibt, die es zu durchlaufen gilt und deren Vorgehen beschreibbar ist. Der Ablauf der Phasen gestaltet sich iterativ und die Phasen beziehen sich aufeinander. Die Iteration hat auch zur Folge, dass die Forschungsfrage im Prozess verändert, angepasst oder ausdifferenziert werden kann und die Vorgehensweise flexibel bleibt. Bei der qualitativen Inhaltsanalyse werden alle vorliegenden Daten analysiert. Dies soll verhindern, dass Schlussfolgerungen nur auf wenige Fälle aufgebaut werden (Kuckartz, 2016). Da die qualitative Inhaltsanalyse im Projekt an unterschiedlichen Stellen und auch für verschiedene Datenarten eingesetzt wird, soll hier zunächst ein allgemeines Ablaufmodell der Inhaltsanalyse in Anlehnung an Kuckartz (2016) vorgestellt werden.

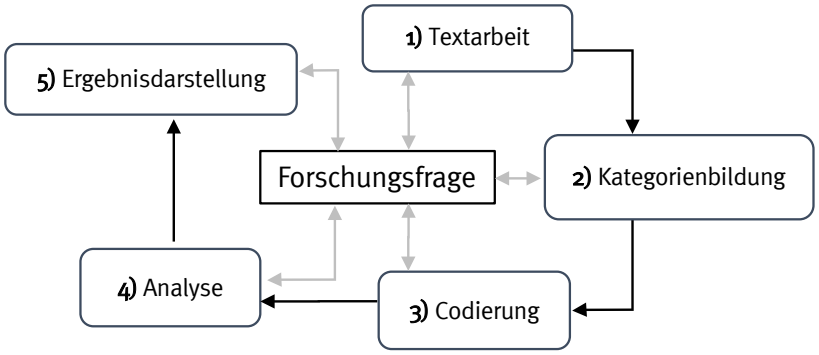


Abb. 10: Allgemeines Ablaufmodell zur qualitativen Inhaltsanalyse in Anlehnung an Kuckartz (2016)

Abbildung 10 zeigt ein allgemeines Ablaufmodell, deren Iteration im Kreislauf dargestellt ist und deren Mittelpunkt die Forschungsfrage zeigt. Zu Beginn stehen eine initiierende Textarbeit bzw. die Exploration und Sichtung des Materials. Hierbei werden zentrale Begriffe und erste Auffälligkeiten am Material markiert und ggf. in Memos oder Fallzusammenfassungen festgehalten. Bevor die Richtung der Analyse festgesetzt wird, sollen die Entstehungssituation des Materials erläutert und formale Charakteristika beschrieben werden. Die darauffolgende Phase der Kategorienbildung stellt die Grundlage für die weitere Codierung des Materials dar. Die Kategorien können aus bestehenden Theorien abgeleitet (deduktiv bzw. a-priori) oder aber aus dem Material gewonnen werden (induktiv). Weiterhin besteht die Möglichkeit, a-priori- Kategorien durch deren Anwendung am Material zu erweitern und auszudifferenzieren. Dieses Vorgehen wird als deduktiv-induktive Kategorienbildung bezeichnet. Die Kategorienbildung enthält folgende Elemente: Zunächst wird das Ziel der Kategorienbildung festgelegt, dann werden die Kategorienart und deren Abstraktionsniveau bestimmt. Als Kategorienart beschreibt Kuckartz (2016) die

Faktencodes, die eine objektive Eigenschaft bezeichnen, wie bspw. ein Beruf oder Ort. Außerdem gibt es die Kategorie der thematischen Codes. Diese bezeichnen ein Thema, ein Argument oder eine Denkfigur. Es werden Textstellen markiert, die inhaltlich zu diesem Thema zugehörig sind. Die evaluativen Kategorien enthalten eine definierte Zahl von Ausprägungen, die ordinal vorliegen und anhand derer das Material eingeschätzt wird. Analytischen Kategorien liegt eine stärkere Auseinandersetzung mit dem Material zugrunde, sie können aus den thematischen Kategorien abgeleitet werden. Neben der Kategorienart beschreibt Mayring (2015), dass vor dem Codieren die Kontexteinheit definiert werden soll. Diese beschreibt den Bereich, der zur Festlegung der Kategorien mitbetrachtet werden darf; es können zusätzliche Informationen zu den beforschten Subjekten in die Analysen einfließen. Außerdem sollte eine Codiereinheit festgelegt werden, also ein Bereich, der mit einer Kategorie codiert wird. Dies können Sinneinheiten oder aber ein Satz sein. Das Kategoriensystem wird daraufhin systematisiert, organisiert und je nach Vorgehensweise am Material entwickelt oder auch ausdifferenziert. Es kann sich als lineare Liste, Hierarchie oder auch als Netzwerk gestalten. Kuckartz (2016) beschreibt als üblichste Form die Hierarchie: Bei dieser Form enthalten einzelne Hauptkategorien mehrere Unterkategorien, die sich auf weiteren Ebenen ausdifferenzieren können. Treten Veränderungen im Kategoriensystem auf, so wird das Material erneut durchgearbeitet. Sobald das Kategoriensystem feststeht, sollten Kategoriendefinitionen in einem Codebuch zusammengestellt und mit Codierregeln sowie Ankerbeispielen in einem Kategorienleitfaden festgehalten werden. Nun wird das komplette Material codiert und eine kategorienbasierte Auswertung und Ergebnisdarstellung kann angeschlossen werden (Kuckartz, 2016). Wurde zunächst eine inhaltlich strukturierende Analyse vorgenommen, können weitere evaluative oder typenbildende Analysen angeschlossen werden. Einige Analysen des Projektes gehen induktiv, andere deduktiv bzw. strukturierend oder aber deduktiv-induktiv vor. Die gewählten Vorgehensweisen, deren Einsatz und Auswertung sollen daher für die einzelnen Analysen detailliert beschrieben werden. Zur Auswertung der inhaltlich strukturierenden Inhaltsanalyse beschreibt Kuckartz (2016) verschiedene Möglichkeiten, die in Abbildung 11 dargestellt sind. Der erste Schritt der Auswertung bildet die Darstellung des Kategoriensystems mit den Subkategorien sowie den jeweils zugeordneten Stellen im Material, wobei auch die zahlenmäßige Ausprägung genannt werden kann. Alle Segmente sollten systematisiert werden und zur Darstellung und Beschreibung können bzw. sollten prototypische Stellen aus dem Material herangezogen werden. Außerdem kann über die Darstellung von Zusammenhängen der Subkategorien in oder zwischen den Hauptkategorien beschrieben werden, welche (Sub-)Kategorien in der Nähe von anderen auftreten – oder welche nicht gemeinsam im Material zu finden sind. So können auch komplexe Zusammenhänge zwischen Hauptkategorien betrachtet werden. Die Analyse hinsichtlich beschriebener Merkmale der beforschten Subjekte und den codierten Stellen im Material kann anhand von Kreuztabel-

len geschehen. Hierbei können sowohl im qualitativen Sinne die codierten Stellen zusammengefasst werden, aber auch die zahlenmäßige Ausprägung der jeweiligen Kategorie je Personengruppe dargestellt werden.

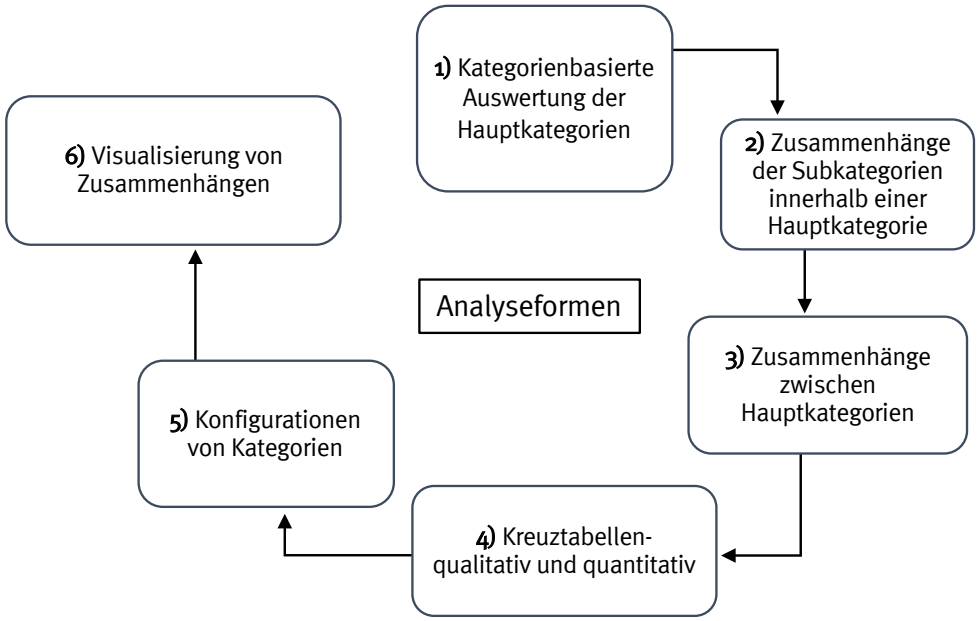


Abb. 11: Auswertungsformen der qualitativen Inhaltsanalyse in Anlehnung an Kuckartz (2016)

Mehrdimensionale Auswertungen hinsichtlich der Zusammenhänge von mehr als zwei Kategorien beschreibt Kuckartz (2016) als die Auswertung der Konfigurationen von Kategorien. In Form von Diagrammen oder Concept Maps lassen sich die Ergebnisse auch visualisieren. Am Ende jeder Auswertung sollte ein Fazit in Bezug auf die Forschungsfrage gezogen werden. Hierzu gehört auch die Reflexion von offen gebliebenen Aspekten oder auch die Beschreibung von neuen Fragen, die aus den Analysen entstehen. Im Rahmen von thematisch strukturierenden und ebenso evaluativen Inhaltsanalysen beschreibt Kuckartz (2016) außerdem die Möglichkeit, Fallübersichten und vertiefende Einzelfallanalysen an die Auswertung einzelner Kategorienauswertungen anzuschließen. Weiterhin beschreibt er die Auswertung nach statistischen Zusammenhängen der Ergebnisse mit soziodemographischen Merkmalen.

4.2.3 Gütekriterien

Da der DBR einen Forschungsrahmen bietet, die angewandten Methoden jedoch nicht expliziert werden, richten sich auch die Einhaltung von Gütekriterien an den gewählten forschungsmethodischen Prinzipien:

> *Design-based research relies on techniques used in other research paradigms, like thick descriptive datasets, systematic analysis of data with careful defined measures,*

> *and consensus building within the field around interpretations of data. (Collective, 2002, 7)*

Die klassischen Kriterien zur Bestimmung der Güte von Forschungsarbeiten sind in der psychologischen Testtheorie entstanden und beziehen sich daher auf Standardisierung, Messbarkeit, Genauigkeit und Reproduzierbarkeit. Ihre Anwendung in qualitativ orientierten Forschungsarbeiten wurde lange Zeit diskutiert und verschiedene Argumentationsstränge haben sich herausgearbeitet, die sich von einer Akzeptanz bzw. Angleichung der Kriterien bis hin zu einer allgemeinen Ablehnung von Gütekriterien bei qualitativer Forschung gestalten (Kuckartz, 2016). In Anlehnung an Kuckartz (2016) sollen im Projekt interne (Zuverlässigkeit, Verlässlichkeit, Auditierbarkeit, Regelgeleitetheit, intersubjektive Nachvollziehbarkeit) und externe Studiengütekriterien (Fragen der Übertragbarkeit, Verallgemeinerbarkeit) beachtet und reflektiert werden. Der Autor plädiert für diese Bezeichnungen, um zwar die Parallelität der Gütekriterien zur klassischen quantitativen Forschung zu betonen, jedoch eine notwendige Veränderung dieser deutlich zu machen.
Die interne Studiengüte soll über die Darstellung der Datenerfassung sowie der Durchführung der Analysen beschrieben werden. „Das schönste Ergebnis ist wissenschaftlich wertlos, wenn nicht das Verfahren genau dokumentiert ist, mit dem es gewonnen wurde." (Mayring, 2002, 144) Durch die Beschreibung der Erhebungsmethoden, des Kontextes, der Datenaufbereitung (u. a. Transkription), der Auswertungsmethoden und dabei der Kategorienentwicklung und -anwendung soll intersubjektive Nachvollziehbarkeit erreicht werden. Im DBR bezieht sich die präzise Forschungsdokumentation auch auf die Entwicklung und Überarbeitung des didaktischen Designs und den Entscheidungen, die bei der Überarbeitung getroffen werden. Zur Bestimmung der Zuverlässigkeit im Rahmen der internen Studiengüte spielen bei qualitativen Analysen die Bestimmung von Intercoder-Übereinstimmungen und das konsensuelle Codieren eine Rolle (Kuckartz, 2016). Ritsert (1972) merkt an, dass eine Übereinstimmungsüberprüfung in qualitativen Analysen nicht leicht zu entwickeln ist:

> *Je differenzierter und umfangreicher das Kategoriensystem, desto schwieriger ist es, eine hohe Zuverlässigkeit der Resultate zu erzielen, obwohl gleichzeitig die inhaltliche Aussagekraft einer Untersuchung steigen kann. (S. 70)*

Im Gegensatz zu quantitativen Analysen, bei denen die Übereinstimmung über errechnete Koeffizienten dargestellt wird, wird für die qualitative Inhaltsanalyse bei der Bestimmung von Übereinstimmungen in den Prozess der Kategorienentwicklung und deren Anwendung unterschieden. Im Entwicklungsprozess des Codierens wird das Ziel verfolgt, Nicht-Übereinstimmungen des Codierteams aufzudecken und diese zu diskutieren, um zu besseren Übereinstimmungen zu gelangen. Das Codieren im Team und die Überprüfung der Codiergenauigkeit dient auch der Ausschärfung der Kategoriensysteme und wird als konsensuelles Codieren beschrieben (Hopf & Schmidt, 1993). In Bezug auf die Kategorienanwendung wird die Berechnung von Intercoder-Übereinstimmungen bei qualitativen Analysen, insbesondere im Rahmen der strukturierenden Inhaltsanalyse und der Codierung

von nominalen Kategorien, in Form von prozentualen Übereinstimmungen empfohlen. Es kann auch der Koeffizient Kappa in Anlehnung an Brennan und Prediger (1981) berechnet werden, wenn die Segmentgrenzen zuvor klar definiert und dementsprechend vergleichbar sind. Bei der freien Segmentierung und Codierung müsste die Zufallskorrektur in Bezug zu allen möglichen Segmenten gesetzt werden, was in einem Interview alle Wörter oder etwa in einem Video jeder Minute/halben Minute entsprechen würde. Da diese Berechnungen die zufällige Zuordnung einer Kategorie gegen Null streben lässt, wird die Bestimmung von Kappa eher empfohlen, wenn vorab sehr eindeutige Codiereinheiten festgelegt wurden (Kuckartz, 2016; „MAXQDA 12 Referenzhandbuch“, 2016).
Die Übertragbarkeit von Ergebnissen kann durch die sogfältige Fallauswahl und durch die Kontrastierung von Fällen erhöht werden. Weitere Strategien, die Kuckartz (2016) zusammenstellt, sind: Diskussion mit Experten, Diskussion mit Forschungsteilnehmenden, ausgedehnter Aufenthalt im Feld, Triangulation bzw. Einsatz von Mixed-Methods.
Mit Blick auf die Praxisrelevanz werden seitens der designbasierten Forschung weitere Maßstäbe beschrieben. Edelson (2002) fordert, dass die Ergebnisse, die generiert werden sollen, zum einen etwas Neues beinhalten und gleichzeitig für die Praxis nützlich sein sollten. Reinmann (2005) fordert außerdem, dass das didaktische Design oder die darüber generierten Theorien nachhaltige Innovation mit sich bringen sollten.
Die Anwendung der (inhaltsanalytischen) Gütekriterien erfolgt zur jeweiligen Fragestellung im dazugehörigen Absatz. Zur Sicherung einer intersubjektiven Nachvollziehbarkeit wird das jeweilige methodische Vorgehen, die Entwicklung von Kategorien und deren Anwendung erläutert. Dabei wird auch auf Intercoder-Übereinstimmungen bzw. Vorgänge des konsensuellen Codierens eingegangen. Ein zusammenfassender abschließender Abschnitt ermöglicht eine übergreifende Reflexion und soll Redundanzen möglichst vermeiden. Zu reflektierende Punkte, die sich für Forschung im Kontext von Inklusion ergeben (s. Kap 4.1.4) finden dabei auch Berücksichtigung.

4.2.4 MAXQDA – die verwendete Analysesoftware

Die meisten Analysen, die nicht direkt der Überarbeitung der Unterrichtskonzeption und ihrer Lernmaterialien dienten, wurden mit der Datenanalysesoftware MAXQDA 12 vorgenommen. Die Software unterstützt die Analyse der Daten nicht nur bei der Erstellung der Kategoriensysteme, sondern ermöglicht auch das Zusammenstellen von Fundstellen und die Bearbeitung und Aufbereitung von verschiedenen Datenarten (Text, Video, Bilder, Tabellen). Außerdem lassen sich mit Hilfe der „Visual Tools“ Überschneidungen von codierten Elementen herausfiltern und Kategorienzuordnung, -häufigkeiten und deren Überschneidungen visualisieren. Durch Möglichkeiten des Exports von Projektdateien sowie von Kategoriensystemen erleichtert es die Teamarbeit und unterstützt die Berechnung von Intercoder-Übereinstimmungen sowie das konsensuelle Codieren. Um die Vorgänge

der Nutzung von MAXQDA verständlich zu beschreiben, werden Screenshots erstellt und das jeweilige Vorgehen beschrieben. Zur Nachvollziehbarkeit der Analysen werden die zugrundeliegenden Projektdateien aus MAXQDA zur Verfügung gestellt. Der kostenfreie MAXQDA Reader ermöglicht einen Einblick in diese Projektdateien, ohne dass eine Lizenz vorhanden sein muss. (s. hierfür http://www.maxqda.de) Die Benennung der Techniken und Vorgänge sind angelehnt an die Formulierungen im Handbuch von MAXQDA („MAXQDA 12 Referenzhandbuch“, 2016).

4.3. Design der Studie

4.3.1 Ablaufmodell

Der DBR kann unterschiedliche Ausprägungen haben und sein Ablauf wird in der Literatur nicht einheitlich dargestellt. Deswegen wird der Ablauf des hier beschriebenen Forschungsprojektes in der Abbildung 12 und der Tabelle 10 dargestellt.
Er wurde aufbauend auf den Arbeiten von McKenney & Reeves (2012), Nieveen et al. (2006) sowie Cobb et al. (2003) in Anlehnung an Rohrbach-Lochner (vorr. 2018) entwickelt. Auch die Bezeichnungen der Phasen gehen auf diese Arbeiten zurück. Anzumerken ist, dass die Darstellung als modellhaft angesehen werden soll und sie es dem Lesenden erleichtern soll, das Projekt mit seinen unterschiedlichen Fragestellungen und Schwerpunkten zu verstehen. In der Realität finden sich deutlich mehr Verstrickungen der einzelnen Projektphasen, die innerhalb der Beschreibungen dieser verdeutlicht werden.
Der Projektablauf im Rahmen von Design-Based Research gliedert sich grob in drei Phasen: dem Framing (Vorbereitungsphase), dem Design-Experiment (Umsetzungs- und Analysephase) und dem Re-Framing (retrospektive Analyse). Den Ausgangspunkt für ein Projekt im DBR stellt, wie oben beschrieben, ein Problem dar, das sich aus der Praxis bzw. in Bezug auf den schulischen Kontext aus dem Schulalltag ergibt. Dieses Problem wird zunächst theoretisch analysiert, wozu auch bisherige Forschungsergebnisse zu angrenzenden Thematiken zusammengetragen werden. Diese Rahmung des Problems bringt eine breite Literaturrecherche mit sich, die im Verlaufe des Projektes fortlaufend weitergeführt wird. Je nach Ausrichtung können im Verlauf ganz neue Aspekte hinzukommen (Wilhelm & Hopf, 2014).
Am Ende dieser *Framingphase* wird eine übergeordnete Fragestellung formuliert, die sowohl ein praktisches, als auch theoretisches Ziel verfolgt. Die praktische Seite fokussiert auf dieEntwicklung eines didaktischen Designs von bspw. Unterrichtsmaterialien oder auch ei nem (fach-)didaktischen Seminar. Auf der theoretischen Seite wird die Entwicklung von Theorien u. a. über das Gelingen dieses Designs angestrebt.

> *Resultieren sollen daraus sowohl kontextualisierte Theorien des Lernens und Lehrens einschließlich Wissens zum Designprozess (theoretischer Output) als auch konkrete Verbesserungen für die Praxis und die Entfaltung innovativer Potenziale im Bildungsalltag (praktischer Output) [...]. (Reinmann, 2005, 61)*

Auch Rahmenbedingungen, wie bspw. zur Zusammenarbeit mit PraktikerInnen, werden geklärt, Kontakte hergestellt und ein Arbeitsplan wird festgelegt (Wilhelm & Hopf, 2014).
Auf die Framingphase folgt das *Design-Experiment*, das einen Großteil der Projektzeit einnimmt. Der Fokus liegt auf der Lösung des Problems im Lehr-Lernkontext. Durch eine zyklische Vorgehensweise im Rahmen eines Makrozykluses wird der übergeordneten Fragestellung nachgegangen. Hierzu durchläuft man einzelne Mesozyklen, die wiederum eigene Phasen (Mikrozyklen) enthalten (Gravemeijers & Cobb, 2006): Synthese & Vorbereitung, (Re-)Design, Erprobung, Analyse & Reflexion. Jeder einzelne Mesozyklus verfolgt ein eigenes Ziel mit eigenen Fragestellungen. Dieses zyklische Vorgehen ermöglicht die Anpassung des didaktischen Designs an die Praxis, in der es erprobt und überarbeitet wird. Ein Mesozyklus kann sowohl die Erarbeitung/Überprüfung der Lernmaterialien als auch Analysen und die Entwicklung und Anwendung der dafür genutzten Werkzeuge enthalten.
In der Phase „*Synthese & Vorbereitung*" findet eine ständige Anknüpfung an die Theorie statt, neue Theorien können immer wieder hinzugezogen werden und die Erfahrungen aus der Erprobung mit der Theorie abgeglichen werden. Auch Rahmenbedingungen des Forschungsfeldes werden einbezogen. Der institutionelle Rahmen, in dem die Erprobung stattfinden soll, sowie die Lerngruppe werden erkundet und beschrieben. Im *„(Re-)Design"* steht die Entwicklung des jeweiligen Produktes im Mittelpunkt, welches in der Erprobungsphase in der Praxis angewendet wird. Baumgartner & Payr (1999) beschreiben diesen Prozess als aktiven, schöpferischen Akt, der theoretisches und praktisches Wissen vereint und aus dem ein Prototyp bzw. ein didaktisches Design entsteht. Durch ein wiederholtes Durchlaufen des Mesozykluses wird das Design durch ein „Re-Design" immer weiter verbessert, um „Stolperstellen nach und nach auszumerzen" (Wilhelm & Hopf 2014, 41). Die Dokumentation der hier ablaufenden Entscheidungen und Festlegungen sind besonders bedeutsam (McKenney & Reeves, 2012).
Auf das Design folgt die Phase der *„Reflexion & Analyse".* Die aufgenommenen Daten werden ausgewertet und im Hinblick auf die dem Mesozyklus übergeordnete Fragestellung reflektiert. Konsequenzen hieraus können in einem weiteren Durchlauf des Mesozykluses oder aber in einem neuen Mesozyklus münden. In der nächsten Phase *„Synthese & Vorbereitung "* werden die Erkenntnisse des vorangegangen Mesozyklus mit theoretischen Aspekten in Beziehung gesetzt.
Während der beschriebenen Phasen eines Mesozykluses ist es auch möglich, in eine vergangene Phase zurückzukehren. Auch der Übergang von einer in die nächste Phase stellt sich fließend dar. Bei Interventionen, die über einen längeren Zeitraum ablaufen, ist ein

ständiger Wechsel zwischen den Phasen eher möglich als bei einer einmaligen, kurzen Intervention (Gravemeijer & Cobb, 2006).

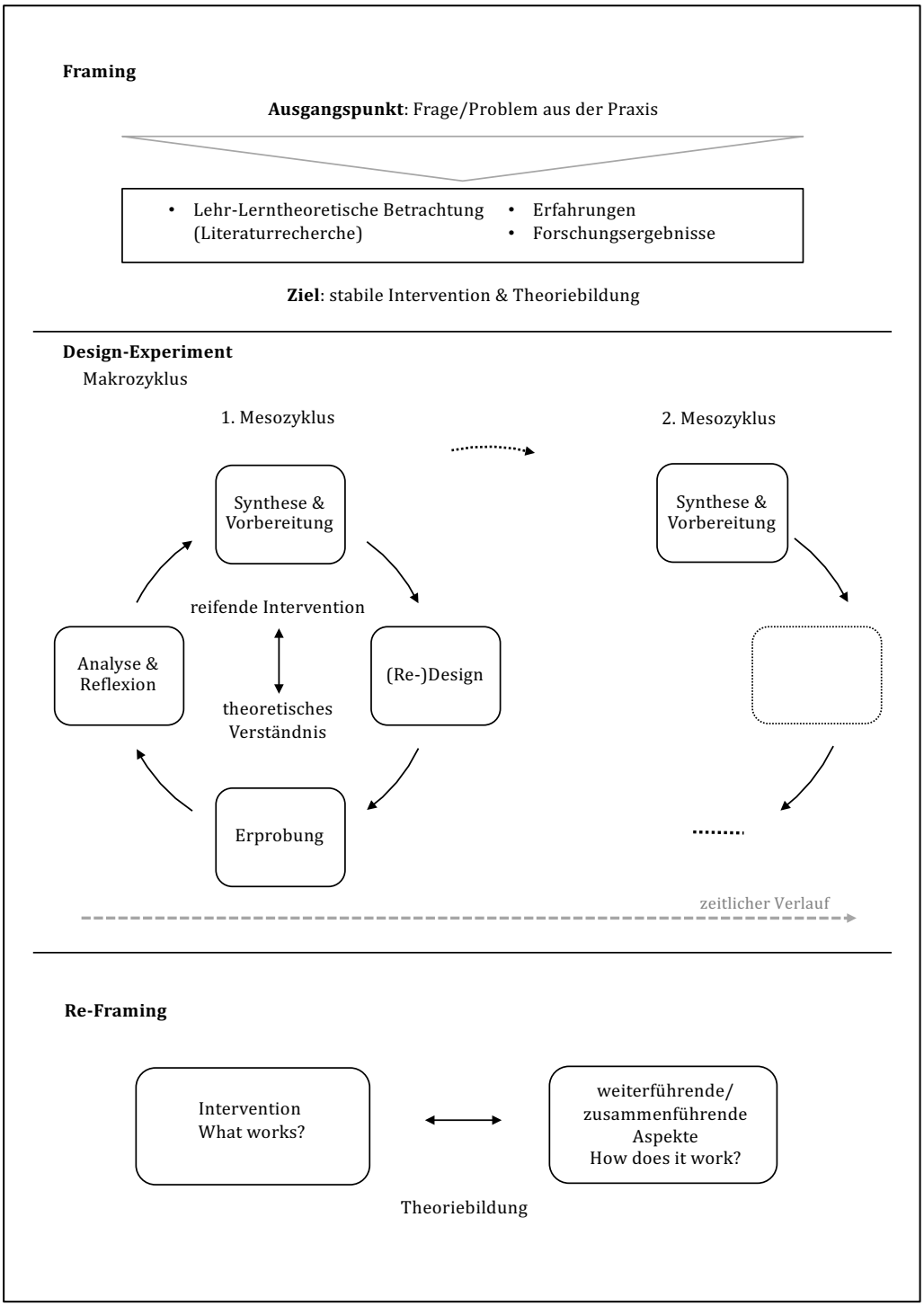


Abb. 12: Ablaufmodell zum Projektablauf im Rahmen von DBR in Anlehnung an Rohrbach-Lochner (vorr. 2018)

In der letzten großen Phase des DBRs, im *Re-Framing*, findet eine retrospektive Analyse statt. Es wird versucht, die Fragen aus der übergeordneten Problemstellung anhand der erfolgten Erprobung reflektierend zu beantworten. Welche Merkmale haben sich für die nun möglichst stabile Intervention letztendlich als gewinnbringend abgezeichnet und wie können übergeordnete Theorien dieses Gelingen erklären? Hier rückt die Verbindung von

Theorie und Praxis noch einmal in den Mittelpunkt: „What works?"; „How, when and why does it work?" (Collins et al., 2004). Die Ergebnisse der einzelnen Mesozyklen werden zusammengetragen und eine übergeordnete Interpretation mit dem Ziel der Theoriebildung wird vollzogen. Weiterhin wird in der Re-Framing-Phase rückblickend ein Bezug zur übergeordneten Fragestellung vorgenommen und möglichst beantwortet. Außerdem sollen aus dem Projekt resultierende (neue) Fragestellungen abgeleitet werden. In den folgenden Kapiteln werden die Abläufe der Framing- sowie der Design-Experiment-Phase dargestellt. Die Phase des Re-Framings findet sich in Kapitel 6.

4.3.2 Ablauf der Framingphase im Projekt

In der vorliegenden Arbeit wurden im Kapitel B zum theoretischen Hintergrund die Grundlagen abgehandelt, die für das Projekt bedeutend sind. Um die Arbeit lesefreundlich zu halten, wird im Folgenden nicht beschrieben, welche theoretischen Aspekte nach und nach in der Design-Phase in die Mesozyklen eingeflossen sind. Diese wurden bereits in den theoretischen Hintergrund eingefügt, der demnach sowohl das Framing als auch die theoretischen Einflüsse während der Projektzeit vereint. Auf die theoretischen Bezüge wird an gegebenen Stellen verwiesen.
Den Ausgangspunkt für das Projekt stellt die Problematik dar, dass Schulen und Unterricht sich auf den Weg zur Inklusion machen (sollen), die konkrete Umsetzung im (Sach-)Unterricht jedoch noch weitgehend ungeklärt ist. Bislang liegen kaum erprobte Konzepte und Umsetzungsbeispiele für die Gestaltung von inklusivem Sachunterricht vor (s. Kap. 3.3). Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht strebt die Entwicklung einer scientific literacy für alle Lernenden an und zielt auf die Partizipation aller Lernenden an den fachlichen Lernprozessen ab. Individuelle Zugänge sollen ermöglicht und gemeinsames Lernen initiiert werden (s. Kap. 3.3). Äußere Differenzierungsmaßnahmen sollten dabei möglichst verhindert (s. Kap. 3.1.2) und im Gegensatz dazu kooperative Lernsituationen mit symmetrischen Interaktionen angestrebt werden (s. Kap. 3.3.2.6). Die Bedeutsamkeit des Anknüpfens an die Lernvoraussetzungen und Vorstellungen der Lernenden zur Erreichung dieses Ziels wurde bereits erläutert sowie Gestaltungsmerkmale für barrierefreie Lernmaterialien zusammengestellt (s. Kap. 2.2; 3.3.2).
Auf praktischer Ebene verfolgt das Projekt daher die Entwicklung einer Unterrichtskonzeption für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht, die sich an den individuellen Vorstellungen der SchülerInnen orientiert mit dem Ziel, diese (weiter-)zuentwickeln, und die für den Einsatz im inklusiven Kontext gestaltet ist. Außerdem soll die Unterrichtskonzeption gemeinsame Lernsituationen initiieren. Für diese Unterrichtskonzeption sollen möglichst stabile Lernmaterialien für den Lösevorgang sowie für den Verdunstungsvorgang entwickelt werden. Stabil bedeutet in diesem Kontext, dass alle SchülerInnen im Rahmen einer Kleingruppenarbeit sich die Aufgabenstellungen erschließen und diese bearbeiten

können sowie, dass die Lernmaterialien hinsichtlich einer Vorstellungsentwicklung überzeugend sind.
Auf theoretischer Ebene verfolgt das Projekt das Ziel, Faktoren herauszuarbeiten und zu beschreiben, die das Gelingen der Unterrichtskonzeption unterstützen. Dies wird festgemacht an dem Zugang aller SchülerInnen zu den Lernmaterialien, den Vorstellungsentwicklungen sowie der Initiierung von gemeinsamen Lernsituationen. Außerdem wird angestrebt, aus den gewonnenen Erkenntnissen übergeordnete Theorien zu entwickeln, die Umsetzungsmöglichkeiten zur Initiierung von (fachspezifischen) gemeinsamen Lernsituationen beschreiben.

Die übergeordnete Fragestellung lautet:

In welcher Weise lassen sich Schülervorstellungen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen im inklusiven Sachunterricht (weiter-)entwickeln und dabei gemeinsames Lernen initiieren?

Ziele:
Praktischer Output:

Entwicklung einer Unterrichtskonzeption mit Lernmaterialien, die an Schülervorstellungen anknüpft, gemeinsames Lernen initiiert und einen Zugang für alle SchülerInnen im inklusiven Sachunterricht ermöglicht.

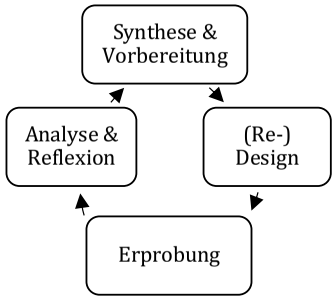
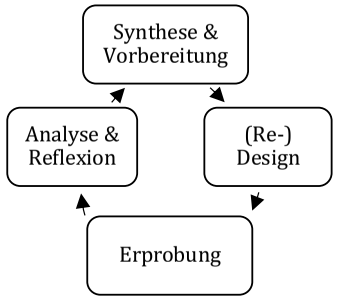
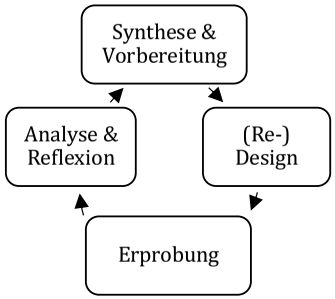
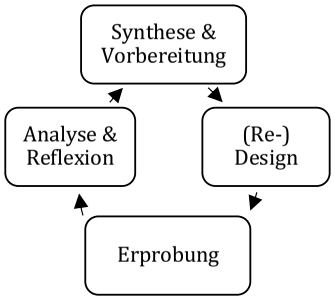
Theoretischer Output:

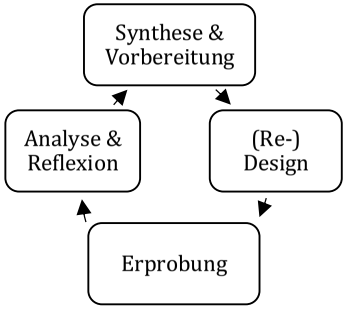
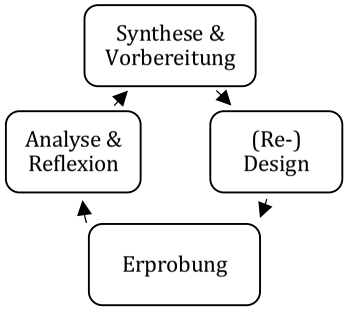
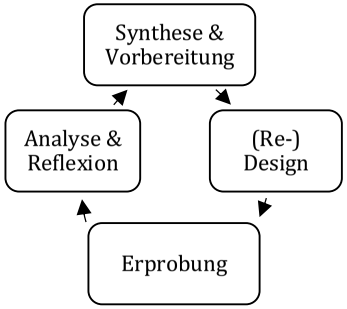
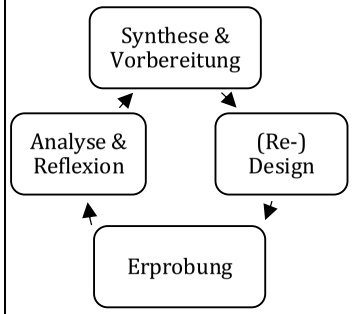
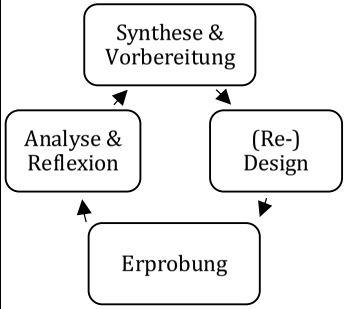
Beschreibung von Faktoren, die das Gelingen der Unterrichtskonzeption unterstützen.
Beschreibung von Aspekten zur Gestaltung von (fachspezifischen) gemeinsamen Lernsituationen.

4.3.3 Ablauf des Design-Experiments im Projekt

Um die übergeordnete Frage beantworten und die gesetzten Ziele erreichen zu können, wurden untergeordnete Ziele innerhalb der Mesozyklen bearbeitet (s. Tab. 10). Das Projekt verlief in neun Mesozyklen, die zum Großteil zeitlich aufeinander folgten, zum Teil aber auch gleichzeitig stattfanden. Im beschriebenen Projekt existieren Mesozyklen, die vorrangig das Ziel der Design(weiter-)entwicklung und der Datengenerierung im Fokus hatten, sowie Mesozyklen, die sich vor allem auf Analysen und Auswertungen der gewonnenen Daten fokussieren. Die Tabelle 10 zeigt die Mesozyklen mit den Daten, die dabei aufgenommen wurden (Mesozyklus 1-4, 9) und die die Grundlage der Analysen bilden (Mesozyklus 5-8).

Tab. 10: Übersicht über das Design-Experiment

Design-Experiment: Makrozyklus			
1. Mesozyklus	2. Mesozyklus	3. Mesozyklus	4. Mesozyklus
Ziel: Erfassung von Vorstellungen und Lernvoraussetzungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf; Erprobung erster Designideen Fragen: A): A1; A2	*Ziel:* Erste Entwicklung der Unterrichtskonzeption choice²explore mit Lernmaterialien; Prüfung von Leichter Sprache und Symbolik, Optimierung der Lernimpulse Fragen: B): B1; B1.1; B1.2; B2	*Ziel:* Weiterentwicklung von choice²explore und des Lernmaterials im Rahmen von Kleingruppen; Optimierung der Lernimpulse Fragen: B): B1; B1.1; B2	*Ziel:* Übertragung von choice²explore auf den Klassenverband; Anpassungen im Unterrichtsablauf, Entlastung der Plenumsphasen Fragen: B): B1; B1.1; B2
			
Datenaufnahme: 20 leitfadengestützte Einzelinterviews mit SchülerInnen einer Förderschule (2 Durchläufe) - Tonaufnahmen - Zeichnungen der SchülerInnen - Notizen	*Datenaufnahme*: 9 Erprobungen mit einzelnen SchülerInnen einer inklusiven Grundschulklasse (Gs1) (9 Durchläufe) - Videografien - Notizen	*Datenaufnahme:* 14 Kleingruppenerprobungen in drei inklusiven Grundschulklassen (Gs1, Gs2, Gs3) (14 Durchläufe) - Videografien - Notizen - Follow-up Tests	*Datenaufnahme:* 5 Klassenerprobungen (5 Durchläufe) - Videografien der Kleingruppen der Plenumsphasen - Lernmaterialien der SchülerInnen - LehrerInneninterviews - Post-Interview mit SchülerInnen - Follow-up Tests/Interviews mit SchülerInnen - Charakterisierungsbögen

Design-Experiment: Makrozyklus				
5. Mesozyklus	6. Mesozyklus	7. Mesozyklus	8. Mesozyklus	9. Mesozyklus
Ziel: Beschreibung von Vorstellungsentwicklungen Fragen: C): C1.; C1.1; C2.; C2.1; C2.2; C3.; C3.1; C3.2; C3.3	*Ziel:* Beschreibung des gemeinsamen Lernens Fragen: E): E1.; E1.1; E1.2; E1.3; E2.; E2.1; E3	*Ziel:* Beschreibung des Umgangs mit dem Teilchenmodell Fragen: D): D1.; D1.1; D2.; D3.	*Ziel:* Fallbeschreibungen zur Identifizierung von Zusammenhängen zwischen den Analyseergebnissen; Identifizierung von (weiteren) unterstützenden Faktoren Fragen: F): F1.; F1.1; F2.	*Ziel:* Entwicklung und Erprobung von Lernmaterialien zur Verdunstung Fragen: B): B1.; B1.1; B2.
				
Datengrundlage: - Forscherprotokolle - Interviewdaten - Follow-ups	*Datengrundlage:* - Videografien der Kleingruppenarbeiten - Charakterisierungsbögen	*Datengrundlage:* - Videografien Plenumsphase - Interviewdaten - Follow-up (nur in Videoform)	*Datengrundlage:* - Zuvor getätigte Analysen	*Datenaufnahme:* 2 Klassenerprobungen (2 Durchläufe) - teilnehmenden Beobachtungen der Durchführung im Klassenverband

Die Mesozyklen eins bis vier und neun fokussierten vorrangig die Entwicklung und Optimierung der Unterrichtskonzeption mit Lernmaterialien zu zwei verschiedenen Inhalten (Lösevorgang, Verdunstung). Die weiteren Mesozyklen widmeten sich tiefergehenden Analysen der Lernprozesse, die in den vorangegangenen Zyklen erfolgten. Die Forschungsfragen, die sich auf die jeweiligen Mesozyklen beziehen, werden im folgenden Kapitel ausführlich dargestellt (s. Kap. 4.3.3.1). Um sie jedoch den Mesozyklen zuzuordnen, finden sich ihre Kürzel in der Tabelle ebenfalls wieder. Die Tabelle verdeutlicht außerdem den zeitlichen Ablauf und gibt die Durchläufe der einzelnen Mesozyklen wieder. Der dargestellte Ablauf kann den Anschein machen, dass Analysen und Designentwicklung getrennt voneinander stattgefunden haben. Dass dies nicht der Fall ist und es viele Wechselwirkungen und Beeinflussungen auch zwischen den Mesozyklen gab, soll aus der Beschreibung der jeweiligen Schwerpunkte in den Kapiteln 5.1 bis 5.7 verdeutlicht werden. Die Fragen der Analysen gehen über eine alleinige Evaluation des Unterrichts hinaus. Dies verdeutlichen ihre Formulierungen, die auf eine Beschreibung der stattfindenden Lernprozesse hinweisen.

Die Datenaufnahme im ersten Mesozyklus fand an einer Förderschule des Förderschwerpunktes Lernen statt. Hier wurden zwei Durchläufe des Mesozykluses mit jeweils zehn Interviews vorgenommen. Im Mesozyklus zwei bis vier wurden Daten in fünf Grundschulen (Gs1-Gs5) in insgesamt sieben Klassen unterschiedlicher Standorte, die sich auf den Weg zur Inklusion machen, erhoben. Mesozyklus zwei wurde neunmal durchlaufen, Mesozyklus drei vierzehnmal und Mesozyklus vier wurde fünfmal durchlaufen. Der neunte Mesozyklus wurde zweimal durchlaufen. Aufgrund der vielfältigen Erprobung und Optimierung der Lernmaterialien zum Lösevorgang konnten einige Elemente zur Entwicklung der Lernmaterialien zur Verdunstung direkt übertragen und eingearbeitet werden (s. Kap. 5.2.2.2). Über die Lehrpersonen, die in den Klassen aktiv sind, wurde der Kontakt hergestellt, Termine abgesprochen und Vorbereitungen getroffen. Alle teilnehmenden Klassen wurden von den Lehrpersonen als stark heterogen eingestuft – was als grundlegendes Merkmal zur Teilnahme am Projekt bedeutsam war. Außerdem beschrieben die Lehrpersonen, dass sich ihre Schulen auf dem Weg zur Inklusion (vgl. Kap. 3.1.3) befinden, was sie u. a. an der Beschulung von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf und mit Migrationshintergrund beschrieben. Die Lernenden befanden sich im dritten bzw. vierten Schulbesuchsjahr. Auch die hauptverantwortlichen Lehrpersonen wurden Teil des Projektes, da sie die SchülerInnen in leistungsheterogene Kleingruppen einteilten und als teilnehmende BeobachterInnen die Erprobung mitbesuchten. In Mesozyklus vier wurden mit ihnen Interviews durchgeführt und sie waren bei der Durchführung des Unterrichts anwesend. Außerdem füllten sie Charakterisierungsbögen über die Lernenden aus. Weitere Hintergründe zur Datenaufnahme, -aufbereitung und -auswertung finden sich in den jeweiligen Abschnitten zur Bearbeitung der Fragen wieder. Ein Überblick über diese unterschiedlichen Vorgehensweisen bietet Kapitel 4.3.4.

Die iterative Vorgehensweise des DBRs mit stetiger Theorieanbindung bedeutete im vorliegenden Projekt auch eine Weiterentwicklung des Inklusionsbegriffes und eine daran angelehnte Vorgehensweise: Zu Beginn stand die Perspektive auf SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf und das gemeinsame Lernen dieser mit SchülerInnen der Regelschule im Vordergrund. Diese Perspektive entspricht einem engen Inklusionsverständnis. Diese enge Fokussierung auf das Diversitätsmerkmal „sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf" und der „Lernfortschritt" dieser SchülerInnengruppe im Vergleich zu anderen SchülerInnen gründete sich in Forderungen der fachdidaktischen Literatur: Wie bereits beschrieben fehlen fachdidaktische Forschungen in Bezug auf SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf und deren Lernprozesse im naturwissenschaftlichen Lernen. Außerdem fordern aktuelle Änderungen im neuen LehrerInnenausbildungsgesetz in NRW eine fachdidaktische Ausbildung der Lehramtsstudierenden der allgemeinen Schulen, die Elemente der sonderpädagogischen Förderung mit denen der Fachdidaktik verbindet (Landesregierung NRW, 2015). Seitens der Fachdidaktik wird gefordert, Konzepte und Ergebnisse fachdidaktischer Forschung auf SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf zu überprüfen (Kucharz, 2015). Wie oben beschrieben, ist die Grundschule bereits die Schulform mit der heterogensten SchülerInnenschaft, und den größten Anteil von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf machen die Förderschwerpunkte Lernen, Sprache und emotional-soziale Entwicklung aus (s. Kap 3.2.3). Aus diesen beschriebenen Gründen fokussiert sich das Projekt zu Beginn auf ein Diversitätsmerkmal. Im Verlauf des Projektes weitete sich dieser Blick und somit das Inklusionsverständnis jedoch, was sich an den beschriebenen theoretischen Bezügen, aber auch in pragmatischen Punkten aufzeigen lässt: Die Klassen, die am Projekt teilnahmen zeigten sich sowohl in sich aber auch im Vergleich untereinander als sehr heterogen. Neben SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf stellten SchülerInnen mit Migrationshintergrund, die Schwierigkeiten in Bezug auf den Gebrauch und das Verständnis deutscher Sprache zeigten, aber auch SchülerInnen mit Motivations- oder Aufmerksamkeitsschwierigkeiten Herausforderungen an das Projekt. Dies ließ das zugrundeliegende Inklusionsverständnis auf ein weites Verständnis im Prozesssinne verändern (s. Kapitel 3.1.1). Mit der Zeit wurde das Projekt mit seinem didaktischen Design, aber auch der Methodik einem weiteren Inklusionsbegriff angepasst und es wurde versucht, den inklusiven Ansprüchen eines *inclusive pedagogical approach* (Florian & Spratt, 2013) sowie Forschung im inklusivem Kontext (s. Kap. 4.1.4) entgegen zu kommen. Es werden Erkenntnisse zu einzelnen Diversitätsmerkmalen in Bezug auf die Konzeptgestaltung genutzt, jedoch wird nicht anhand dieser Diversitätsmerkmale im Unterrichtsverlauf gearbeitet. Die Analysen der Lernprozesse beziehen sich auf die Gesamtgruppe, betrachten aber auch einzelne Diversitätsmerkmale. Um auf individuelle Verläufe eingehen zu können, werden Lernprozesse einzelner Gruppen genauer beschrieben. Über das Projekt im Sinne eines nicht abgeschlossenen Prozesses – sowohl aus Unterrichts- als auch aus Forschungssicht – wird sich auf den Weg zur Inklusion gemacht.

4.1.1.1 Forschungsfragen

Im Projektverlauf wurden nach Oberkategorien geordnete Fragestellungen entwickelt, die hier übersichtshalber zusammen dargestellt werden. Auf eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Phasen jedes Mesozyklus (Synthese & Vorbereitung, (Re-)Design, Erprobung, Reflexion & Analyse) wird zur Vermeidung von Redundanzen verzichtet.

Übergeordnete Fragestellung:

> *In welcher Weise lassen sich Schülervorstellungen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen im inklusiven Sachunterricht (weiter-)entwickeln und dabei gemeinsames Lernen initiieren?*

A) Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf

In welcher Weise gestalten sich Schülervorstellungen bei SchülerInnen mit sonderpädagogsichem Unterstützungsbedarf?

A1. Welche Vorstellungen zeigen SchülerInnen mit sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf in Bezug auf Lösevorgänge und Phasenübergänge?

A2. Zeigen sich besondere Lernvoraussetzungen der befragten SchülerInnen?

B) Gestaltung der Unterrichtskonzeption mit Lernmaterialien

In welcher Weise sollte das didaktische Design gestaltet und verändert werden?

B1. Wie sollten eine Unterrichtskonzeption und deren Lernmaterialien zur Veränderung von Schülervorstellungen im inklusiven Sachunterricht gestaltet sein?

B1.1 Welche Schwerpunkte werden aus der Literatur abgeleitet?

B1.2 Welche Ideen zur Materialgestaltung scheinen für SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf im Interview sinnvoll

a) In welcher Weise zeigen die SchülerInnen Interesse an den Phänomenen und den Versuchen?

b) Wie reagieren die SchülerInnen auf alternative Vorstellungen?

c) Nutzen die SchülerInnen ein Modell zur Darstellung von Phänomenen?

B2. An welchen Stellen und in welcher Weise sollten die Unterrichtskonzeption und die Lernmaterialien überarbeitet werden?

C) Vorstellungsentwicklungen im Rahmen der Unterrichtskonzeption

(In welcher Weise) Initiiert die Unterrichtskonzeption choice²explore eine (Weiter-) Entwicklung der Vorstellungen der SchülerInnen?

C 1. Vorstellungen zum Lösevorgang

C1.1 Welche Vorstellungen zeigen die SchülerInnen zum Lösevorgang?

a) Welche Beobachtungen formulieren die SchülerInnen beim Betrachten des Phänomens?

b) Welche Antworten werden in der Diagnoseaufgabe angekreuzt?

C2. Vorstellungsentwicklungen zum Lösevorgang

C2.1 In welcher Weise verändern sich die Vorstellungen der SchülerInnen?

a) Wie viele SchülerInnen

i) zeigen in den Post-Interviews eine fachlich anschlussfähige Vorstellung?

(1) Wie gestaltet sich diese?

(2) Wie viele SchülerInnen verwenden dabei einen Teilchenbegriff?

ii) zeigen in den Post-Interviews eine fachlich nicht anschlussfähige Vorstellung?

(1) Welche Vorstellungen zeigen die SchülerInnen?

iii) scheinen von ihrer Antwort überzeugt zu sein?

b) Wie gestaltet sich dies jeweils in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

C2.2 Werden langfristige Vorstellungsentwicklungen initiiert?

a) Wie viele SchülerInnen

i) zeigen in den Follow-up Erhebungen eine fachlich anschlussfähige Vorstellung?

(1) Wie gestaltet sich diese?

(2) Wie viele SchülerInnen verwenden dabei einen Teilchenbegriff?

(3) Scheinen die SchülerInnen von ihrer Antwort überzeugt zu sein?

ii) zeigen in den Follow-up Erhebungen eine fachlich nicht anschlussfähige Vorstellung?

(1) Welche Vorstellungen zeigen die SchülerInnen?

(2) Wie viele SchülerInnen verwenden dabei einen Teilchenbegriff?

(3) Wie viele SchülerInnen scheinen von ihrer Antwort überzeugt zu sein?

b) Wie gestaltet sich dies jeweils in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

C3. Ausschluss von Vorstellungen

C3.1 In welcher Weise nutzen die Kleingruppen die Lernimpulse, um Vorstellungen auf dem Forscherprotokoll begründet zu streichen?

a) Welche Begründungen formulieren die SchülerInnen beim Streichen der Vorstellungen?

C3.2 In welcher Weise nutzen die SchülerInnen die Lernimpulse in den Post-Interviews, um Vorstellungen auszuschließen?

a) Welche Begründungen formulieren die SchülerInnen beim Ausschluss der Vorstellungen?

b) Wie gestaltet sich dies in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

C3.3 In welcher Weise nutzen die SchülerInnen die Lernimpulse in den Follow-up Erhebungen, um Vorstellungen auszuschließen?

c) Welche Begründungen formulieren die SchülerInnen beim Ausschluss der Vorstellungen?

d) Wie gestaltet sich dies in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

D) Modellnutzung im Rahmen der Unterrichtskonzeption

Wie gestaltet sich die Modellnutzung im Rahmen der Unterrichtskonzeption?

D1. In welcher Weise nutzen die SchülerInnen das Teilchenmodell in den Post-Interviews und den Follow-up Erhebungen?

D1.1 Wie viele SchülerInnen

a) benennen das Modell in der Weise, wie es eingeführt wurde?

b) nutzen das Modell in adäquater Weise?

c) übertragen das Modell auf einen anderen Kontext?

d) äußern eine Modellkritik?

i) Wie gestaltet sich diese?

e) Wie gestaltet sich dies in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

D2. Wie reflektieren Lehrpersonen den Einsatz des Teilchenmodells?

D3. Wie lässt sich die Modellnutzung im Projekt mit dem Kompetenzmodell der Modellkompetenz in Beziehung setzen?

E) Gemeinsames Lernen

In welcher Weise initiiert die Unterrichtskonzeption choice²explore gemeinsames Lernen innerhalb der Lernimpulsphasen?

E1. Gemeinsames Lernen_alle Gruppen

E1.1 Inwiefern werden unterschiedliche lernimpulsbezogene Handlungen verwirklicht?

a) Welche Handlungen treten auf?

b) Wie häufig treten die Handlungen auf?

c) Welche Zeit nehmen die Handlungen jeweils ein?

E 1.2 Inwiefern werden unterschiedliche Kooperationstypen verwirklicht?

a) Welche Kooperationstypen treten auf?
b) Wie häufig treten die Kooperationstypen auf?
c) Welche Zeit nehmen die Kooperationstypen jeweils ein?

E 1.3 In welcher Weise überschneiden sich die Kooperationshandlungen und die Kooperationstypen?

a) Welche Handlungen werden häufig kollaborierend vollzogen?
b) Welche Handlungen werden häufig helfend vollzogen?
c) Welche Handlungen werden häufig nebeneinanderher vollzogen?
d) In welcher Art der Kooperation werden einzelne Handlungen umgesetzt?

E 2. Gemeinsames Lernen_gruppenspezifisch

E 2.1 Wie gestaltet sich das gemeinsame Lernen in einzelnen Gruppen?

a) Wie verteilen sich die kollaborierenden Anteile auf die Gruppenmitglieder?
b) Wie verteilen sich die helfenden Anteile auf die Gruppenmitglieder?
c) Wie verteilen sich die Anteile des nebeneinanderher Arbeitens auf die Gruppenmitglieder?

E 3. In welcher Weise reflektieren die Lehrpersonen im Interview, ob gemeinsames Lernen zwischen den SchülerInnen stattgefunden hat?

F) Individuelle Gestaltung der Vorstellungsentwicklungen und des gemeinsamen Lernens

In welcher Weise gestalten sich individuelle Lernprozesse im Rahmen der Kleingruppen?

F1. Wie gestalten sich individuelle Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen und das gemeinsame Lernen innerhalb der Kleingruppen?

F 1.1 Lassen sich Zusammenhänge zwischen Vorstellungsentwicklungen und der Ausgestaltung des gemeinsamen Lernens erkennen?

F2. Welche Elemente und Gestaltungsmerkmale der Unterrichtskonzeption erweisen sich in Bezug auf Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen als unterstützend?

4.3.4 Datenüberblick

Zu den verschiedenen Zeitpunkten im Projektverlauf wurden unterschiedliche Daten mit Hilfe von diversen Instrumenten aufgenommen (s. Tab. 11). Eine detaillierte Beschreibung der Datenerhebung, -aufbereitung und -auswertung bzw. Weiterentwicklung mit Ergebnissen in Bezug auf die bedeutsamen Fragestellungen und ihren Oberkategorien erfolgt in

Kapitel 5. In einem Fazit pro Bereich werden die Ergebnisse zuzsammenfassend dargestellt und diskutiert. Folgende Tabelle ermöglicht einen Überblick über erhobene Daten, ihre Aufbereitung, deren Analysefokus und Auswertung bzw. Weiterentwicklung. Eine „Weiterentwicklung" beschreibt die Überarbeitung und Optimierung des Designs. Auch wenn diese Formulierung für andere Forschungsbereiche unüblich ist, soll sie hier auf den für den DBR typischen iterativen Charakter betonen.

Tab. 11: Datenüberblick

	Instrumente	**Aufbereitung**	**Analysefokus**	**Auswertung/ Weiterentwicklung**
Mesozyklus 1	20 Leitfadeninterviews (Audioaufnahmen) Notizen	Transkription	SV von SchülerInnen mit sonderpädago-gischem Unterstützungsbedarf	Qualitative Inhaltsanalyse (deduktiv-induktiv) Kategorienleitfaden 1
		auffällige Stellen markieren	Materialoptimierung	Materialüberarbeitung & Reflexion im Team
Mesozyklus 2	Videografie (9 Einzelerprobungen) Notizen	auffällige Stellen markieren	Materialoptimierung	Materialüberarbeitung & Reflexion im Team
Meszyklus 3	Videografie (14 Kleingruppen)	auffällige Stellen markieren	Materialoptimierung	Materialüberarbeitung & Reflexion im Team
		Transkription Entwicklung Kategoriensystem zum gemeinsamen Lernen	gemeinsames Lernen	Keine Auswertung, Grundlage für weitere Analysen
	Artefakte (Lernmaterialien)	auffällige Stellen markieren	Materialoptimierung	Materialüberarbeitung & Reflexion im Team
	Notizen	auffällige Stellen markieren	Materialoptimierung	
Mesozyklus 4	Videografie Kleingruppen (14 Kleingruppen)	Codierung in MAXQDA	gemeinsames Lernen	Qualitative Inhaltsanalyse, Kategorienleitfaden 6
	Videografie Kleingruppen (21 Kleingruppen) Videografie Plenum (5 Klassen)	auffällige Stellen markieren	Materialoptimierung	Materialüberarbeitung & Reflexion im Team
	Artefakte (Lernmaterialien)			
	Diagnoseaufgabe (n=92)	Übertragung in Auswertungsbogen	Schülervorstellungen	Quantifizierung

	Instrumente	**Aufbereitung**	**Analysefokus**	**Auswertung/ Weiterentwicklung**
	Forscherprotokolle (n=92)	einfügen in MAXQDA	Schülervorstellungen	Qualitative Inhaltsanalyse, Kategorienleitfaden 4
	Post-Interviews (n=69)	Transkription im Auswertungsbogen	Schülervorstellungen Umgang mit Modell	Qualitative Inhaltsanalyse; Kategorienleitfäden 2, 3, 4 und 5
	Follow-up (Interview bzw. Test) (n=88)	Transkription im Auswertungsbogen (bei Interview) Test: Übertragung in Auswertungsbogen	Schülervorstellungen Umgang mit Modell	Qualitative Inhaltsanalyse; Kategorienleitfäden 2, 3, 4 und 5
	Charakterisierungsbögen (n=64)	Übertragung in digitale Form in Auswertungsbogen	Schülervorstellungen gemeinsames Lernen Umgang mit Modell	Beschreibung von Diversitätsmerkmalen, Fallbeschreibung
	LehrerInneninterviews (n=4)	Transkription	Materialoptimierung	Qualitative Inhaltsanalyse
Mesozayklus 9	Beobachtungsprotokolle	Auffällige Stellen markieren	Materialoptimierung	Materialüberarbeitung & Reflexion im Team

Alle Kategorienleitfäden finden sich im Anhang (s. Anhang C, S.438ff.). Die aufgenommenen Daten wurden ab Mesozyklus zwei mit Kürzeln versehen und somit anonymisiert: die Schule (Gs1), die Klasse (K1), die Gruppe (G1) sowie der jeweilige Lernende (S1). Somit ergibt sich bspw. für den/die erste/n SchülerIn der ersten Schule, der ersten Klasse, der ersten Gruppe folgende Codierung: Gs1K1G1S1.

5. Design-Experiment

5.1 Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf zum Lösevorgang und zu Phasenübergängen

Die Unterrichtskonzeption, die entwickelt werden soll, soll sich an den Vorstellungen der SchülerInnen orientieren. Um zunächst zu klären, welche Vorstellungen SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf in Bezug auf Phänomene der unbelebten Natur zeigen, wurden 20 leitfadengestützte Interviews mit SchülerInnen einer Förderschule durchgeführt (Mesozyklus eins).

A) Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf

In welcher Weise gestalten sich Schülervorstellungen bei SchülerInnen mit sonderpädaoggischem Unterstützungsbedarf?

A1. Welche Vorstellungen zeigen SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf in Bezug auf Lösevorgänge und Phasenübergänge?

A2. Zeigen sich besondere Lernvoraussetzungen der befragten SchülerInnen?

5.1.1 Datenaufnahme

Es wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt, um eine Vergleichbarkeit in den Fragestellungen und somit auch den Ergebnissen zu ermöglichen (Schmidt, 2015). Fragebögen wurden für diese Erhebung nicht ausgewählt, da die schriftlichen Fähigkeiten der Befragten sehr heterogen ausfielen und einige SchülerInnen kaum über Schriftsprache verfügten. Außerdem ermöglichte die mündliche Form der Befragung, bei Verständnisschwierigkeiten Nachfragen stellen zu können und tiefergehende Fragen anzuschließen. So war eine flexiblere Gestaltung der Interviewsituation möglich. Die Interviews fanden in einem gesonderten Raum statt und die SchülerInnen wurden nach und nach aus dem Unterricht herausgeholt. So konnten an zwei aufeinanderfolgenden Tagen 20 SchülerInnen, die aus zwei dritten Klassen der Förderschule stammten, interviewt werden. Zudem konnte der Interviewleitfaden von einem Erhebungstag zum anderen überarbeitet und angepasst werden. Die SchülerInnen besuchten im dritten Schuljahr die Förderschule Lernen

und ihre sonderpädagogischen Unterstützungsbedarfe streckten sich über die Bereiche Lernen, Sprache und emotional-soziale Entwicklung.

5.1.2 Instrumente

Die Grundlage des Leitfadens bildeten Forschungsergebnisse zu Schülervorstellungen zum Lösevorgang und zu Aggregatzustandsänderungen. Diese Phänomene wurden gewählt, da zu ihnen bereits mehrfach Schülervorstellungen beschrieben wurden (s. Kapitel 2.2.2). Aus diesen Studien wurden auch die verwendeten Kontexte ausgewählt. Der Leitfaden mit allen Fragen befindet sich im Anhang (S. 431). Er diente im Interview als grobe Orientierung, ließ jedoch auch Offenheit für ein flexibles Agieren während der Interviews. Die Fragen wurden zunächst offen gestellt und durch Nachfragen ergänzt. Neben der mündlichen Befragung wurden auch einfache Versuche durchgeführt, um die SchülerInnen nach Beobachtungen (z. B. beim Lösevorgang) zu befragen. Außerdem sollten die SchülerInnen Zeichnungen anfertigen und wurden aufgefordert, den Löse- oder Verdampfungsvorgang mit Hilfe von Legosteinen zu modellieren. Diese Elemente wurden gewählt, da dem handlungsorientierten Experimentieren für SchülerInnen mit Unterstützungsbedarfen große Chancen zugeschrieben werden (s. Kap. 3.2.3). Die eingesetzten Multiple-Choice-Aufgaben geben die empirisch beschriebenen Vorstellungen zu den Phänomenen wieder. Sie wurden bewusst erst eingesetzt, nachdem die SchülerInnen selbstständig ihre Vorstellung äußern konnten. So konnten weitere Vorstellungen ermittelt und außerdem die Reaktion der SchülerInnen auf alternative Vorstellungen betrachtet werden. Diese Art der Mulitple-Choice Aufgaben haben sich in der Unterrichtskonzeption choice^{2}learn bereits als sinnvolle Möglichkeit erwiesen, Vorstellungen im Unterricht aufzugreifen und den SchülerInnen bewusst werden zu lassen (Marohn & Egbers, 2011). Für die hier durchgeführten Interviews wurden Visualisierungen der Antworten entwickelt, die als Unterstützungsmaßnahmen und zur Entlastung des sprachlichen Kanals in Anlehnung an die Cognitive Load Theory und die Theorie des multimedialen Lernens (s. Kap. 3.3.2) dienen sollten. In Tabelle 12 wird die Grundstruktur der Interviews dargestellt.

Tab. 12: Grundstruktur der Interviews

Phasenübergänge	
Kontexteinbettung/ Phänomen beobachten	Den SchülerInnen werden verschiedene alltägliche Situationen beschrieben: Milla putzt die Tafel. Wie du dir sicher vorstellen kannst, ist sie nun nass. Zeichne, wie die Tafel aussieht. Doch nach einiger Zeit verändert sich die Tafel. Zeichne, was mit dem Wasser passiert. Beschreibe, was du malst. - Was passiert mit dem Wasser? - Wo ist das Wasser jetzt? - Hat es sich verändert?

Phasenübergänge

	Milla geht im Sommer gerne baden. Nach dem Baden legt sie sich in die Sonne. - Was passiert mit ihrem Körper? - Was passiert mit dem Wasser? - Wo ist das Wasser jetzt? - Hat es sich verändert? Milla föhnt sich ihre nassen Haare. - Was passiert mit ihren Haaren? - Was passiert mit dem Wasser? - Wo ist das Wasser jetzt? - Hat es sich verändert?
Multiple-Choice Aufgabe	Den SchülerInnen werden durch Aussagen von zwei fiktiven Kindern (Milla und Lutz) andere Vorstellungen zu dem jeweiligen Phänomen innnerhalb einer Multiple-Choice Aufgabe angeboten. Die Antwortmöglichkeiten wurden aus den bekannten Vorstellungen aus der Literatur erstellt: o Das Wasser hat sich aufgelöst und ist verschwunden. o Das Wasser ist zu Luft geworden. o Das Wasser hat sich in der Luft verteilt. o Das Wasser wurde von der Tafel aufgesogen.
Kontexteinbettung/ Phänomen beobachten	Milla und Lutz geben Wasser in einen Wasserkocher und schauen, was passiert. Die SchülerInnen beobachten das Wasser im Wasserkocher und beschreiben ihre Beobachtungen. - Was passiert mit dem Wasser? - Woraus bestehen die Bläschen?
Modellhafte Darstellung	Den SchülerInnen wird die Aufgabe gegeben, das Phänomen anhand eines einfachen Teilchenmodells mit Hilfe von Legosteinen darzustellen. *Wie gehen die SchülerInnen mit der modellhaften Darstellung um? Stellen sie Übertragungen zu ihren Überlegungen her?*

Lösevorgang

Kontexteinbettung/ Phänomen beobachten	Den SchülerInnen wird eine alltägliche Situation beschrieben: Zwei fiktive Kinder (Milla und Lutz) geben Zucker in ihren Tee. Die SchülerInnen führen folgenden Versuch durch: Sie geben Zucker in Wasser und beschreiben ihre Beobachtungen. *Was können die SchülerInnen beobachten? Können sie ihre Beobachtungen deuten? Welche Vorstellungen zeigen sich?*
Multiple-Choice Aufgabe	Den SchülerInnen werden durch Aussagen von Milla und Lutz andere Vorstellungen zu dem jeweiligen Phänomen innnerhalb einer Multiple-Choice Aufgabe angeboten. Die Antwortmöglichkeiten wurden aus den bekannten Vorstellungen aus der Literatur erstellt: o Der Zucker ist weg. o Der Zucker ist flüssig geworden. o Der Zucker ist klein und hat sich verteilt. o Der Zucker ist noch da, aber ich kann ihn nicht mehr sehen. *Bleiben die SchülerInnen bei ihrer Vorstellung? Finden sie Begründungen für ihre Vorstellung?*

Lösevorgang	
Modellhafte Darstellung	Den SchülerInnen wird die Aufgabe gegeben, das Phänomen anhand eines einfachen Teilchenmodells mit Hilfe von Legosteinen darzustellen. *Wie gehen die SchülerInnen mit der modellhaften Darstellung um? Stellen sie Übertragungen zu ihren Überlegungen her?*

5.1.3 Datenaufbereitung und -analyse

Die Datenaufbereitung und -analyse erfolgte in Anlehnung an die qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2015) im Sinne einer inhaltlich strukturierenden Inhaltsanalyse mit induktiver Kategorienbildung. Diese Form reduziert das Datenmaterial unter dem Fokus der Fragestellung und „leitet [dazu] die Kategorien direkt aus dem Material in einem Verallgemeinerungsprozess ab, ohne sich auf vorab formulierte Theorienkonzepte zu beziehen“. (Mayring, 2015, 85) Der Ablauf dieser Form der Inhaltsanalyse ist in Abbildung 13 dargestellt.

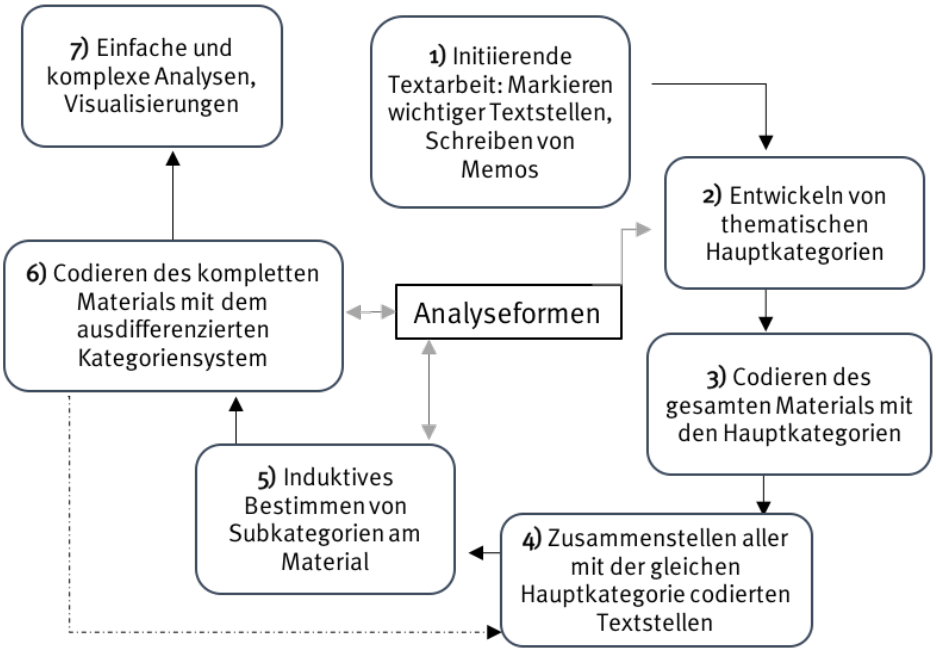


Abb. 13: Ablaufmodell der strukturierenden Inhaltsanalyse in Anlehnung an Kuckartz (2016)

Die Tonaufnahmen der Interviews wurden direkt in einem Auswertungsbogen transkribiert, sodass die SchülerInnenantworten den Fragestellungen des Leitfadens zugeordnet wurden. Dieser Schritt vereinigte die Transkription mit der Aufbereitung der Daten. Da der Fokus der Analyse bereits feststand, konnte Schritt 1 (s. Abb. 13) übersprungen werden. Transkribiert wurde wörtlich und in Anlehnung an die Transkriptionsregeln von Dresing & Pehl (2013) (s. Anhang B, S. 467ff.). Die einzelnen Fragen des Leitfadens dienten somit

als Hauptkategorien zur Auswertung der Daten (Schritt 2). Für die hier analysierten Interviews stellen die Aussagen der SchülerInnen zu den einzelnen Fragen die Kontexteinheit dar und als Codiereinheit der Subkategorien werden bedeutungstragende Einheiten der Aussagen verwendet. Das Abstraktionsniveau dieser thematischen Kategorien liegt auf mittlerer Ebene: Es sollten vorfindbare Äußerungen verwendet werden, um sich möglichst nah an den Aussagen der SchülerInnen zu orientieren. Nachdem das gesamte Material mit den Hauptkategorien codiert war (Schritt 3), wurden die gesamten Textstellen je Hauptkategorie zusammengestellt, um anhand dieser am Material die Subkategorien zu generieren. Die Kategorien und die induktiv ermittelten Subkategorien werden im Kategorienleitfaden durch typische Aussagen charakterisiert, die als Ankerbeispiele im endgültigen Materialdurchlauf dienen (s. Anhang C, Tab I). Nachdem die Subkategorien an 40 % des Materials entwickelt wurden (Schritt 5), wurde das komplette Material mit dem ausdifferenzierten Kategoriensystem codiert (Schritt 6).
Notizen der Interviewerin dienten zur Dokumentation von Auffälligkeiten nonverbaler Art. Auffälligkeiten an den Transkripten in Bezug auf Lernvoraussetzungen und den eingesetzten Materialien wurden in einer eigenen Spalte im Auswertungsbogen festgehalten, um eine zusammenfassende Reflexion vorzunehmen. Um eine intersubjektive Nachvollziehbarkeit und die Zuverlässigkeit der Kategorienzuordnung zu überprüfen und zu sichern, wurde eine augenscheinliche Überprüfung dieser durch eine studentische Hilfskraft vorgenommen. Da die Beschreibung der Vorstellungen im Vordergrund steht, sollen die Kategoriensysteme dargestellt und mit Erkenntnissen aus der Literatur in Verbindung gebracht werden.

5.1.4 Ergebnisse

A1. Welche Vorstellungen zeigen SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf in Bezug auf Lösevorgänge und Phasenübergänge?

Folgendes Kategoriensystem (Tab. 13) wurde anhand des Materials in Bezug auf Vorstellungen und Beobachtungen entwickelt. Die Subkategorien können als Ergebnisse dieser Interviewstudie beschrieben werden:

Tab. 13: Kategoriensystem zu Vorstellungen und Beobachtungen im Rahmen der Einzelinterviews

Phasenübergang (Verdunstung)
Tafel
• Das Wasser verschwindet • Das Wasser wird aufgesogen • Das Wasser fällt runter • Das Wasser wird zu Staub

Phasenübergang (Verdunstung)

Schwimmbad

- Das Wasser löst sich auf.
- Das Wasser trocknet.
- Das Wasser tropft herunter (und die Erde saugt es auf).
- Das Wasser geht in die Luft hinein.

Föhn

- Das Wasser geht in den Föhn hinein.
- Das Wasser tropft herunter.
- Das Wasser wird zu Luft.
- Das Wasser fliegt weg.
- Das Wasser zieht in den Körper rein.

Beschreibung des Verdampfungsvorgangs

Es dampft/ qualmt/ Blasen steigen auf

Dampf/Qualm/Rauch besteht aus

- Dampf/Qualm/Rauch
- Wasser/Wasserdampf/heißem Wasser
- heißer Luft
- sowas wie Luft

Blasen bestehen aus

- Luft (die von außen eingesogen wird)
- Wasser/Wasserbläschen/Wasserdampf
- Hitze
- Koffein

Lösevorgang

- Der Zucker hat sich aufgelöst
- Der Zucker ist verschwunden/weg
- Der Zucker ist noch im Glas
    - hat sich verändert
        - ist klein geworden
        - ist unsichtbar
        - ist geschmolzen
        - ist zu Wasser geworden
    - hat sich verteilt
        - ...und ist klein geworden

Die Aussagen, die die befragten SchülerInnen zum Lösevorgang oder in Bezug auf die Beschreibungen des Verdunstungsvorgangs zeigten, werden in Tabelle 14 den bereits bekannten Vorstellungen aus der Forschung gegenübergestellt.

Tab. 14: Zusammenschau von erhobenen und literaturbasierten Vorstellungen zum Lösevorgang sowie zur Verdunstung

Hauptkategorie der Aussagen der befragten SchülerInnen	**Bekannte Vorstellungen aus der Forschung**
Lösevorgang	
• Der Zucker/das Salz hat sich aufgelöst. • Der Zucker/das Salz ist verschwunden.	• Der Zucker/das Salz verschwindet. *(Nicht-Erhaltung)*
• Der Zucker/das Salz ist noch im Glas...	• Der Zucker/das Salz bleibt im Wasser, auch wenn man ihn nicht sehen kann. *(Erhaltung)*

Hauptkategorie der Aussagen der befragten SchülerInnen	**Bekannte Vorstellungen aus der Forschung**
Lösevorgang	
• ...und hat sich verändert: ▪ er/es ist geschmolzen/ist flüssig geworden ▪ er/es ist zu Wasser geworden ▪ er/es ist klein geworden. ▪ er/es ist nun unsichtbar. • ...und hat sich verteilt.	• Der Zucker/das Salz wird Wasser/ wird wie Wasser/ wird flüssig. *(Verflüssigung)* • Der Zucker/das Salz bricht in ganz kleine Körnchen/ pudrige Körnchen/ kleine Teilchen, welche in das Wasser „hineinpassen". *(Atomismus)*
	• Der Zucker/das Salz übernimmt die Funktion des Süßens/des Salzens. *(Funktion)*
Verdunstung	
• Das Wasser verschwindet. • Das Wasser löst sich auf. • Das Wasser wird zu Luft. • Das Wasser trocknet.	Nicht-Erhaltung • Das Wasser verschwindet. *(Vernichtungsprinzip)* • Das Wasser wird zu Luft. *(Veränderung)*
• Das Wasser geht in /die Tafel/ den Föhn/den Körper rein. • Das Wasser fliegt weg. • Das Wasser tropft herunter (und die Erde saugt es auf).	Erhaltung, Ortswechsel • Das Wasser wurde getrunken, weggeschüttet. *(Ortswechsel durch Lebewesen)* • Das Wasser wurde von der Sonne aufgesogen. *(animistisch)*
• Das Wasser geht in die Luft hinein.	Erhaltung, Veränderung • Das Wasser wird zu Tröpfchen und verteilt sich. *(Verwandlungsprinzip)* • Das Wasser wird zu einem Gas.

A2. Zeigen sich besondere Lernvoraussetzungen der befragten SchülerInnen?

Die SchülerInnen zeigen sprachliche Schwierigkeiten, bspw. bei ihren Beschreibungen. Ihnen fehlen zum Teil Worte.

- *S: [...] wird aufgebäscht* (I 5, S.5)
- *S: [...] so warte, wie heißt das noch mal? Es verschweumt sich.* (I 6, S.1)
- *S: Das ist, der Zucker geschwindet.* (I 9, S.9)

Weitere Ergebnisse werden in Kap. 5.2.1 zur Entwicklung des ersten Designs der Unterrichtskonzeption beschrieben.

5.1.5 Fazit zu „Schülervorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf"

Festgehalten werden kann, dass die SchülerInnen in den Interviews Vorstellungen zeigen, die bereits aus Forschungen mit RegelschülerInnen bekannt sind, und dass die Kategorien vergleichbar sind. Auffällig ist, dass die SchülerInnen sowohl beim Lösevorgang, als auch

bei der Verdunstung die Formulierung „es löst sich auf“ verwenden. Welche Vorstellungen hinter diesen Aussagen stehen, bleibt unklar. Dies soll im weiteren Verlauf des Projektes mit betrachtet werden.
Die Vorstellungen zu den thematisierten Phänomenen an sich sind den Ergebnissen zufolge heterogen, diese Heterogenität muss jedoch nicht durch das Diversitätsmerkmal des sonderpädagogischen Unterstützungsbedarfs ansteigen. Die identifizierten Vorstellungen können als Grundlage zur weiteren Materialentwicklung und der Analyse von Vorstellungsentwicklungen genutzt werden.

5.2 Entwicklung der Unterrichtskonzeption choice²explore und Lernmaterialien

Aufbauend auf den Erfahrungen und den Ergebnissen der vorangegangenen Interviewstudie verfolgt der zweite Mesozyklus das Ziel, eine Unterrichtskonzeption zu entwickeln, die auf den erhobenen Vorstellungen aufbaut. Sie soll die Vorstellungen der SchülerInnen weiterentwickeln und dabei gemeinsames Lernen und Partizipation aller ermöglichen. Diese erste Form des Designs wurde erprobt und zyklisch optimiert, was in Kapitel 5.3 beschrieben wird.

B) Gestaltung der Unterrichtskonzeption mit Lernmaterialien

In welcher Weise sollte das didaktische Design gestaltet und verändert werden?

B1. Wie sollten eine Unterrichtskonzeption und deren Lernmaterialien zur Veränderung von Schülervorstellungen im inklusiven Sachunterricht gestaltet sein?

5.2.1 Grundlagen des ersten Designs

B1.1. Welche Schwerpunkte wurden aus der Literatur abgeleitet?

Die Entwicklung der Unterrichtskonzeption choice²explore fand auf der Grundlage von vier Schwerpunkten statt, die bereits beschrieben wurden:

- Theorien und Konzepte der Schülervorstellungsforschung (Kap. 2.2)
- Erfahrungen mit der Unterrichtskonzeption choice²learn (Kap. 2.2.1.4)
- (Teilchen-)Modelleinsatz (Kap. 2.3)
- Gestaltung von inklusivem Unterricht (Kap. 3.1.1, 3.3)
- Gestaltung von barrierefreien Lernmaterialien (Kap. 3.2, 3.3)

Die verschiedenen theoretisch beschriebenen Aspekte zeigen in ihrer theoretischen Darstellung Überschneidungen und Parallelen auf und fließen in der Gestaltung der Unterrichtskonzeption zusammen. Eine Übersicht über die Elemente von choice²explore und deren konkrete Gestaltung sowie deren Bezüge zu Konzepten aus der Literatur finden sich in Kapitel 5.3.4 in einem zusammenfassenden Fazit der Gestaltung der Unterrichtskonzeption wieder.

Wie in Kapitel 5.1 beschrieben, wurden im ersten Mesozyklus im Rahmen der Interviews mit SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf bereits erste Ideen zur Materialgestaltung erprobt. Reflexionen dieser wurden in den Transkripten an gegebenen Stellen markiert bzw. anhand von Notizen der Interviewerin festgehalten. Folgende Erfahrungen ergaben sich in Bezug auf die Fragestellung:

B.1.2 Welche Ideen zur Materialgestaltung scheinen für SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf im Interview sinnvoll?

a) In welcher Weise zeigen die SchülerInnen Interesse an den Phänomenen und den Versuchen?

- Sie zeigen Schwierigkeiten, sich Sachverhalte vorzustellen. Wenn sie selbst Versuche durchführen, fällt es ihnen leichter, ihre Vorstellungen zum Ausdruck zu bringen. (z. B. I 1, S.1 Notiz; I 8, S.1 Notiz)
- Sie freuen sich über die Versuche. (z. B. I 1, S.3 Notiz; I 5, S.3, 6 Notiz)
- Sie beschreiben eigene Ideen zur Überprüfung von Aussagen.
    - *S: Hast du eine Lupe?* (I 12, S.8)
    - *I: Wie könnte man das überprüfen, dass da der Zucker drin ist?*

      S: Noch ein Löffel Zucker und wir rühren nicht, dann sieht man das ja erst noch! (I 15, S.6-7)

b) Wie reagieren die SchülerInnen auf alternative Vorstellungen?

Aus den Reaktionen der SchülerInnen in Bezug auf die Mulitple-Choice Aufgaben wurden folgende Punkte reflektiert:

- Die SchülerInnen ändern teilweise ihre Meinung; bzw. sie schwanken zwischen den verschiedenen Antworten:
    - *I: Also, was meinst du eher? Ist das in die Tafel gegangen oder ist das zu Luft geworden?*

      S: Zu Luft geworden.

      I: Oder hat es sich in der Luft verteilt?

      S: Ja, das. (I 14, S. 2-3)

- Einigen SchülerInnen gelingen Begründungen für ihre Auswahl, die inhaltsleer bleiben:
    - *S: [...] weil das denke ich, einfach so* (I 1, S. 2); S: [...] *weil das ist sowas wie Quatsch* (I 8; S. 2)
    - (Wasser hat sich in der Luft verteilt)

      S: Ja, z. B. wenn man duscht und dann sind das ganz feucht die Haare und dann fliegt das dann wird das zum Luft und dann spürt man ja gar nichts mehr. (I 18, S.2)
- Es gelingt einigen SchülerInnen, die Aussagen aufgrund von Vorerfahrungen/Beobachtungen auszuschließen:
    - *I: Das Wasser hat sich in der Luft verteilt.*

      S: Nein, das geht nicht, weil die Tafel ist hier unten und der Himmel ist da oben. (I 17, S.2)
    - *S: Weil das Wasser kann nicht fliegen, das kann nie fliegen.* (I 19, S.2)

c) Nutzen die SchülerInnen ein Modell zur Darstellung von Phänomenen?

- Die SchülerInnen nehmen den Vorschlag des Modells zum Großteil an und bauen mit den Steinen etwas nach oder gestikulieren damit in den Händen, während sie etwas beschreiben (z. B. I 10, Notiz S. 4, 6; I 6, Notiz S. 4, 5, 7). Sie übertragen das Modell auch auf andere Zusammenhänge:
    - *S: Eis sieht so aus. Eis ist so `ne Platte! So! Und Eiswürfel sehen so aus! (legt die Steine zusammen)*
      I: Können wir da auch wieder Wasser raus machen?
      S: Ja, wenn man das warm macht.
      I: Und mit den Steinen?
      S: Wie denn? Wie meinst du's? Die Steine kann man ja nicht warm machen!
      I: Aber vielleicht kannst du so tun als ob?
      S: Dann gehen die wieder auseinander. (I 1, S.5-6)
    - *I: Was ist Eis?*
      S: Ich weiß es! Na man nimmt so Wasser und tut das so in eine Küh- einen Kühler. Das wird so kalt, dass das Wasser einfriert, wie in Nordpol.
      I: Und wie würde das aussehen mit den Teilchen?
      S: Wie Eis! So! (baut die Teilchen fest zusammen)
      I: Und jetzt wieder zu Wasser?
      S: Uhh... einfach.. hm nicht so einfach. Dann stellt man das in die Sonne und das wird zu Wasser, aber kann auch so einfach Wasser werden, weil in Haus ist es ja auch warm, oder?
      I: Und wie würde das mit den Steinen aussehen?
      S: (baut die Steine auseinander)
      I: Und wie würde das bei Dampf aussehen?
      S: Dampf? Oh.. Dampf.. das ist schwer. (nimmt die Legosteine und lässt sie nach oben gehen) (I 5, S.6-7)
- Sie benutzen Vergleiche oder Bilder bei der Beschreibung der Phänomene.
    - *Ja, so wie beim Popcorn (I 5, S.3); „versteinert" (I 6, S. 7)*

Zwischenfazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die befragten SchülerInnen Interessse und Motivation zeigen, sich mit den thematisierten Phänomenen auseinanderzusetzen. Insbesondere scheinen die eigene Auseinandersetzung und Durchführung von Versuchen Lernchancen zu bieten. Die Konfrontation mit alternativen Erklärungen können zu Verunsicherungen führen. Eine Fragestellung im Rahmen einer Multiple-Choice Aufgabe sollte daher zunächst eigenständig bearbeitet werden, um eine Beeinflussung durch andere SchülerInnen möglichst zu umgehen. Die Befunde, dass es einigen SchülerInnen nicht gelingt, Begründungen für ihre Aussagen anzuführen, anderen SchülerInnen jedoch ein Rückbezug zu Vorerfahrungen gelingt, lässt darauf hindeuten, dass es möglicherweise von Vorteil sein kann, wenn die SchülerInnen in konkreten eigenen Erfahrungen Grenzen ihrer Vorstellungen erfahren und daraus Begründungen für Argumentationen erarbeiten. Die Ergebnisse zum Modelleinsatz lassen darauf hindeuten, dass eine Modellierung die SchülerInnen bei dem Erlernen von Erklärungen auf Teilchenebene unterstützen kann.

5.2.2 Ergebnisse

5.2.2.1 Lernmaterialien zur Verdampfung

Entwicklung der Phasen

Um verschiedene Elemente in der Unterrichtskonzeption zu vereinen, wurde diese in sechs Phasen gegliedert (s. Abb. 14). Die Grundstruktur der Unterrichtskonzeption ist in Teilen an choice²learn angelehnt. Insbesondere die Bewusstmachung der Vorstellung durch eine Mulitple-choice Aufgabe, sowie die Initiierung von Vorstellungsentwicklungen durch kognitive und soziokognitive Konflikte im Rahmen einer Lernimpulphase (s. Kap. 2.2.1.4). Hinsichtlich des gewünschten Einsatzes von choice²explore im inklusiven Sachunterricht wurden jedoch im Vergleich zu choice²learn weitere Schwerpunkte hinzugenommen und einige Punkte angepasst sowie hinsichtlich eines inklusiven Anspruches reflektiert. Vorrangig stellen die Anpassung von Material, stärkere Strukturierung des Unterrichtsverlaufs und der Darstellung des betrachteten Phänomens auch im Modell wichtige Punkte dar. Im Folgenden werden daher die einzelnen Phasen mit ihren Umsetzungen expliziert. Jede Phase von choice²explore wurde sowohl für die Lehrpersonen als auch für die SchülerInnen benannt und mit einem Symbol versehen. Die verwendeten Symbole stammen aus dem Symbolsystem Metacom von Annette Kitzinger (s. Kap. 3.3.2.2). Die Benennung der Phasen soll die Aufmerksamkeit auf den jeweiligen Fokus dieser Phasen legen. Um im Sinne des Classroom Managements (s. Kap. 3.3.2.5) eine Unterrichtstransparenz zu ermöglichen, werden diese auch als Verlaufstransparenz im Unterricht eingesetzt. Einige Phasen finden im Plenum, andere in Einzel- bzw. Gruppenarbeit statt, um einen

Wechsel von Instruktion und Konstruktion zu ermöglichen und zu ritualisieren. Die Lehrperson teilt zu Beginn die Klasse in leistungsheterogene Kleingruppen mit je drei SchülerInnen ein.

choice^{2}explore

	Komm, wir forschen!	Schüler aktivieren
	Schau genau!	Phänomen beobachten
	Was denkst du?	Vorstellungen bewusst machen
	Find es heraus!	Vorstellungen überprüfen
	Erklär es mir!	Phänomen erklären und modellhaft darstellen
	Weiter geht's!	Gelerntes anwenden und vertiefen

Abb. 14: Phasen in choice^{2}explore

Entwicklung des Einstieges – Komm, wir forschen!

Der Lebensweltbezug spielt für das Lernen in den Naturwissenschaften eine bedeutsame Rolle. Auch der Einbettung von Versuchen in Geschichten wird ein hoher Stellenwert zugeschrieben (s. Kapitel 3.2.3). Daher wurden die Lernmaterialien in einen Gesamtkontext eingebettet, der nicht nur wie in choice^{2}learn den Einstieg bietet, sondern sich über alle Lernimpulse hinweg zieht. Zwei fiktive Kinder, Milla und Lutz, führen die SchülerInnen durch das Konzept und wurden auch in Form von Handpuppen immer wieder in den Unterricht eingebunden (s. Abb. 15). Bewusst wurden ein Mädchen und ein Junge ausgewählt. Die Handpuppe „Milla" hat dunkle Haare, die im Zopf zusammengebunden sind, und einen etwas dunkleren Teint. Lutz hat kurze rötliche Haare und beide tragen einen Schutzkittel sowie Schutzbrillen. Sie tauchen auch in Form eines Symbols auf den Lernmaterialien auf. Milla und Lutz sollen eine Verbindung der SchülerInnen mit forschenden Personen darstellen.

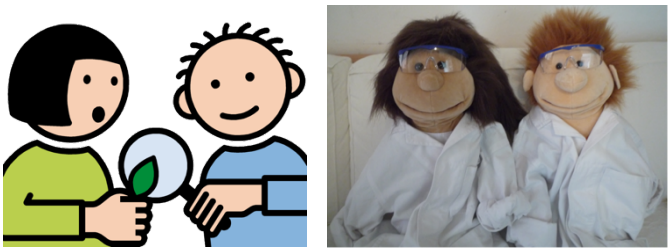


Abb. 15: Symbol und Handpuppen "Milla und Lutz"

In der Phase „Komm, wir forschen!“ werden die Handpuppen eingesetzt, um mit den SchülerInnen zu erarbeiten, was Forscher machen und was das Forschen bedeutet. Ziel ist es, mit den Handpuppen zu vermitteln, dass die Vielfalt der SchülerInnen und ihrer Ideen für das Forschen wichtig sind und das gemeinsame Arbeiten für das Erreichen eines Ziels entscheidend ist. Abgezielt wird dabei auf folgende Punkte:

- Forscher wollen etwas herausfinden.
- Dafür schauen sie ganz genau hin und beobachten, was passiert.
- Sie haben verschiedene Ideen, die richtig sein können.
- Um diese zu finden, sind viele Köpfe und deren Ideen wichtig.
- Sie überprüfen ihre Ideen und machen Experimente.
- Dabei arbeiten sie im Team.

Durch diese Fokussierung soll die Klasse auf das Arbeiten im Team eingestimmt und - im inklusiven Sinne (s. Kap. 3.1.1) - die Partizipation und Wertschätzung aller betont werden. Das Einbringen der Ideen durch Milla und Lutz soll es den SchülerInnen zu dem verdeutlichen, dass jede Idee überprüfungswert ist und sie außerdem mit ihrer Idee nicht alleine sind. Dies soll die Wertschätzung aller Ideen zusätzlich verstärken.

Entwicklung des Kontextes – Schau genau!

Im Gegensatz zu den in Kap. 5.1 beschriebenen Interviews wurde im Weiteren an Stelle des Zuckers Salz in Wasser gelöst. Dies hatte pragmatische Gründe, denn mit Hilfe des Salzes war es leichter, die entsprechenden Impulse umzusetzen. In der Literatur zu den dargestellten Schülervorstellungen finden sich keine beschriebenen Unterschiede bezüglich der Vorstellungen der SchülerInnen hinsichtlich des Lösens von Salz im Gegensatz zu Zucker in Wasser, auch wenn dies aus chemischer bzw. physikalischer Sicht einen Unterschied darstellt. Wie in Kap. 2.2.2 beschrieben, kann sowohl die hier fokussierte didaktisch reduzierte Beschreibung als auch deren Darstellung im Teilchenmodell für beide Vorgänge verwendet werden.
Die Lernimpulse sind in Situationen eingebettet, in denen Milla und Lutz eine Entdeckung machen oder ihnen etwas passiert. Für den Lösevorgang von Salz in Wasser wurde der

Kontext des Kochens gewählt. Auch wenn die SchülerInnen selbst keine bzw. wenig Kocherfahrungen haben, so haben sie einen Bezug zu diesem Kontext und können sich die Situationen, in die Milla und Lutz sich begeben, vorstellen. Diesem Kontext wurden die Versuche in den Lernimpulsen angepasst, sodass bspw. Kartoffeln in einem Versuch verwendet werden (s. u.).
Um sicherzustellen, dass alle SchülerInnen das Phänomen einmal wahrgenommen haben, wurde entschieden, dass die SchülerInnen in der Phase „Schau genau!“ das Phänomen in einem Versuch in der Kleingruppe beobachten können. Auch dieses Vorgehen stellt einen Unterschied zu choice²learn dar, bei dem ein Demoexperiment, eine Situationsbeschreibung oder ähnliches die Problemstellung umreißt (vgl. Marohn, 2008).
Die Einführung in der Phase „Schau genau!“ erfolgte wie in Abbildung 16 dargestellt.

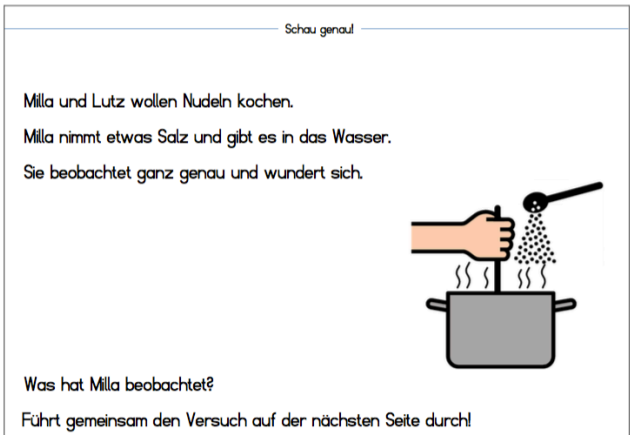


Abb. 16: Einführung in die Phase "Schau genau!"; Lösevorgang

Die Kurzbeschreibung der Situation wurde bildlich mit Hilfe der Metacom-Symbole und Kombinationen dieser unterstützt. Auch für weitere symbolische Darstellungen wurden Symbole kombiniert oder eigenständig erstellt. Am oberen Rand jedes Arbeitsblattes (AB) befindet sich die Phasenbeschreibung, um das AB auch im Nachhinein der richtigen Phase zuordnen zu können. Außerdem enthalten alle ABs einen Rahmen, um die Inhalte und deren Zusammengehörigkeit zu verstärken (vgl. Kap. 3.3.2.2). Als Schriftart wurde auf sämtlichen Lernmaterialien „Fibel“ gewählt. Diese ist frei verfügbar, verfügt nicht über Serifen und verwendet die in der Druckschrift vorkommende, „einfache“ Form des kleinen „a“s (vgl. Kap. 3.3.2.2). Um die Übersichtlichkeit zu unterstützen, beginnen die Versuchsanleitungen auf einem neuen AB. In entsprechender Weise wurde auch bei den weiteren Lernmaterialien vorgegangen.

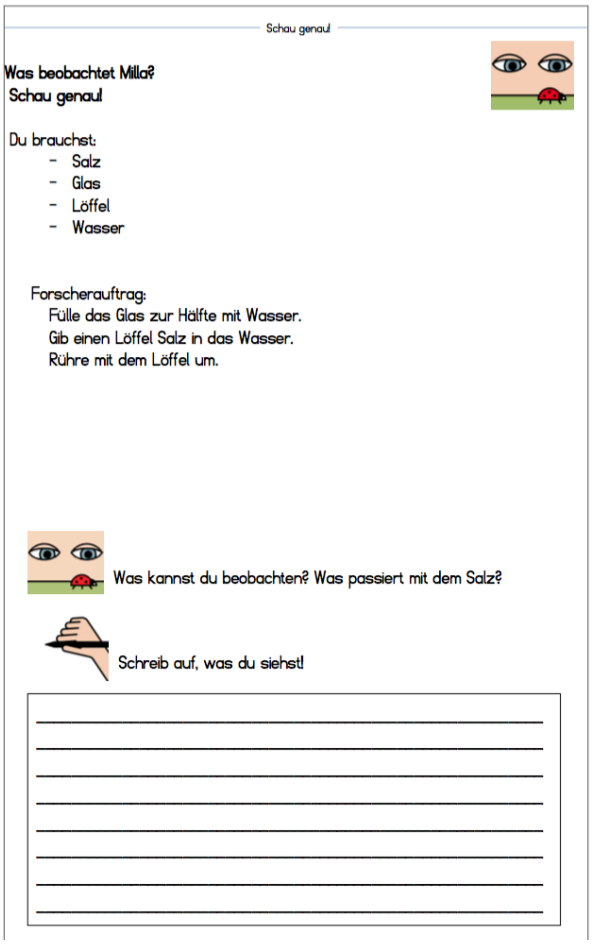


Abb. 17: Lernmaterialien zur Phase "Schau genau!" für leistungsstärkere SchülerInnen; Lösevorgang

Die Durchführung des Versuchs wurde in dieser ersten Version differenziert dargestellt (s. Abb. 17): So wurden für leistungsstärkere SchülerInnen die Aufzählung der benötigten Materialien in Listenform sowie die Durchführungspunkte der Versuchsschritte in einer strukturierten Textform gewählt.

Für die leistungsschwächeren SchülerInnen wurden die Lernmaterialien anhand der Merkmale von klarer Strukturierung und Scaffoldingmaßnahmen, der Verwendung von Symbolik für die einzelnen Versuchsschritte sowie der Verwendung von Leichter Sprache gestaltet (s. Kap. 3.3.2). Die erste Seite enthält in einer Tabellenstruktur die benötigten Materialien, deren Symbol sowie ein Feld zum „Abhaken“. Auch hier wurde ein neuer Inhalt von einem anderen getrennt: Erst auf der folgenden Seite findet sich die Versuchsdurchführung aufgegliedert in einzelnen Versuchsschritten (s. Abb. 18). Diese zweite Seite ist außerdem durch die Verwendung Leichter Sprache bei den einzelnen Schritten, deren symbolische Darstellung und ein Feld zum „Abhaken“ strukturiert.

Weitere Strukturierungen, die sich auf beiden Versionen wiederfinden, sind die Phasenbezeichnung am oberen Rand des ABs sowie durch das Symbol in der rechten Ecke. Außerdem soll durch die Benennung „Was beobachtet Milla? Schau genau!“ eine Fokussierung der Lernenden auf das Ziel der Aufgabe vorgenommen werden. Im unteren Bereich des ABs finden sich Arbeitsaufträge bzw. Fragestellungen, die die SchülerInnen beantworten sollen. Diese sind ebenfalls durch Symbole jeweils links vom Text unterstützt, was der Leserichtung entsprechen soll.

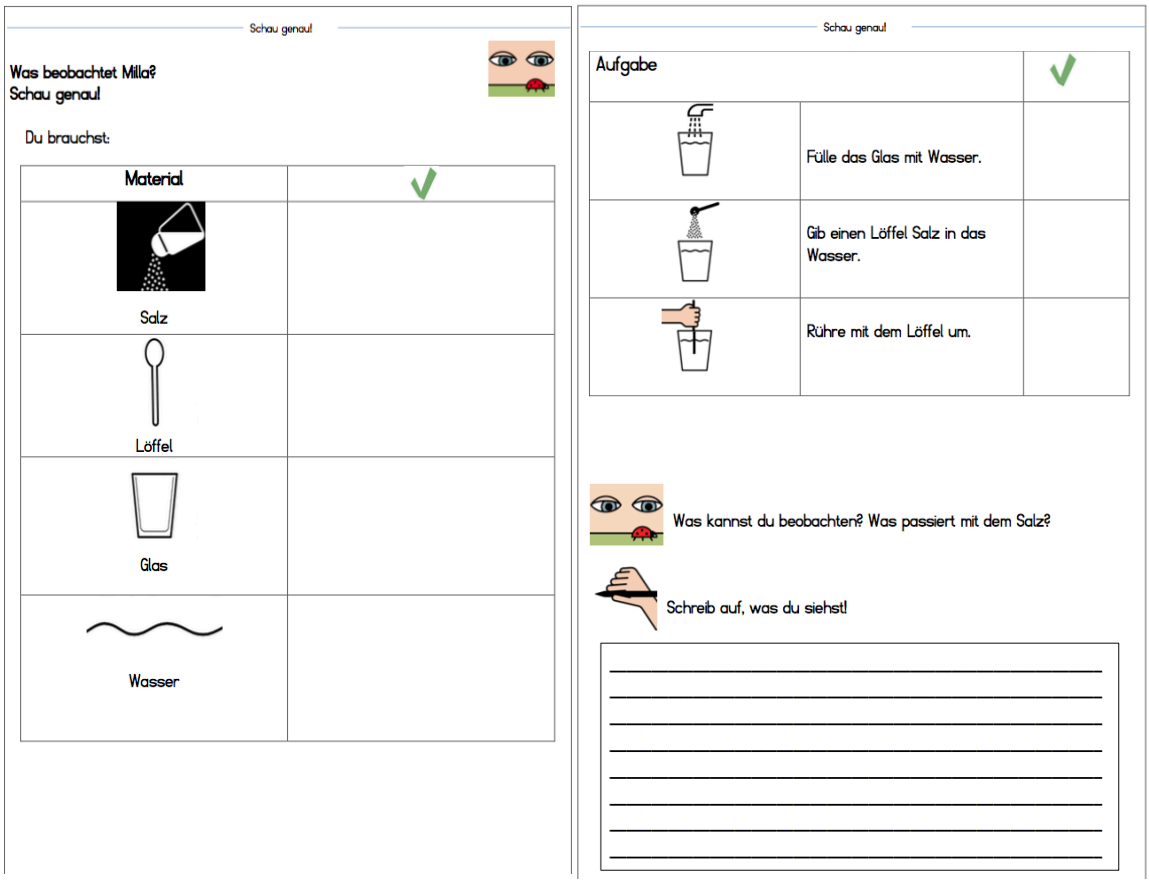


Abb. 18: Lernmaterialien der Phase "Schau genau!" für leistungsschwächere SchülerInnen; Lösevorgang

Immer dann, wenn eine Beobachtung gefordert wird, wird das Symbol „beobachten“ eingesetzt und wenn etwas aufgeschrieben werden soll ein Symbol bei dem eine Hand einen Stift hält. Bereiche, in denen geschrieben werden kann, werden durch Kästen mit Linien darin definiert. Diese grundsätzlichen Gestaltungsmerkmale wurden auch für die weiteren Lernmaterialien umgesetzt. Durch diese Art der Gestaltung soll es ermöglicht werden, möglichst allen SchülerInnen einen Zugang zum Material zu eröffnen (s. Kap. 3.3.2). Außerdem sollen die SchülerInnen so an den Ablauf von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen in vorstrukturierter Form herangeführt werden.

Als Experimentiermaterialien werden Bechergläser eingesetzt, bei denen darauf geachtet wird, dass sie noch keine „Macken“ aufweisen. Denn in den ersten Interviews hat sich be-

reits gezeigt, dass SchülerInnen diese Stellen zum Teil als „kleine Salzstücke“ interpretieren. Um Lichtbrechungen oder Ähnlichem vorzubeugen, ist es sinnvoll, dass die Gläser glatte Ränder aufweisen, also nicht gewölbt sind. Die Aufbewahrungsbehälter für das Salz wurden beschriftet (s. Abb. 19). Da herkömmlichem Tafelsalz meist Rieselstoffe zugeführt werden und diese zu Trübungen des Wassers führen, wurde reines Natriumchlorid verwendet. Um Schwebstoffe im Wasser zu vermeiden, wurde den SchülerInnen destilliertes Wasser in abgefüllten und beschrifteten Flaschen bereitgestellt.

Abb. 19: Material zur Phase "Schau genau!"; Lösevorgang

Entwicklung der Multiple-Choice Aufgabe – Was denkst du?

In Anlehnung an choice²learn zielt in choice²explore die Phase „Was denkst du?“ auf die Bewusstwerdung der eigenen Vorstellung zum Phänomen für die SchülerInnen ab. Dabei sollen die unterschiedlichen Vorstellungen der SchülerInnen zum fokussierten Phänomen wertgeschätzt und ernstgenommen werden und als Ansatzpunkt für die weitere Gestaltung des Unterrichts dienen (vgl. Kap. 2.2.1, Kap. 3.1.1).

Sowohl im Projekt von Egbers (2017) zu choice²learn als auch in der vorangegangenen Interviewstudie in diesem Projekt wurden positive Erfahrungen mit der Diagnoseaufgabe im Multiple-Choice Format als Aufgabenstellung verzeichnet. Marohn (2008) betont in diesem Zusammenhang, dass diese Aufgabenart der Diagnose von Vorstellungen „Fehler“ als Chance betrachtet, einen Aufforderungscharakter an sich besitzt, sie Einzelleistungen der SchülerInnen sichtbar und somit auswertbar macht. Weiterhin sind diese Aufgaben nicht nur produkt- sondern auch prozessorientiert, da sie eine Begründung zur Auswahl fordern. Die Aufgaben fokussieren darauf, was im Kopf der SchülerInnen stattfindet, denn sie sollen deren Vorstellungen abbilden. Multiple-Choice Aufgaben können daher eine Schnittstelle zwischen Lern- auch Leistungsaufgaben bilden (Marohn, 2008). In choice²learn und choice²explore werden sie im Unterricht an sich als reine Lernaufgaben eingesetzt, da sie es den SchülerInnen ermöglichen, sich ihrer Vorstellung bewusst zu werden: Die SchülerInnen entscheiden sich bewusst für eine und gegen andere Antworten. Im Rahmen der Analysen der Vorstellungsentwicklungen werden die gewählten Antworten der SchülerInnen im Rahmen der Diagnoseaufgabe zur Beschreibung der Vorstellungen zu Beginn des Unterrichts genutzt. Folgende Merkmale formuliert Marohn (2008) zur Gestaltung solcher Diagnoseaufgaben:

- Die Fragestellung beruht auf einem einzelnen Problem.
- Es existiert eine eindeutige Lösung.
- Die Distraktoren wurden durch eine analoge offene Aufgabe empirisch ermittelt.
- Jeder Distraktor repräsentiert nur eine Vorstellung.
- Die „richtige" Lösung repräsentiert nur die wissenschaftlich gültige Vorstellung.
- Die Anzahl der Auswahlantworten ist überschaubar (ca. drei bis fünf).
- Die Auswahlantworten sind voneinander unabhängig und schließen sich gegenseitig aus.
- Die Auswahlantworten sind bezüglich Länge, Konstruktion und Sprache in etwa vergleichbar.
- „Verdächtige" Wörter wie „immer" oder „nur" werden vermieden.
- Das verwendete Vokabular ist einfach und vertraut. (S. 66)

Die Fragestellung zum Lösen von Salz in Wasser lautet: „Was passiert mit dem Salz?"
Aufbauend auf den Ergebnissen der Zusammenstellung der Schülervorstellungen zum Lösen von Salz bzw. Zucker in Wasser und den erfassten Vorstellungen der befragten SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf wurden die Distraktoren zur Aufgabe erstellt. Für die Formulierung der wissenschaftlich gültigen Vorstellung wurde sich an der didaktisch reduzierten Formulierung nach Eilks (2007) (s. Kap.2.3.1 bzw. 2.2.2.1) orientiert. Da der Begriff der „Teilchen" auch in den ersten Interviews von SchülerInnen selbst verwendet wurde, schien es eine vertraute und der SchülerInnensprache nahe Formulierung zu sein. Es wurde versucht, möglichst gleichförmige Formulierungen der Distraktoren zu verwenden. Die fiktiven Kinder stellen die Ideen vor, um den einzelnen Ideen ihre Berechtigung zu geben. So sollte vermieden werden, dass einzelne SchülerInnen das Gefühl haben, „alleine" mit ihrer Vorstellung zu sein. Außerdem fokussiert die Frage „Was denkst du?" darauf, dass die SchülerInnen tatsächlich ihrer Intuition nachgehend die Frage beantworten sollen. Weitere Elemente, die bereits in Bezug auf ABs der anderen Phasen beschrieben wurden, wurden ebenfalls verwendet (Phasenzuordnung, Kasten, Symbolik, Kasten für Text). Die SchülerInnen bearbeiten diese Aufgabe in Einzelarbeit. Abbildung 20 zeigt das Arbeitsblatt.

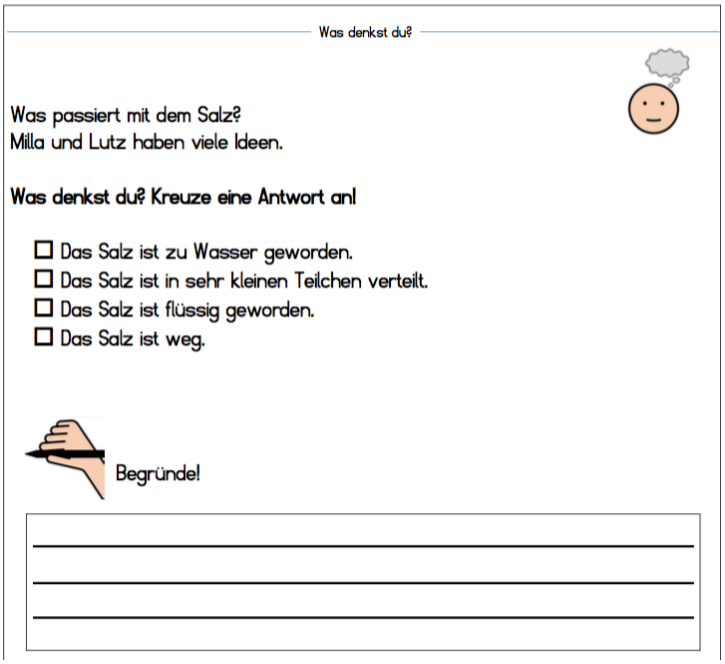


Abb. 20: Lernmaterial zur Phase "Was denkst du?"; Lösevorgang

Entwicklung der Lernimpulse – Find es heraus!

In der Phase „Find es heraus!" sollen die Ideen, die der nicht wissenschaftlichen Idee entsprechen, aus der Phase zuvor überprüft werden. Jeder Lernimpuls dieser Phase fokussiert eine zu überprüfende Idee und stellt die SchülerInnen vor einen kognitiven Konflikt. In ähnlicher Weise werden auch in choice²learn Vorstellungsentwicklungen angeregt (Egbers, 2017). Um einen kognitiven Konflikt zu initiieren, ist es entscheidend, dass dieser überzeugend ist. Aus diesem Grund wurde sich dafür entschieden, die Impulse und ihre Abläufe stark zu strukturieren und die SchülerInnen durch die Durchführung der Versuche zu leiten. Eine offene Herangehensweise, bei der die SchülerInnen eigene Ideen zur Überprüfung von ihren Vorstellungen entwickeln, hätte auch eine Möglichkeit dargestellt, jedoch andere Ziele im Blick gehabt. Die Entwicklung von Fragestellungen und eigener Versuchsaufbauten in Richtung eines offenen Experimentierens würde bspw. eher auf die Förderung von experimenteller Kompetenz abzielen. Da in diesem Fall jedoch die Initiierung von kognitiven Konflikten und Vorstellungsentwicklungen im Fokus stand, wurde sich darauf konzentriert, Lernimpulse zu generieren, die zwar stark das Vorgehen der SchülerInnen vorgeben, aber sie in der (Weiter-)Entwicklung ihrer Vorstellungen unterstützen und überzeugen (vgl. Kap. 2.2.1; 3.3.2.4).

Die Vorgehensweise ist im Vergleich zu choice²learn stärkert strukturiert. Zu jedem der Lernimpulse wurde ein Kontext entwickelt, der durch die fiktiven Kinder Milla und Lutz im Plenum eingeführt wird. Dann führen die SchülerInnen in ihren Kleingruppen einen Versuch durch, der ihnen im Sinne eines kognitiven Konfliktes die Grenzen der jeweiligen Idee aufzeigen soll. Abschließend halten die SchülerInnen in einem gemeinsamen „Forscherprotokoll" je Kleingruppe fest, ob sie die jeweilige Idee streichen können (s. Abb. 21).

Außerdem sollen sie das Streichen gemeinsam begründen. Das Forscherprotokoll ist in Tabellenform strukturiert und die Aufgabenstellungen sind sowohl sprachlich formuliert als auch durch symbolische Darstellungen unterstützt. Für das „Durchstreichen“ stehen ein Bleistift sowie die Buchstaben „abc“ hinter einem roten Kreuz. Für die Frage nach der Begründung wurde das Symbol „Warum“ aus den Metacomsymbolen eingesetzt sowie das Symbol zum Aufschreiben (s.o.).

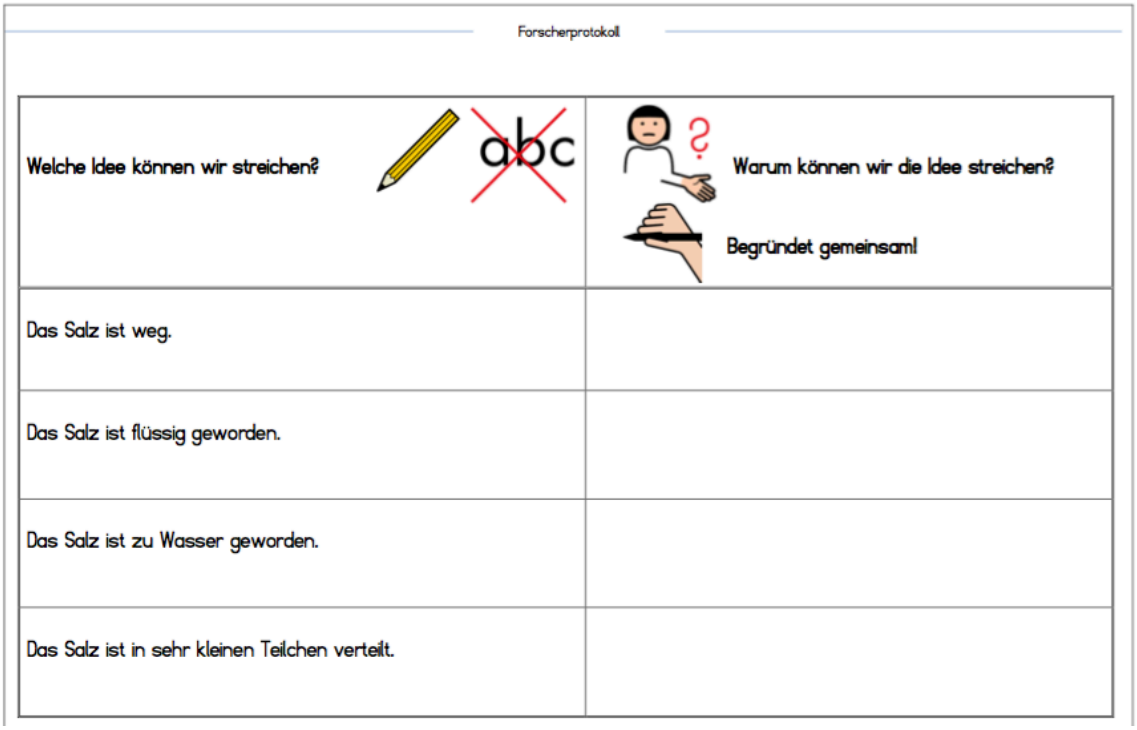


Abb. 21: Forscherprotokoll; Lösevorgang

Lernimpuls zur Idee „Das Salz ist weg.“

Der Lernimpuls verfolgt das Ziel, den SchülerInnen zu verdeutlichen, dass das Salz noch im Wasser vorhanden ist. Ein einfaches „Schmecken“ des Salzes im Wasser wurde nicht umgesetzt, da Untersuchungen zu Schülervorstellungen aus der Literatur daraufhin deuten, dass SchülerInnen u. a. davon ausgehen, dass das Salz lediglich in die Funktion des Salzens übergeht (vgl. Kap. 2.2.2.1). Daher wurde sich dazu entschieden, das Salz durch das Verdampfen des Wassers von diesem zu trennen. Dafür erhitzen die SchülerInnen etwas Wasser, in das sie zuvor Salz gegeben haben, über einem Teelicht. Als Gestell und Schale werden ein Sektflaschendrahtgestell, eine Agraffe, sowie dessen kleines Plättchen verwendet. Eine leere Erdnussdose, die umgedreht, angesprüht und überklebt wurde, dient als Unterbau für das Teelicht, das hierauf mit Heißklebe befestigt wurde. Die Dose wird bereits vor dem Unterricht vorbereitet und die Agraffe wird etwas auseinandergebogen. Die SchülerInnen stellen das Drahtgestell über das Teelicht und legen das Plättchen mit seiner

Wölbung nach unten darauf. Dieser Aufbau entfernt das Teelicht räumlich etwas von den entflammbaren Lernmaterialien. Der Aufbau entspricht der Abbildung 22.

Abb. 22: Versuchsaufbau im ersten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang

Abbildung 22 zeigt im rechten Bild, was die SchülerInnen nach dem Verdampfen des Wassers in der Schale sehen können. Intendiert wird, dass die SchülerInnen das weiße Pulver, das sie sehen können, als Salz interpretieren. Die intendierte Begründung auf dem Forscherprotokoll wäre demnach: „Wir können die Idee streichen, weil wir das Salz wieder sehen können/es wieder aufgetaucht ist. Das Salz kann nicht weg sein."
Der Einstieg in den Lernimpuls erfolgt wieder durch Milla und Lutz, die ihren Topf auf dem Herd haben stehen lassen, in dem Lutz etwas beobachtet. Auf dem Lernmaterial finden sich wieder die Phasenbeschreibung und das Phasensymbol sowie die Fokussierung auf die zu überprüfende Idee „Ist das Salz weg? Find es heraus!" (s. Abb. 23).

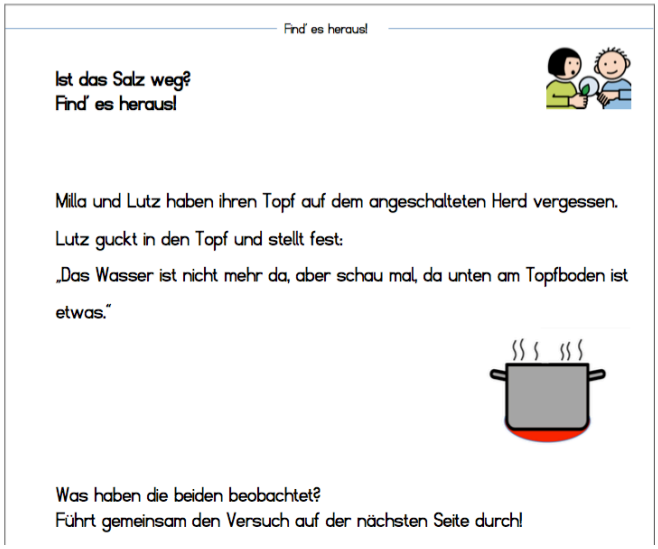


Abb. 23: Kontext zum ersten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang

Die Lernmaterialien, die die SchülerInnen dann in der Kleingruppe bearbeiten, lagen zu diesem Zeitpunkt, vergleichbar zur Phase „Schau genau!", differenziert vor. Die stärker strukturiere Form ist vom Aufbau vergleichbar zur Phase „Schau genau!": Auf der ersten Seite finden die SchülerInnen die benötigten Materialien und auf der Seite darauf die Ver-

suchsschritte in bereits beschriebener strukturierter Form (s. Abb. 24). An diesem Lernmaterial wird deutlich, dass auch eigenständig Symbole entwickelt wurden, wie das Drahtgestell.

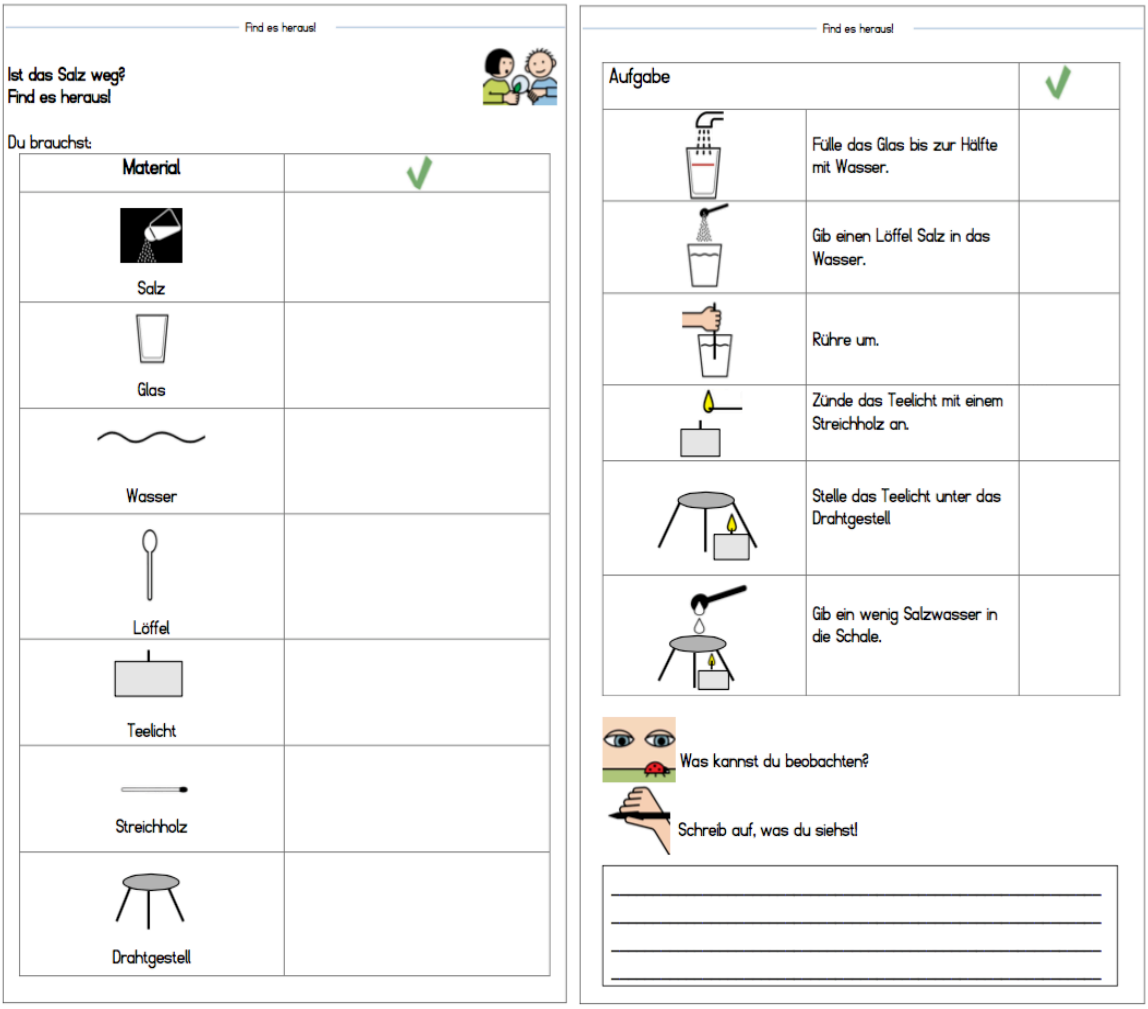


Abb. 24: Lernmaterial zum ersten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang

Lernimpuls zur Idee „Das Salz ist flüssig geworden."

Aus den Interviews wurde deutlich, dass die SchülerInnen davon ausgehen, dass das Salz „mit dem Wasser" zusammen flüssig wird, oder vor allem auch, dass es schmilzt. Dieser Lernimpuls befasst sich daher mit dem Erwärmen von Salz und fokussiert die Wärme als Notwendigkeit zum Aggregatzustandswechsel. Im Kontext zu diesem Lernimpuls überlegt Lutz, dass Schokolade beim Erwärmen im Topf flüssig wird und fragt sich, ob dies auch beim Salz der Fall ist (s. Abb. 25). Der Lernimpuls lenkt den Blick darauf, dass ein Stoff lediglich durch den Aggregatzustandswechsel flüssig wird. Die Möglichkeit, durch Druckveränderungen einen Aggregatzustandswechsel zu beeinflussen, wurde aufgrund didaktischer Reduktion nicht einbezogen. Dies begründet sich zum einen darin, dass den SchülerInnen Aggregatzustandswechsel aufgrund von Druckveränderungen eher nicht aus dem

Alltag bekannt sind. Zum anderen wäre die Umsetzung von Versuchen hierzu in Klassenräumen der Grundschule problematisch. Daher prüfen die SchülerInnen, ob das Salz beim Erhitzen über einem Teelicht schmilzt. Sie verwenden dieselben Materialien wie beim Lernimpuls zuvor. Nach etwas Wartezeit können die SchülerInnen keine Veränderung des Salzes erkennen, sodass sie schlussfolgern können, dass die Hitze der Kerze nicht ausreicht, um das Salz flüssig werden zu lassen. Um nun einen Ausschluss der Idee durchzuführen, muss noch ein Vergleich zum Salz im Wasser hergestellt werden: Das Wasser, in das die SchülerInnen das Salz geben ist kälter als die Kerze. Demzufolge ist das Wasser nicht warm genug, um das Salz zu schmelzen. Das Salz kann demnach im Wasser nicht flüssig geworden sein. Die intendierte Begründung auf dem Forscherprotokoll wäre demzufolge: „Wir können die Idee streichen, weil selbst die Wärme der Kerze nicht ausreicht, um das Salz zu schmelzen. Es kann auch im kalten Wasser nicht flüssig geworden sein."

Abb. 25: Kontext zum zweiten Lernimpuls der Phase „Find es heraus"; Lösevorgang

Der Einstieg in den Lernimpuls erfolgt mit der Überlegung, was benötigt wird, um etwas zu verflüssigen. Lutz beschreibt dazu, dass er Schokolade erwärmt, um Plätzchen zu verzieren.

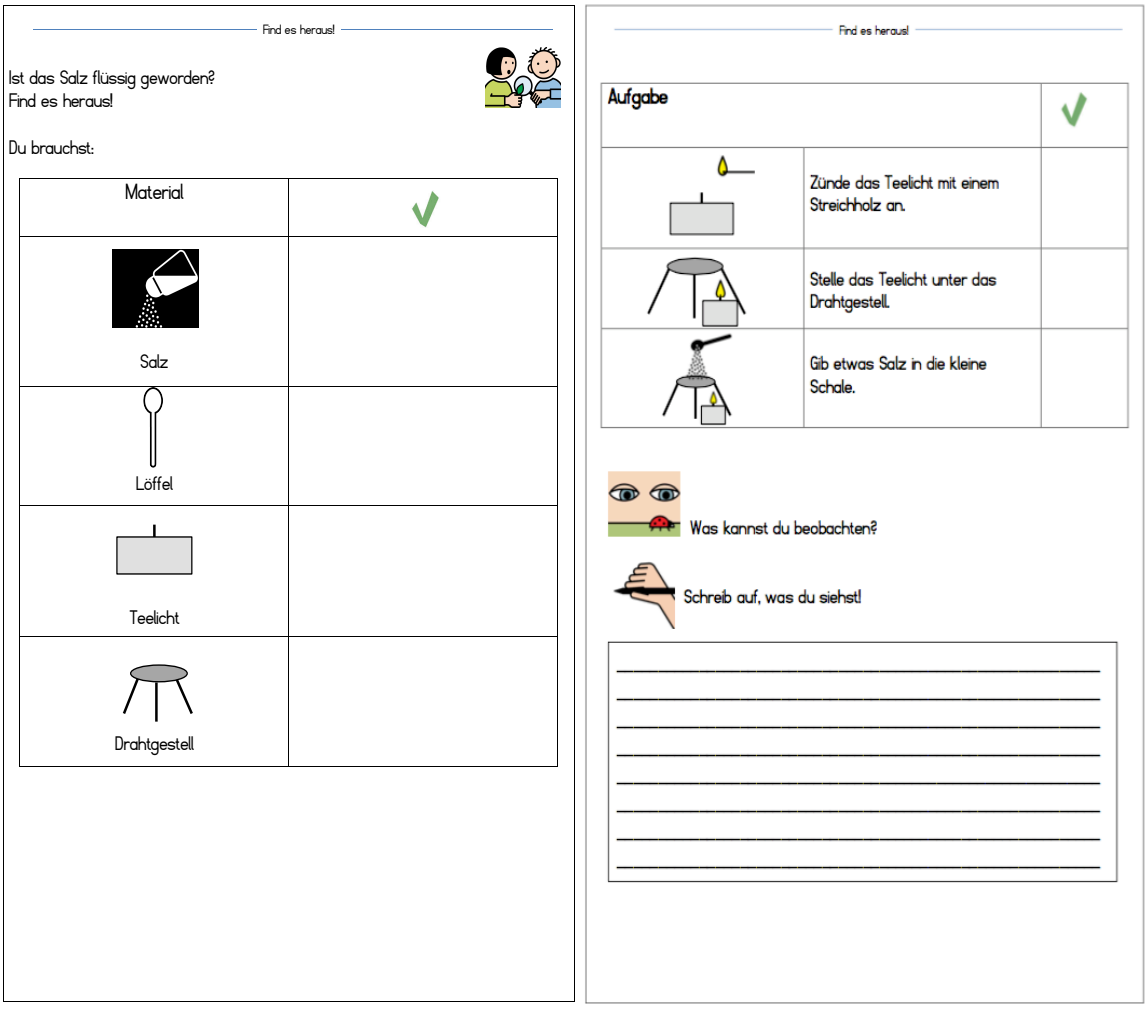


Abb. 26: Lernmaterial zum zweiten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang

Der Aufbau der Lernmaterialien ist vergleichbar zu dem bereits beschriebenen ersten Lernimpuls (s. Abb. 26).

Lernimpuls zur Idee „Das Salz ist zu Wasser geworden."

Hinter dieser Idee steckt die Vorstellung, dass das Salz sich in einen anderen Stoff, nämlich Wasser, umwandelt. Daher steht zu Beginn des Lernimpulses die Überlegung, was es bedeuten würde, wenn das Salz zu Wasser geworden wäre: Es wäre nur Wasser im Glas. Milla und Lutz wollen daher das Wasser, in das sie Salz gegeben haben, mit Leitungswasser vergleichen (s. Abb. 27). Auch wenn bereits in Lernimpuls eins gezeigt wurde, dass das Salz nicht weg ist und demnach noch im Wasser ist, bleibt diese Vorstellung als mögliche Antwort für die SchülerInnen bestehen. Dies hat sich in den vorangegangenen Interviews, aber auch in weiteren Erprobungen gezeigt, denn die SchülerInnen beschreiben, dass das Salz zunächst zu Wasser und durch das Erhitzen wieder zu Salz umgeformt werde. Der Lernimpuls fokussiert daher auf die Unterscheidung von Stoffen auf der Grundlage ihrer Eigenschaften und zwar im Besonderen auf das Merkmal der Dichte. Die SchülerInnen verglei-

chen Wasser, in das Salz gegeben wurde, mit Leitungswasser und werfen dazu je ein gleichgroßes Stück Kartoffel hinein. Sie können beobachten, dass die Kartoffel im Leitungswasser untergeht und im Wasser mit Salz darin schwimmt. Wäre das Salz zu Wasser geworden, müssten beide Kartoffelstücke zu Boden sinken. Da dies nicht der Fall ist, können die SchülerInnen schließen, dass nicht nur Wasser im Glas ist. Eine intendierte Begründung auf dem Forscherprotokoll würde lauten: „Wir können die Idee streichen, da eine Kartoffel schwimmt und die andere auf den Boden sinkt. Es ist nicht nur Wasser im Glas/ Das Salz ist nicht zu Wasser geworden."

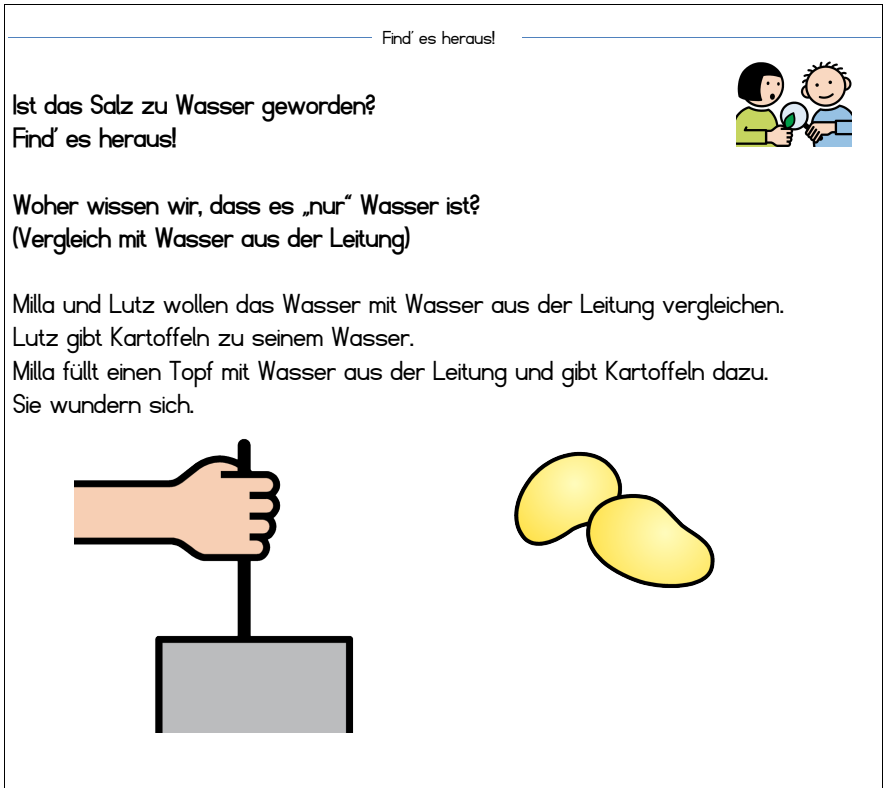


Abb. 27: Kontext zum dritten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang

Auch hier ist der Aufbau der Lernmaterialien vergleichbar zu bei den bereits beschriebenen Lernimpulsen gestaltet (s. Abb. 28).

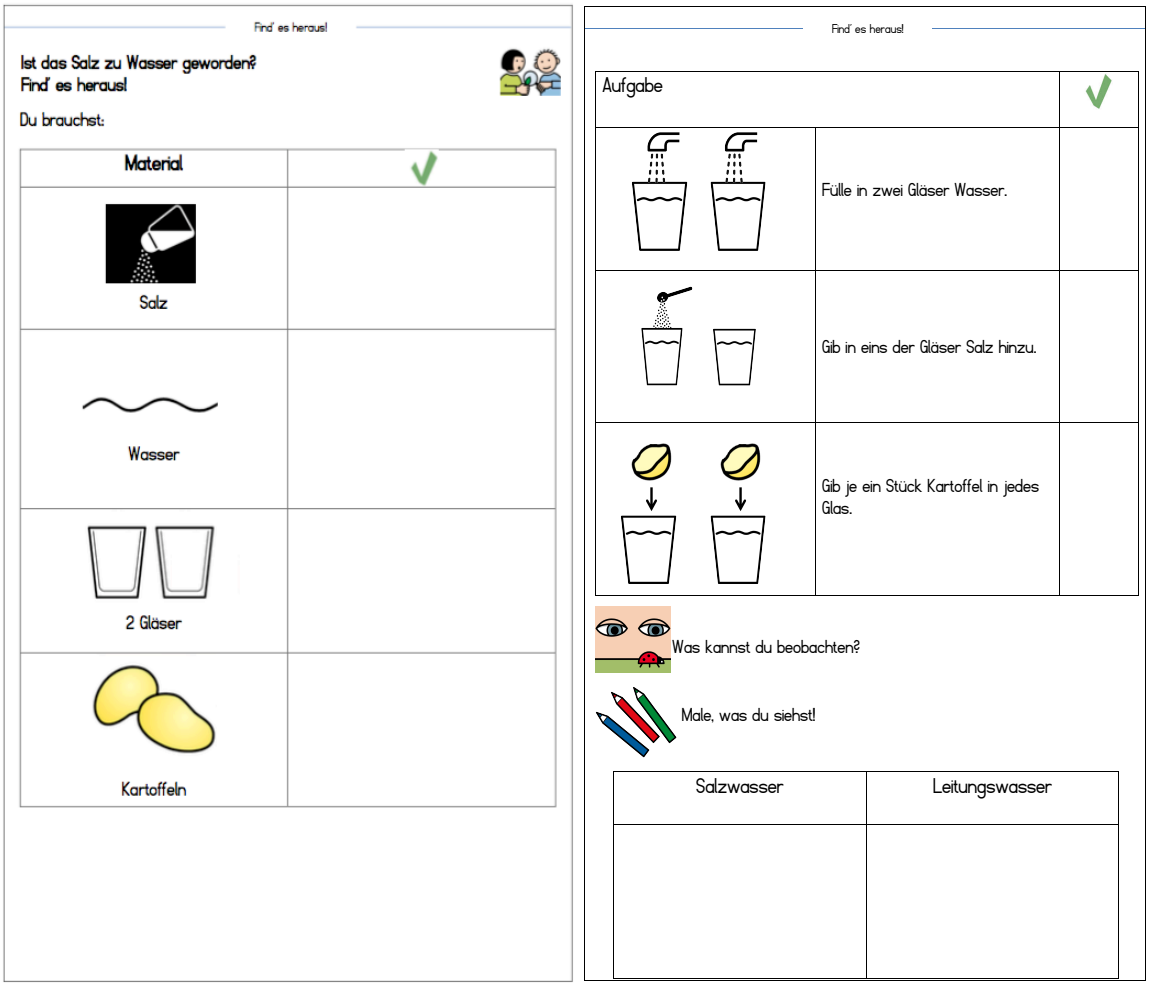


Abb. 28: Lernmaterial zum dritten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang

Entwicklung der Darstellung im Modell – Erklär es mir!

In der Phase „Erklär es mir!" soll die fachwissenschaftlich anschlussfähige Erklärung mit Fachwörtern benannt sowie im Modell veranschaulicht werden. Dazu wird darauf hingewiesen, dass Forscher bestimmte Wörter verwenden, wenn sie etwas beschreiben. Zur Einführung des Modells wird mit den SchülerInnen zunächst die Frage geklärt, was ein Modell sein kann. Modelle, die sie aus dem Alltag kennen werden besprochen (z. B. Quietscheente, Modellauto, das Bauen von Häusern mit Bausteinen) und deren Merkmale herausgestellt. Die Modelle, die die SchülerInnen aus ihrem Alltag kennen sind meist Verkleinerungen der Originale. Daher soll hier darauf fokussiert werden, dass man mit Hilfe von Modellen auch etwas darstellen kann, das zu klein ist, um es wahrzunehmen. Zur modellhaften Darstellung des Lösevorgangs wurde ein konkretes Anschauungsmodell entwickelt. Rote Legosteine stellen die Salzteilchen, gelbe Legosteine die Wasserteilchen dar. Die Verwendung von Legosteinen und das Handeln mit diesen hat sich bereits in den ersten Interviews als gewinnbringend herausgestellt (s. Kap. 5.2.1). Den SchülerInnen sind Legosteine und das Spielen mit diesen vertraut. Außerdem erfüllen die Steine das Merkmal der Unähnlichkeit des Ähnlichen (vgl. Kap. 2.3). Ein weiterer Vorteil, den die Legosteine mit

sich bringen, ist, dass sie nicht in Kugelform vorliegen. Wie oben erläutert vermuten Fachdidaktiker hinter der Verwendung der Kugelform sowohl für Teilchen, welche für Atome, Moleküle oder Ionen stehen können, die Entstehung von Schülervorstellungen (s. Kap. 2.3). Es wurden gelbe und rote Steine gewählt, die die gleiche Größe haben. Dabei wurde bewusst von blauen und weißen Steinen als Wasser bzw. Salz abgesehen. Dies zielte darauf ab, der Entwicklung möglicher Vorstellungen vorzubeugen, dass einzelne Teilchen eines Stoffes gleiche Merkmale, wie bspw. die Farbigkeit, aufweisen wie der Stoff, der aus diesen besteht. In Bezug auf die Teilchengröße wurde eine didaktische Reduktion vorgenommen, indem gleiche Größen verwendet werden. Es wird sowohl bei dem Wasser, als auch beim Salz von „Teilchen" gesprochen, auf weitere fachliche Erläuterungen im Sinne von Molekülen oder Ionen wird verzichtet. Diese Reduktion begründet die Verwendung gleicher Größen. Ansonsten müsste bereits für die Darstellung des Lösevorgangs von Zucker in Wasser auf andere Legosteine und Größen zurückgegriffen werden. Ziel war es jedoch, mit dem Modell verschiedene Lösevorgänge darstellen zu können.

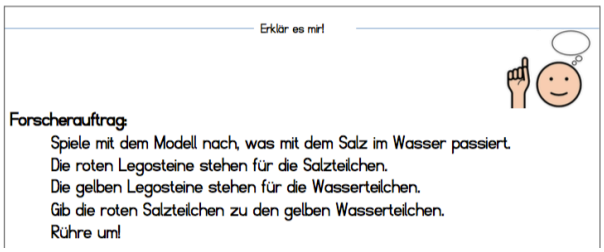


Abb. 29: Forscherauftrag zur Phase "Erklär es mir!"; Lösevorgang

Abb. 30: Legosteinmodell zum Lösevorgang

Die SchülerInnen geben zunächst gelbe Legosteine in ein großes Becherglas und geben wenige rote Steine dazu. Dann rühren sie mit einem Löffel um (s. Abb. 29, 30). Dabei beschreiben sie, dass sich die roten Legosteine zwischen den gelben verteilen. Sie sind auch nicht mehr so gut zu sehen. Sie können aber wieder voneinander getrennt werden. Die Abbildung 31 zeigt das Lernmaterial mit der fachlichen Beschreibung des Lösevorgangs, die mit den SchülerInnen in dieser Phase erarbeitet wird.

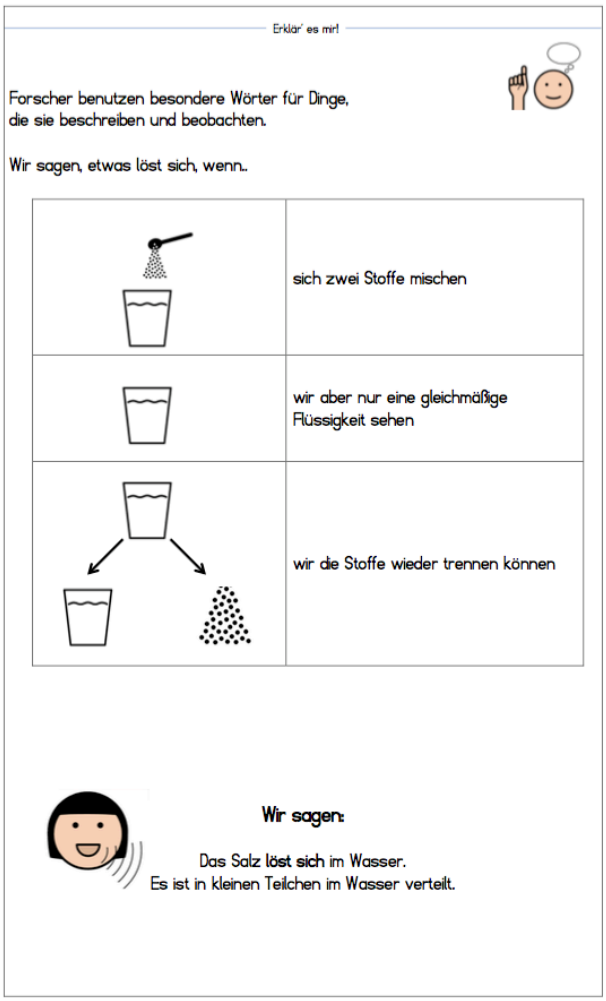


Abb. 31: Lernmaterial zur Phase "Erklär es mir!"; Lösevorgang

Entwicklung der Phase – „Weiter geht's!"

In der letzten Phase des Unterrichtskonzeptes soll es den SchülerInnen ermöglicht werden, das Phänomen in einem anderen Kontext zu erfahren bzw. ihr Wissen zu erweitern. Eine ähnliche Phase findet sich auch in choice²learn wieder (vgl. Kap. 2.2.1.4). Es wurden mit Hilfe der bereits beschriebenen Strukturierungen und der Verwendung von Symbolik und Leichter Sprache verschiedene Lernimpulse entwickelt, von denen zwei beispielhaft vorgestellt werden sollen.

Ein Lernimpuls zielt auf die Übertragung des Lösevorgangs von Salz auf das Lösen von Zucker in Wasser ab (s. Abb. 32). Im Fokus steht hierbei vor allem, dass die SchülerInnen die erlernten Fachwörter noch einmal anwenden. Bei einem weiteren Impuls beschäftigen sich die SchülerInnen mit der Begrenztheit der Löslichkeit von Salz in Wasser (s. Abb. 33).

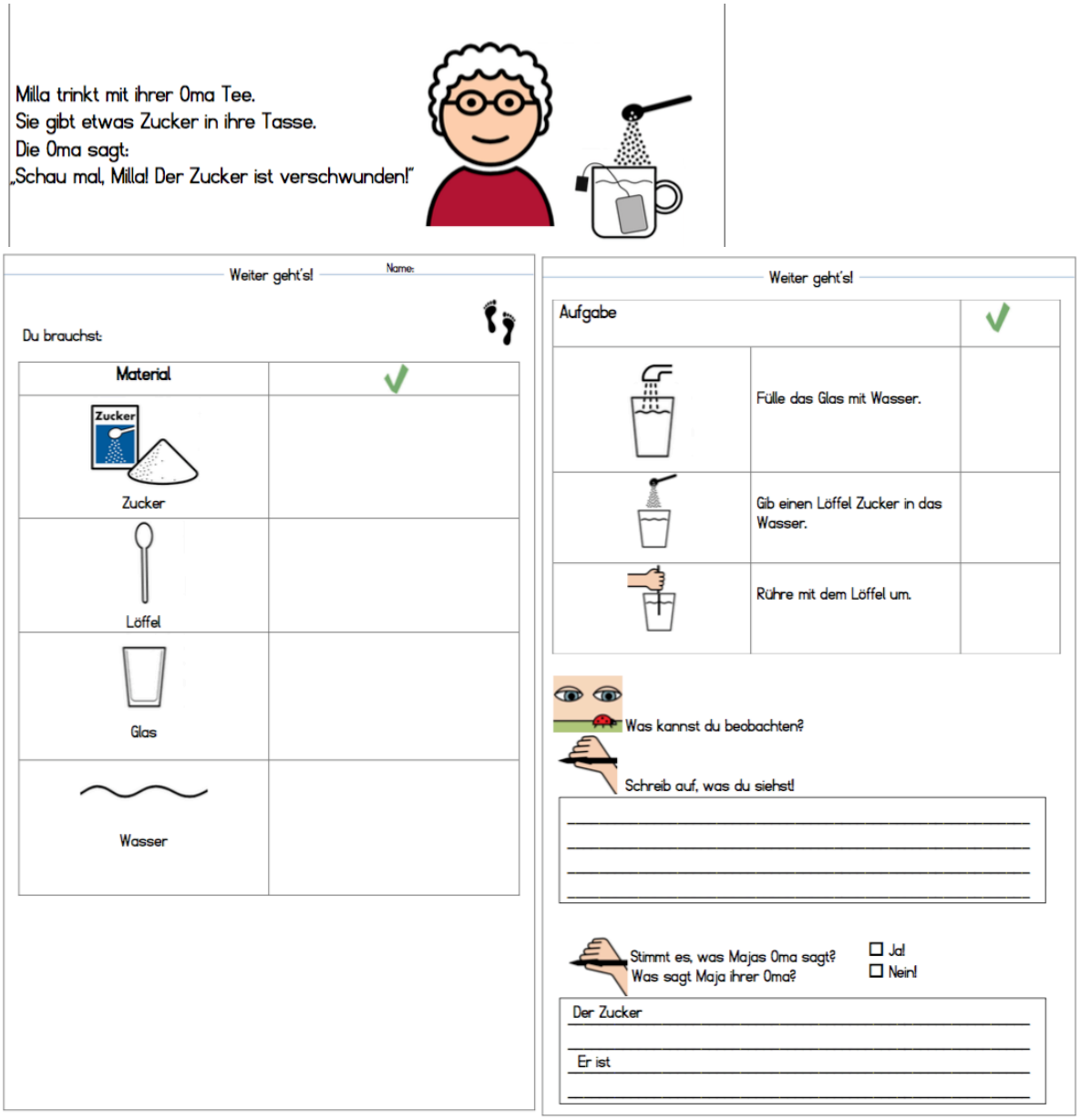


Abb. 32: Kontext und Lernmaterial 1 zur Phase "Weiter geht's!"; Lösevorgang

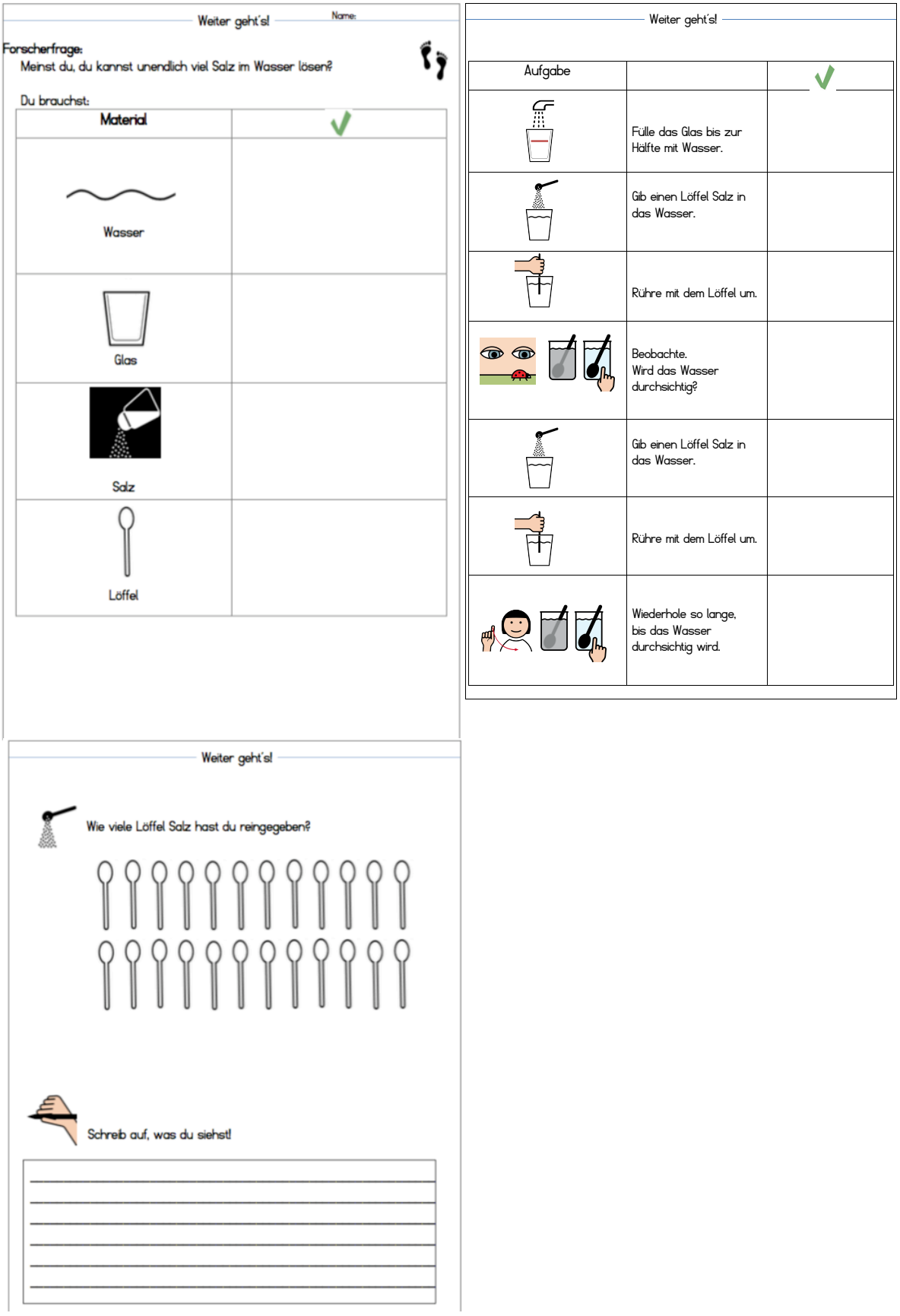


Abb. 33: Lernmaterial 2 zur Phase "Weiter geht's!"; Lösevorgang

Die so konstruierte Unterrichtskonzeption choice2explore wurde zunächst innerhalb von Einzelinterviews erprobt (Mesozyklus zwei). Mit einzelnen SchülerInnen einer Klasse, deren Schule sich auf den Weg zur Inklusion macht, wurden die Phasen durchlaufen. Die SchülerInnen führten die Impulse durch und bearbeiteten die Aufgaben. Im Fokus standen hierbei das Verständnis von Lernimpulsen, Aufgabenstellungen, Formulierungen und auch die Auswahl der Symbole. Wie bereits beschrieben (s. Kap. 3.3.2.3) ist die Prüfung der Leichten Sprache durch die Betroffenen selbst ein entscheidender Punkt. Durch direkte Nachfragen konnten Rückmeldungen der Befragten hierzu eingeholt werden.

5.2.2.2 Lernmaterialien zur Verdunstung

Die Lernmaterialien zur Verdunstung wurden in enger Absprache seitens der Autorin von Yvonne Leenen im Rahmen ihrer Masterarbeit erstellt (Leenen, 2016). Aufbauend auf den Ergebnissen aus den beschriebenen Interviews mit den SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf sowie Erfahrungen zur Erstellung der Lernmaterialien zum Lösevorgang entstanden seitens der Autorin Ideen zur Gestaltung der Lernimpulse und Aufgaben für die einzelnen Phasen der Unterrichtskonzeption. Diese wurden von Frau Leenen erweitert, sodass sie für die Thematik der Verdunstung von Wasser Lernmaterialien erstellen konnte. Bei der Gestaltung orientierte sie sich an den Merkmalen der bereits vorhandenen und beschriebenen Lernmaterialien zum Lösevorgang.

Entwicklung des Kontextes – Schau genau!

Eingebettet wurde das Phänomen der Verdunstung in den Kontext des Wetters: Milla und Lutz werden beim Spielen draußen nass und beobachten, dass ihre Kleidung wieder trocknet. Die SchülerInnen erhalten kleine Stoffstücke, die in T-Shirt-Form geschnitten werden. Diese werden mit Hilfe einer Sprühflasche mit Wasser besprüht und dann an eine Wäscheleine, die im Klassenraum aufgebaut wird, gehängt. Sie beobachten, was in den kommenden Tagen passiert.

Entwicklung der Multiple-Choice Aufgabe – Was denkst du?

Zwei Tage später bearbeiten die SchülerInnen die Aufgabe zur Phase „Was denkst du?“. Die Fragestellung lautet: Was ist mit dem Wasser passiert? Die Antwortmöglichkeiten wurden in gleicher Vorgehensweise wie zum Lösevorgang aufbauend auf den Erkenntnissen der eigenen Interviewstudie und der Literaturbasis sowie anhand der Kritierien zur Gestaltung einer Multiple-Choice Aufgabe nach Marohn (2008) erstellt. Folgende Antwortmöglichkeiten wurden formuliert:

- Das Wasser ist weg.
- Das Wasser ist heruntergefallen.
- Das Wasser ist zu sowas wie Luft geworden.

- Das Wasser ist in das T-Shirt eingezogen.

„Das Wasser ist zu sowas wie Luft geworden." wurde als didaktisch reduzierte und fachlich anschlussfähige Formulierung gewählt, da sie selbst von SchülerInnen in den bereits beschriebenen Interviews verwendet wurde. Die Luft bzw. ihre Bestandteile, ist ein typischer Stoff, den die SchülerInnen in ihrem Alltag als Gas wahrnehmen. Außerdem zielt sie, wie in Kapitel 2.2.2.2 beschrieben darauf ab, dass sich der Aggregatzustand des Wassers verändert.

Entwicklung der Lernimpulse – Find es heraus!

Analog zum Lösevorgang wurde auch für die Verdunstung ein Forscherprotokoll entwickelt (s. Anhang A, S.424). Für die Überprüfung der Ideen zur Verdunstung muss immer die Zeit des Trocknens des T-Shirts einberechnet werden.

Lernimpuls zur Idee „Das Wasser ist heruntergefallen."

Hinter dieser Idee steckt die Vorstellung, dass das Wasser, während das T-Shirt an der Leine hängt, aus diesem heraus und auf den Boden tropft. Daher zielt der Lernimpuls darauf ab, zu überprüfen, ob sich unter dem T-Shirt Wasser ansammelt. Eingeleitet wird der Impuls dadurch, dass Milla unter ihren getrockneten Sachen eine Pfütze entdeckt. Die SchülerInnen tauchen zwei kleine T-Shirts in eine Schüssel mit Wasser. Das eine soll ausgewrungen werden, bis es nicht mehr tropft, und das andere wird tropfend aufgehängt. Dann sollen sie warten, bis auch das nassere T-Shirt nicht mehr tropft. Sie fühlen an den T-Shirts und notieren ihre Beobachtungen. Die SchülerInnen warten einen Tag und fühlen erneut. Außerdem sollen sie sich die Schüsseln anschauen (Leenen, 2016). Der Lernimpuls zeigt den SchülerInnen zum einen, dass das T-Shirt noch nass ist, nachdem es aufhört zu tropfen. Außerdem können sie beobachten, dass auch das Wasser in der Schüssel nach einem Tag dort nicht mehr zu sehen ist. Aus der Schüssel kann es jedoch nicht heruntergetropft sein. Eine intendierte Begründung auf dem Forscherprotokoll würde lauten: „Wir können die Idee streichen, weil das Wasser, das aus dem T-Shirt herausgetropft ist, sich nach einem Tag nicht mehr in der Schüssel befand." Bzw. „weil in beiden Schüsseln kein Wasser war."

Lernimpuls zur Idee „Das Wasser wurde vom T-Shirt aufgesogen."

Dieser Lernimpuls wird dadurch eingeleitet, dass Lutz bemerkt, dass seine nassen Sachen sich schwer anfühlen. Daraufhin überlegt Milla, ob das Wasser vom T-Shirt aufgesogen wurde. Die SchülerInnen überprüfen in diesem Lernimpuls, ob das T-Shirt auch nachdem es nass gemacht und dann wieder getrocknet wird, noch schwerer ist als zu Beginn. Zur Überprüfung dieser Idee wiegen die SchülerInnen zunächst das trockene T-Shirt, besprühen dies und wiegen es erneut. Nachdem sie es haben trocknen lassen wird es noch einmal

gewogen. Alle Ergebnisse werden in einer Tabelle notiert und dann miteinander verglichen (s. Abb. 34). Danach werden sie aufgefordert, den Prozess des Nasswerdens sowie den Trocknungsprozess noch einmal zu reflektieren (s. Abb. 35). In der Gruppe sollen sie dann überlegen, ob das T-Shirt sich verändert hat und was sie als Beobachtung erwartet hätten. Daraus sollen sie eine Schlussfolgerung ziehen und werden angeregt, eine Idee auf dem Protokollbogen zu streichen. Eine intendierte Begründung auf dem Forscherprotokoll würde lauten: „Wir können die Idee streichen, weil das trockene T-Shirt nicht schwerer ist als vorher."

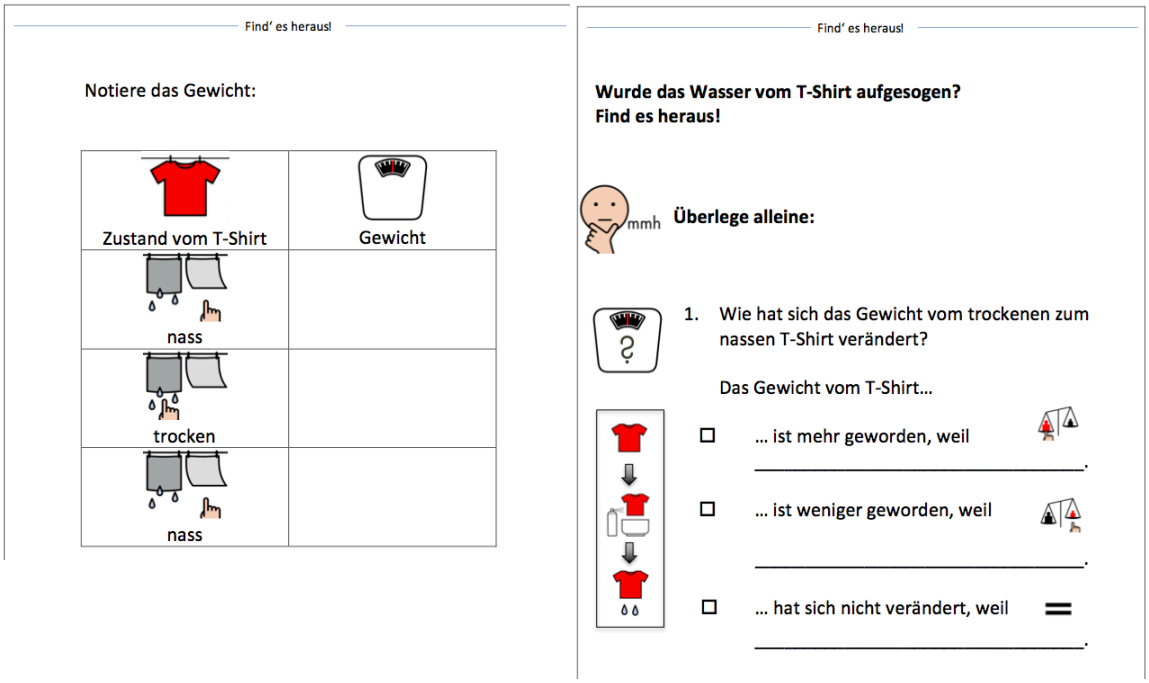


Abb. 34: Lernmaterial zum ersten Lernimpuls zur Phase "Find es heraus!"; Verdunstung

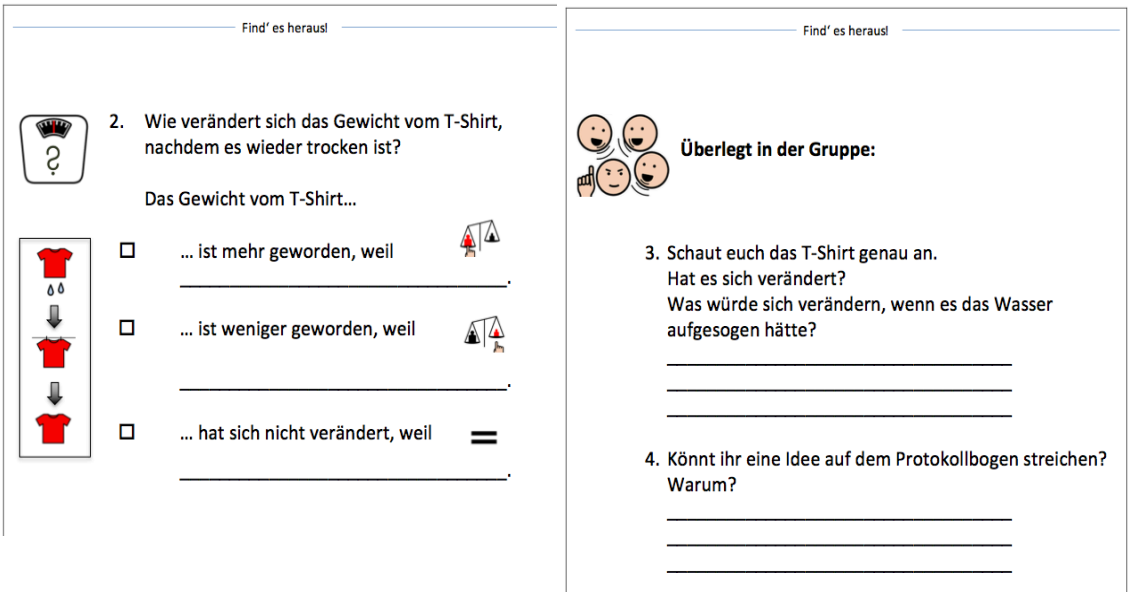


Abb. 35: Lernmaterial Teil 2 zum ersten Lernimpuls zur Phase "Find es heraus!"; Verdunstung

Lernimpuls zur Idee „Das Wasser ist weg."

Dieser dritte Lernimpuls zielt darauf ab, den SchülerInnen bewusst zu machen, dass das Wasser nicht weg sein kann, sondern es seinen Zustand verändert hat. Einleitend beschreibt Milla, dass sie das Wasser nicht finden kann. Sie überlegt, dass es wohl weg sein muss. Zur Überprüfung dieser Idee vergleichen die SchülerInnen drei T-Shirts, von denen sie zwei mit einer Sprühflasche bewässern. Die drei T-Shirts werden auf drei Schüsseln verteilt und die Schüsseln eines nassen sowie des trockenen T-Shirts werden mit Frischhaltefolie verschlossen. Die SchülerInnen warten einen Tag. Sie können dann beobachten, dass in der Schüssel ohne Frischehaltefolie ein trockenes T-Shirt liegt. Beim trockenen verschlossenen T-Shirt hat sich nichts verändert und bei dem nassen verschlossenen T-Shirt können sie kleine Tröpfchen an der Folie erkennen.

Die folgenden zwei Arbeitsblätter sollen die SchülerInnen dabei unterstützen, die Idee „Das Wasser ist weg" begründet auf dem Forscherprotokoll auszuschließen. Zunächst sollen sie überlegen, woraus die Tröpfchen bestehen und warum bei dem trockenen T-Shirt keine Tröpfchen zu sehen sind. Diese Überprüfung soll den Fokus der SchülerInnen auf den Unterschied der T-Shirts lenken: das Vorhandensein des Wassers. Somit können sie aufgrund der Veränderung lediglich einer Variable schließen, dass die Tröpfchen aus Wasser bestehen. Auch die äußere Erscheinung der Tröpfchen lässt SchülerInnen vermutlich schon schlussfolgern, dass sie Wassertröpfchen – und keine andere Flüssigkeit – erkennen. Die nächste Frage lässt die SchülerInnen überlegen, wie die Tröpfchen an die Folie geraten (s. Abb. 36). Leenen (2016) beachtet im Lernmaterial zwei mögliche Vermutungen der SchülerInnen: Die Tröpfchen wandern am Rand der Schüssel bis zur Folie hoch oder die Tröpfchen fliegen bis zur Folie.

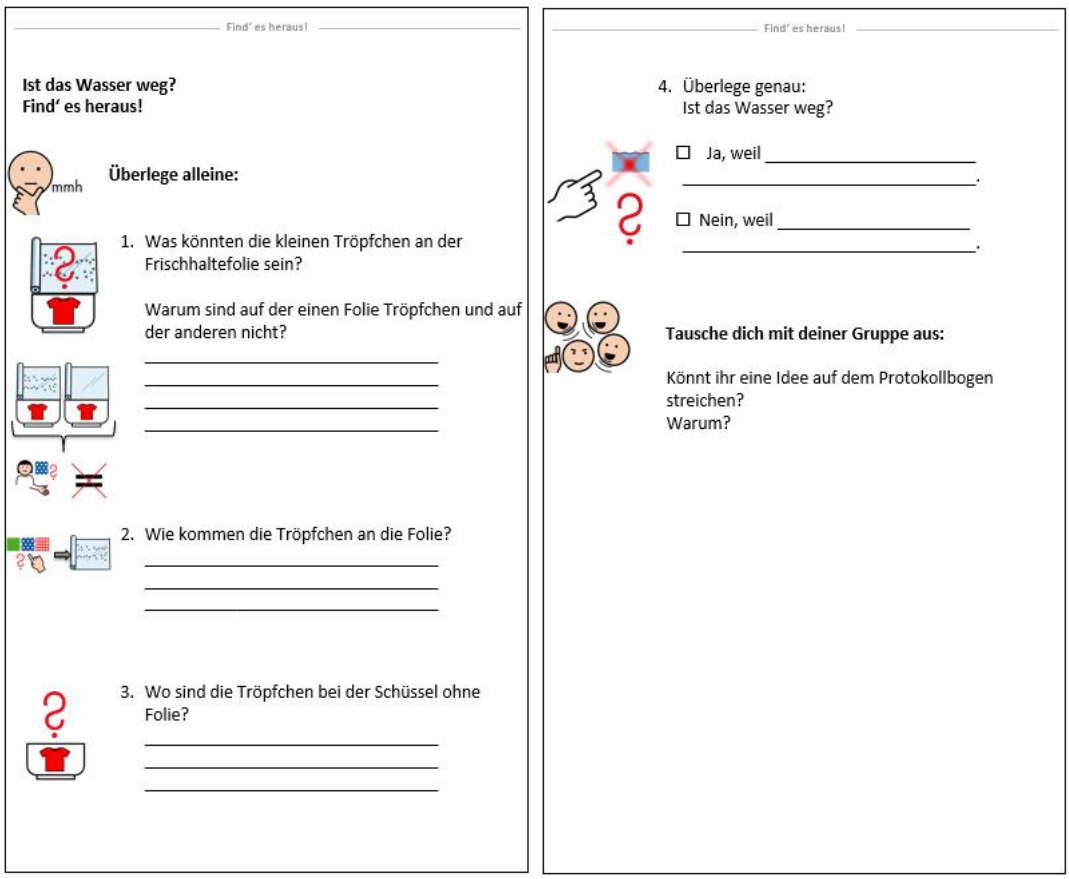


Abb. 36: Lernmaterial zum dritten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Verdunstung

Die dritte Frage lässt die SchülerInnen die Schüssel ohne Folie betrachten. Würden die SchülerInnen davon ausgehen, dass das Wasser den Rand der Schüssel hochklettert, müsste es an dieser Schüssel wieder außen herunterlaufen. Dies lässt sich jedoch nicht beobachten. Die SchülerInnen überlegen demnach, wo die Tröpfchen sich befinden, wenn sie nicht an der Folie hängen bleiben. Das Fliegen der Tröpfchen bis zur Folie kommt der fachlichen Beschreibung der Verdunstung näher. Eine ausdifferenziertere Beschreibung wird in der nächsten Phase angestrebt. Eine intendierte Begründung auf dem Forscherprotokoll würde lauten: „Wir können die Idee streichen, weil das Wasser an der Folie zu sehen ist."

Entwicklung der Darstellung im Modell – Erklär es mir!

Ziel dieser Phase ist es, den SchülerInnen deutlich zu machen, dass das Wasser nicht verschwindet, sondern sich in der Luft verteilt. In der Luft ist das Wasser nicht sichtbar, da die Teilchen sehr klein sind. Zur Veranschaulichung im Modell wurden auch hier Legosteine eingesetzt. Grüne Legosteine stehen für Luftteilchen und gelbe Legosteine für Wasserteilchen (analog zum Lösevorgang). Die SchülerInnen erhalten ein Arbeitsblatt, mit dem sie selbst die Darstellung im Modell entwickeln sollen (s. Abb. 37 linker Teil). Sie füllen ihr T-Shirt mit gelben Steinen und legen grüne Steine um das T-Shirt herum. Dann sollen sie mit den Legosteinen nachstellen, was mit dem Wasser passiert. Dabei können sie feststellen,

dass es sich noch immer um die gleichen Steine, also um Wasserteilchen, handelt. Außerdem kann ihnen deutlich werden, dass die Legosteine im T-Shirt nah beieinander liegen und sich in der Luft aber der Abstand vergrößert. Dies ist kompatibel zu einer naturwissenschaftlichen Beschreibung der Aggregatzustände flüssig und gasförmig.

Abb. 37: Lernmaterial zur Phase "Erklär es mir!"; Verdunstung

Um mit den SchülerInnen zu klären, warum sie an der Folie nun wieder Wassertröpfchen sehen, wurde dieser Aspekt in die Erklärung des Phänomens mit Fachsprache aufgenommen (s. Abb. 37 rechter Teil).

Zu dieser fachsprachlichen Erklärung schlägt Leenen (2016) zwei Alternativen vor. Zum einen, dass das Wasser blau und die Teilchen gelb dargestellt werden. Zum anderen, dass

keine Farben verwendet werden. Sie reflektiert dabei, dass das Wasser in blau den SchülerInnen aus ihrem Alltag und der Zeichnung von Wasser bekannt sei, es jedoch aus fachlicher Sicht nicht richtig ist. Außerdem merkt sie die Vermischung von Phänomen- und Teilchenebene als problematisch an.

Entwicklung der Phase – „Weiter geht's!"

Für diese Phase hat Leenen (2016) verschiedenen Lernmaterialien entwickelt, die hier nur kurz genannt werden sollen. Es wurden Lernmaterialien entwickelt, die auf die Einflussfaktoren der Verdunstung abzielen. Hierzu überprüfen die SchülerInnen den Einfluss der Oberfläche, der Wärme bzw. Kälte (Heizung, Sonne, Schatten) sowie des Windes (pusten, Föhn). Außerdem wurden Lernmaterialien zur Übertragung der Verdunstung auf einen Kontext (Duftlampe) erstellt. Die SchülerInnen werden auch dazu aufgefordert, die Verteilung der Teilchen darzustellen und weitere Stoffe zu nennen, die sie am Geruch erkennen können. Die Lernmaterialien hierzu finden sich im Anhang (s. Anhang A, S. 400 ff.).

5.3 Überarbeitung der Lernmaterialien und der Unterrichtsorganisation

In den Mesozyklen zwei, drei und vier wurden die Lernmaterialien zum Lösevorgang in unterschiedlichen Gruppengrößen und Klassen erprobt und auf der Grundlage der Erfahrungen und Reflektionen der Videografien hinsichtlich Verständnis und eigenständiger Bearbeitung der SchülerInnen in den Kleingruppen optimiert.

B2. An welchen Stellen und in welcher Weise sollten die Unterrichtskonzeption und die Lernmaterialien überarbeitet werden?

5.3.1 Datenaufnahme

Die ersten Erprobungen wurden mit einer geringen SchülerInnenanzahl durchgeführt. Zunächst wurden im zweiten Mesozyklus neun Einzelinterviews mit SchülerInnen einer dritten Klasse, deren Schule sich auf dem Weg zur Inklusion macht (vgl. Kap. 3.1.3), durchgeführt. Außerdem wurden im Rahmen des dritten Mesozyklus 14 Kleingruppenerprobungen (à drei SchülerInnen) an Grundschulen, die sich auf den Weg zur Inklusion machen, an zwei verschiedenen Standorten, durchgeführt. Dies ermöglichte es der Interviewerin, Nachfragen zu stellen, wenn die SchülerInnen eine interessante Aussage tätigten oder hinsichtlich der Interpretation der eingesetzten Symbolik und Sprache. Außerdem war es so

möglich, an problematischen Stellen, bspw. wenn die SchülerInnen nicht wussten, was sie tun sollten, einzugreifen.
Nachdem sich die Lernmaterialien innerhalb der Kleingruppenerprobungen als stabil erwiesen, also die SchülerInnen möglichst eigenständig arbeiten konnten, wurden fünf Klassen an drei verschiedenen Grundschulen unterrichtet. Alle Klassen wiesen den Lehrpersonen zufolge in sich eine hohe Heterogenität, nicht nur in Bezug auf die Leistung, auf: in allen Klassen wurden SchülerInnen mit diagnostiziertem sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf sowie SchülerInnen mit Migrationshintergrund unterrichtet. In zwei Klassen wurden SchülerInnen unterrichtet, die erst vor kurzer Zeit aufgrund von Flucht aus dem Heimatland die Klasse besuchten. Außerdem besuchten die Klassen SchülerInnen, bei denen die Lehrpersonen Schwierigkeiten im Bereich der Motivation und Aufmerksamkeit beschrieben. In den Klassenerprobungen ergaben sich unterschiedliche Anzahlen an Kleingruppen á drei SchülerInnen (7-10) insgesamt konnten 21 von 40 Kleingruppen videografiert werden. Die Plenumsphasen der Klassenerprobungen wurden ebenfalls videografiert.
Die Kleingruppen, in denen die SchülerInnen innerhalb des Projektes arbeiteten, wurden zuvor von den Lehrpersonen leistungsheterogen zusammengesetzt. Dieses Vorgehen wurde gewählt, da ein reiner kognitiver Fähigkeitstest keine umfassenden Aussagen über Leistungen im naturwissenschaftlichen Bereich zu lässt. Eine umfassendere Diagnostik aller einzelner SchülerInnen wäre nicht umsetzbar gewesen. Da die Lehrpersonen die SchülerInnen aus dem Schulalltag kennen, wird eine leistungsheterogene Zusammensetzung durch sie als realistisch eingeschätzt. Das Konzept soll in Zukunft durch Lehrpersonen im Schulalltag eingesetzt werden und auch hier wäre eine umfassende Diagnostik als Grundlage der Gruppenzusammensetzung nicht realisierbar. Zusätzlich wurden mit den Lehrpersonen, die innerhalb der Erprobungen in den Klassen anwesend waren, leitfadengestützte Interviews durchgeführt, um Rückmeldungen zum Konzept und den Materialien sowie mögliche Überarbeitungsideen zu generieren (s. Anhang B, S. 436).
Die Lernmaterialien zum Lösevorgang wurden deutlich umfassender erprobt als die Materialien zur Verdunstung. Die Erprobung letzterer in zwei zweiten Klassen einer Grundschule, die sich auf den Weg zur Inklusion macht (vgl. Kap. 3.1.3), lag zeitlich deutlich hinter den Erprobungen des Materials zum Lösevorgang, nämlich im neunten Mesozyklus. Vor der Erprobung konnten daher auf der Grundlage der Erfahrungen zum Lernmaterial Lösevorgang einige Veränderungen vorgenommen. Die Erprobungen der Lernmaterialien zur Verdunstung wurden von einer studentischen Hilfskraft teilnehmend beobachtet, sodass auf der Grundlage dieser Erfahrungen weitere Optimierungen vorgenommen werden konnten.

5.3.2 Datenauswertung

Die Videografien der Einzelinterviews und Kleingruppenarbeiten wurden in Bezug auf auffällige Stellen durchgesehen (Wilhelm & Hopf, 2014). Im Fokus standen das Verständnis der SchülerInnen von Lernimpulsen und deren Ziele, Aufgabenstellungen, Formulierungen in Leichter Sprache und auch die Auswahl der Symbole. Im Besonderen für den Einsatz Leichter Sprache ist es entscheidend, dass die Formulierungen von den „Experten" geprüft werden (Bredel & Maaß, 2016). Es wurde außerdem überprüft, ob die Lernimpulse sich als überzeugend für die SchülerInnen herausstellen. Dies wurde daran festgemacht, ob die SchülerInnen den kognitiven Konflikt innerhalb der Lernimpulse wahrgenommen haben und intendierte Schlussfolgerungen (s. o.) daraus ziehen konnten. Verbale Unterstützungsmaßnahmen, bspw. zur Unterstützung bei Schlussfolgerungen oder Fokussierung auf Beobachtungen im Versuchsablauf, die durch die begleitenden Personen gegeben wurden, wurden ausfindig gemacht und in Form von Hinweisen nach und nach auf das Material bzw. in Form einer Überarbeitung der Versuche o. ä. übertragen. Außerdem wurden Probleme im Ablauf der Versuche aufgedeckt und die Lernmaterialien dahingehend überarbeitet. Das Ziel der Überarbeitungen war ein möglichst reibungsloser Ablauf des eigenständigen Arbeitens der SchülerInnen in den Kleingruppenphasen, sodass alle SchülerInnen die Arbeitsaufträge verstehen. Außerdem sollten die Lernimpulse die SchülerInnen zu kognitiven Konflikten führen und sie bei dem Ausschluss der Ideen unterstützen. Hierzu wurden vor allem die Kleingruppenerprobungen genutzt, die es ermöglichten das Verständnis der SchülerInnen in Bezug auf Formulierungen zu erfragen, aber auch zu beobachten, wie die SchülerInnen Schwierigkeiten in der Gruppe lösen konnten. Die vielen Überarbeitungsschleifen mit ständiger Überprüfung und Reflexion führten zu dem Stand der Materialien, die im Weiteren vorgestellt werden. Außerdem wurden allgemeine Abläufe der Unterrichtskonzeption in den Klassenerprobungen und Abläufe der Plenumsphasen anhand der Videos reflektiert und Veränderungen vorgenommen. Hierbei wurden auch die Rückmeldungen der Lehrpersonen innerhalb der Interviews berücksichtigt. Die Überarbeitungen wurden direkt am Material vorgenommen und in einem Überarbeitungsjournal festgehalten. Es wurde weitere Literatur, vor allem aus dem Bereich des sprachsensiblen Unterrichts hinzugezogen (s. Kapitel 3.3.2.3). Veränderungen am Material wurden in Teamsitzungen des Arbeitskreises sowie mit studentischen Hilfskräften reflektiert. Die Überarbeitungen der Lernmaterialien zur Verdunstung wurden auf der Grundlage von Notizen der teilnehmenden Beobachtung einer studentischen Hilfskraft sowie eigenen Reflektionen der Autorin vorgenommen und ebenfalls im Team reflektiert.

5.3.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden aus pragmatischen Gründen ausgewählte Überarbeitungen beschrieben, Zwischenstände in der Materialentwicklung werden hier nicht dargestellt. Die komplette aktuelle Version der Lernmaterialien sind im Anhang (s. Anhang A, S. 400ff.) zu finden.

5.3.3.1 Lernmaterial: Lösevorgang

Übergreifende Überarbeitungen

Als erste Überarbeitung sei genannt, dass Plenumsphasen zwischen die Lernimpulse eingefügt wurden. Dies bringt einen Wechsel von Instruktion und Konstruktion mit sich und strukturiert den Unterrichtsablauf. Die SchülerInnen können sich so wieder neu auf einen Lernimpuls einlassen. Außerdem bietet dies die Möglichkeit, Beobachtungen und Schlussfolgerungen zu wiederholen und die Klasse gemeinsam in den neuen Kontext des folgenden Impulses durch die Handpuppen einzuführen. Für die Durchführung der Unterrichtskonzeption im Klassenverband werden im Sinne des Classroom Managements in der ersten Phase („Komm, wir forschen!“) drei Regeln durch die Forscherhandpuppen eingeführt und auf Symbolkarten festgehalten (Abb. 38): Ich verhalte mich ruhig. Ich melde mich, wenn ich eine Frage habe. Wenn der Gong ertönt, schaue ich zur Lehrperson.

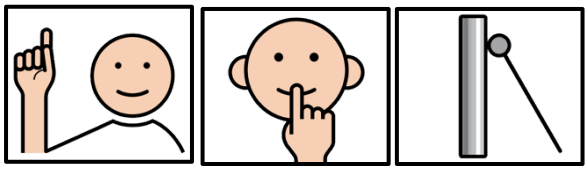


Abb. 38: Regelsymbolkarten

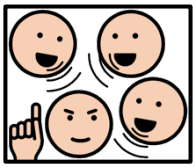


Abb. 39: Symbolkarte "diskutieren

Der Gong wird eingesetzt, um die Aufmerksamkeit der SchülerInnen zu fokussieren. Nach seinem Einsatz wird ein Phasenwechsel vollzogen, den SchülerInnen eine neue Aufgabenstellung genannt oder er macht auf den Wechsel zur Plenumsphase aufmerksam. Er wird außerdem eingesetzt, um die SchülerInnen auf das Ausfüllen der Forscherprotokolle zu fokussieren. Diese Änderung wurde vorgenommen, da in den ersten beiden Klassenerprobungen kaum Forscherprotokolle seitens der SchülerInnen ausgefüllt wurden. Unterstützt wird dieser verbalsprachlich getätigte Arbeitsauftrag durch die Symbolkarte „diskutieren“, die den SchülerInnen gezeigt wird (Abb. 39).

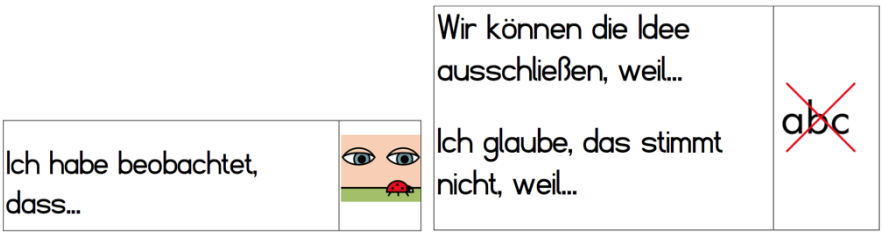


Abb. 40: Wortspeicherkarten

Aufgrund der häufig eingesetzten verbalen Unterstützungsmaßnahme in den Kleingruppenerprobungen in Bezug auf Schlussfolgerungen, um einzelne Ideen auszuschließen, wurden im zyklischen Verfahren Fokusfragen auf den Lernmaterialien entwickelt, deren Verständnis nach und nach geprüft und optimiert wurde. Diese sollen im Sinne von Scaffoldingmaßnahmen (s. Kap. 2.2.1.3 und 3.3.2.4) das Ausschließen der Ideen unterstützen. Es wurden noch weitere Unterstützungsmaßnahmen in den Plenumsphasen ergänzt: Symbolkarten zur Visualisierung der zusammengetragenen Beobachtungen und Schlussfolgerungen der SchülerInnen wurden erstellt. Diese wurden mit Magneten bestückt, sodass sie zum einen von SchülerInnen selbst an einem Magnetboard benutzt, aber auch an der Tafel festgehalten werden konnten. Diese Visualisierungen sollen eine Entlastung der rein sprachlich-abstrakten Informationen darstellen und die Verstehensprozesse der SchülerInnen unterstützen. Bedeutend ist, dass die Symbole von der Lehrperson an der Tafel bzw. am Magnetboard befestigt werden, während oder nachdem die SchülerInnen die Vorgänge beschreiben. Sie sollen nicht die eigenständig getätigten Beobachtungen ersetzen, sondern als Unterstützung im Kommunikationsprozess dienen. Außerdem wurden den SchülerInnen in den Plenumsphasen Wortspeicherkarten zur Verfügung gestellt, auf denen mögliche Formulierungen festgehalten und mit einem Symbol verknüpft wurden (s. Abb. 40).

Das Forscherprotokoll wurde durch Satzanfänge in den Feldern der Begründungen erweitert. Dort steht nun: „Wir können die Idee streichen, weil...“

Eine weitere Änderung im Ablauf des Unterrichts zielte darauf ab, dass die SchülerInnen sich mit ihrer Gruppe identifizieren. Bevor sie den Versuch zur Phase „Schau genau!“ durchführen, erstellen sie gemeinsam ein Tischschild und überlegen sich einen Namen für ihre Forschergruppe (s. Abb. 41).

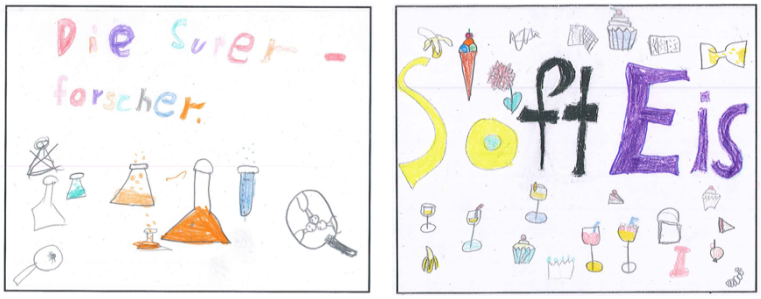


Abb. 41: Tischbilder zweier Gruppen

Zur Durchführung der einzelnen Versuche wurden bereits im Vorhinein Kästen mit den Materialien vorbereitet, die die SchülerInnen benötigten. Flaschen und weitere Aufbewahrungsbehälter wurden beschriftet. Nachdem ein Lernimpuls durchgeführt wurde, wurden die SchülerInnen aufgefordert sämtliche Materialien zurück in die Kisten zu legen und ihre Lernmaterialien in ihren Forscherschnellheftern abzuheften.

Lernmaterial: „Schau genau!"

Um Verwirrungen der SchülerInnen zu vermeiden, wurde als Symbol für das Wasser, das in den Versuchen benötigt wird, anstatt des Symbols für Wasser (eine „Wellenlinie") durchgehend eine Flasche mit der Beschriftung „Wasser" eingesetzt, denn in dieser Form finden die SchülerInnen das Wasser in ihren Materialkisten (s. Abb. 42). Außerdem wurde den SchülerInnen die Möglichkeit gegeben, Beobachtungen nicht nur aufzuschreiben, sondern auch zu zeichnen, um möglichst allen SchülerInnen eine Dokumentationsmöglichkeit zu bieten.

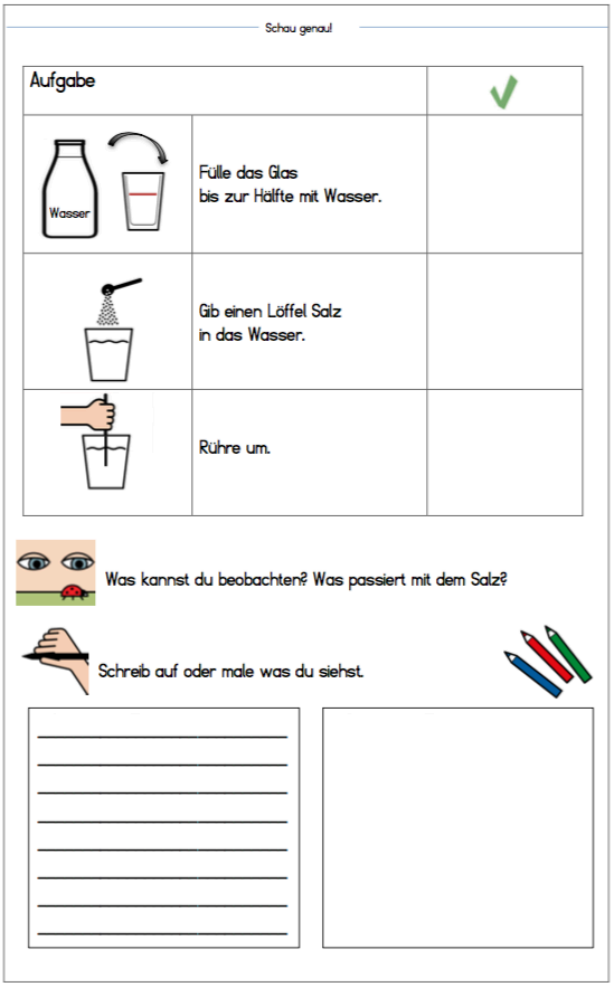


Abb. 42: Überarbeitetes Lernmaterial zur Phase "Schau genau!"; Lösevorgang

Lernimpuls: „Das Salz ist weg."

Um zu verhindern, dass die SchülerInnen sich mit dem Streichholz verbrennen oder andere nicht intendierte Dinge tun, wurde das Anzünden der Teelichter durch die Lehrperson vorgenommen. Hierzu wurde ein Versuchsschritt eingeführt, der „Meldet euch." heißt. Zunächst wurden für diesen Lernimpuls Fokusfragen verwendet, die darauf abzielten, dass die SchülerInnen die weiße Substanz in der Schale als Salz interpretieren. Dies erwies sich jedoch in weiteren Erprobungen als überflüssig, da die SchülerInnen ohne weitere Unterstützung bereits während der Beobachtung die Idee „Das Salz ist weg." ausschlossen. Für die Unterstützung in der Plenumsphase wurde ein Symbol eingesetzt, das den Versuch darstellt und eines, das auf die Beobachtung abzielt, nämlich, dass in der kleinen Schale eine weiße Substanz zu sehen ist. Abbildung 43 zeigt das gesamte Tafelbild.

Abb. 43: Tafelbild zur Plenumsphase des ersten Lernimpulses

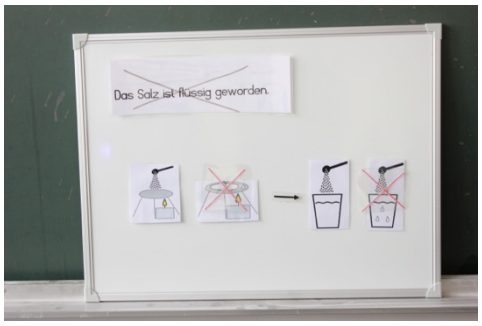


Abb. 44: Visualisierter Ausschluss zum zweiten Lernimpuls am SchülerInnenmagnetboard; Lösevorgang

Lernimpuls: „Das Salz ist flüssig geworden."

Auch bei diesem Lernimpuls wurde das Anzünden des Teelichts von der Lehrperson übernommen. Hinzu gekommen ist der Einsatz einer Sanduhr, die die Wartezeit der SchülerInnen visualisiert. Außerdem wurden Fokusfragen zur Unterstützung der intendierten Schlussfolgerungen eingesetzt. Aus den verschiedenen Varianten, die erprobt wurden, hat sich die in Abbildung 45 dargestellte Version für die SchülerInnen als verständlich herausgestellt. Abbildung 44 zeigt die symbolische Darstellung zur Unterstützung in der Plenumsphase auf dem kleineren Magnetboard. Der Pfeil stellt die Übertragung der Beobachtung zum Wasser, in das Salz gegeben wurde, dar. Die roten Kreuze stehen für eine Verneinung des Dargestellten: Das Salz wird über der Kerze nicht flüssig; das Salz wird im Wasser nicht flüssig. Bei diesem Lernimpuls hat es sich als bedeutsam herausgestellt, in der Plenumsphase den Bezug zur übergeordneten Fragestellung herzustellen und den Vergleich der beiden Fälle deutlich zu machen. Hierzu wurde das Glas mit dem Wasser, in das Salz gegeben wurde, als Erinnerungsstütze gezeigt.

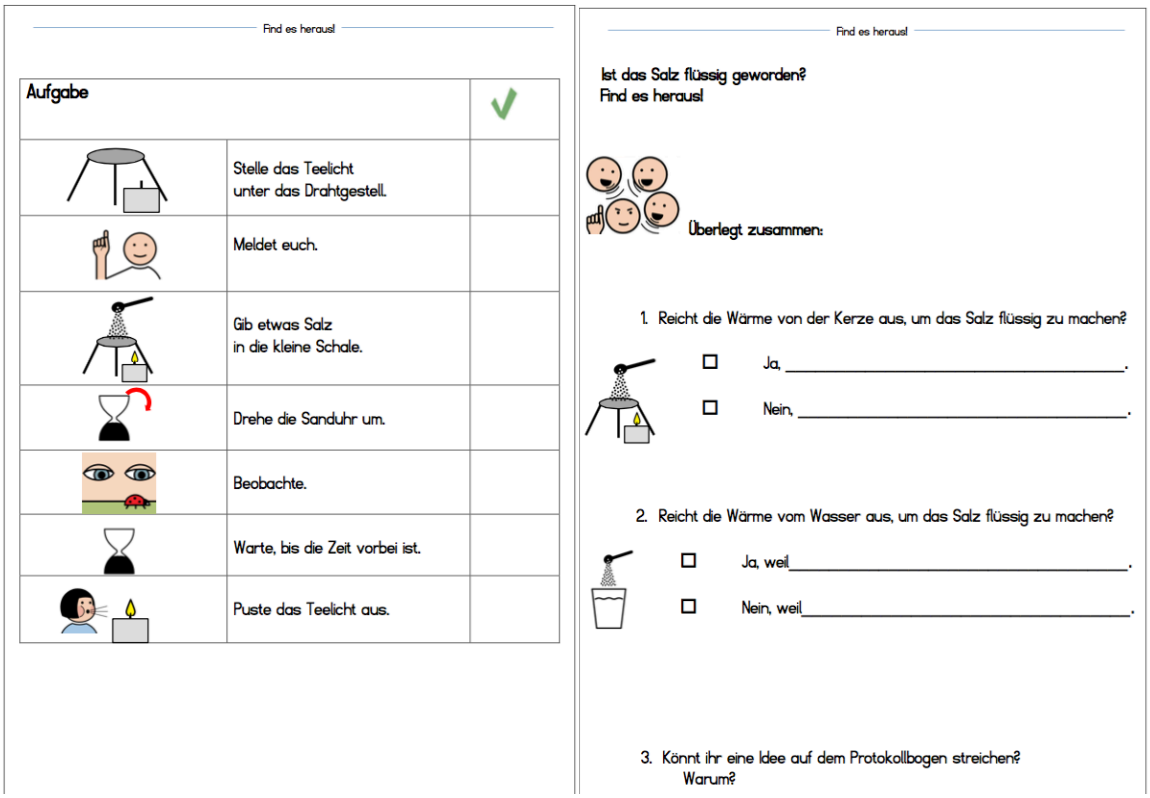


Abb. 45: Überarbeitete Lernmaterialien zum zweiten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Lösevorgang

Lernimpuls: „Das Salz ist zu Wasser geworden."

Bei diesem Lernimpuls wurde ebenfalls das Symbol der „Flasche mit Wasser bzw. Wasser+Salz" an Stelle der wellenförmigen Linie eingesetzt. Dies begründet sich auch darin, dass bereits zuvor eine gesättigte Salzlösung vorbereitet wurde und die SchülerInnen nicht selbst Salz in das Wasser geben. Damit die Kartoffel zuverlässig schwimmt, ist diese Vorbereitung des Versuchs bedeutsam. Das Symbol der Kartoffeln wurde durch Kartoffelstücke getauscht. Außerdem wurden bei den Versuchsschritten die Gläser so beschriftet, wie sie auch in den Materialkästen zur Verfügung standen. Diese Betitelung wurde auch für die Malaufgabe sowie die Fokussierungsfrage verwendet (s. Abb. 46).

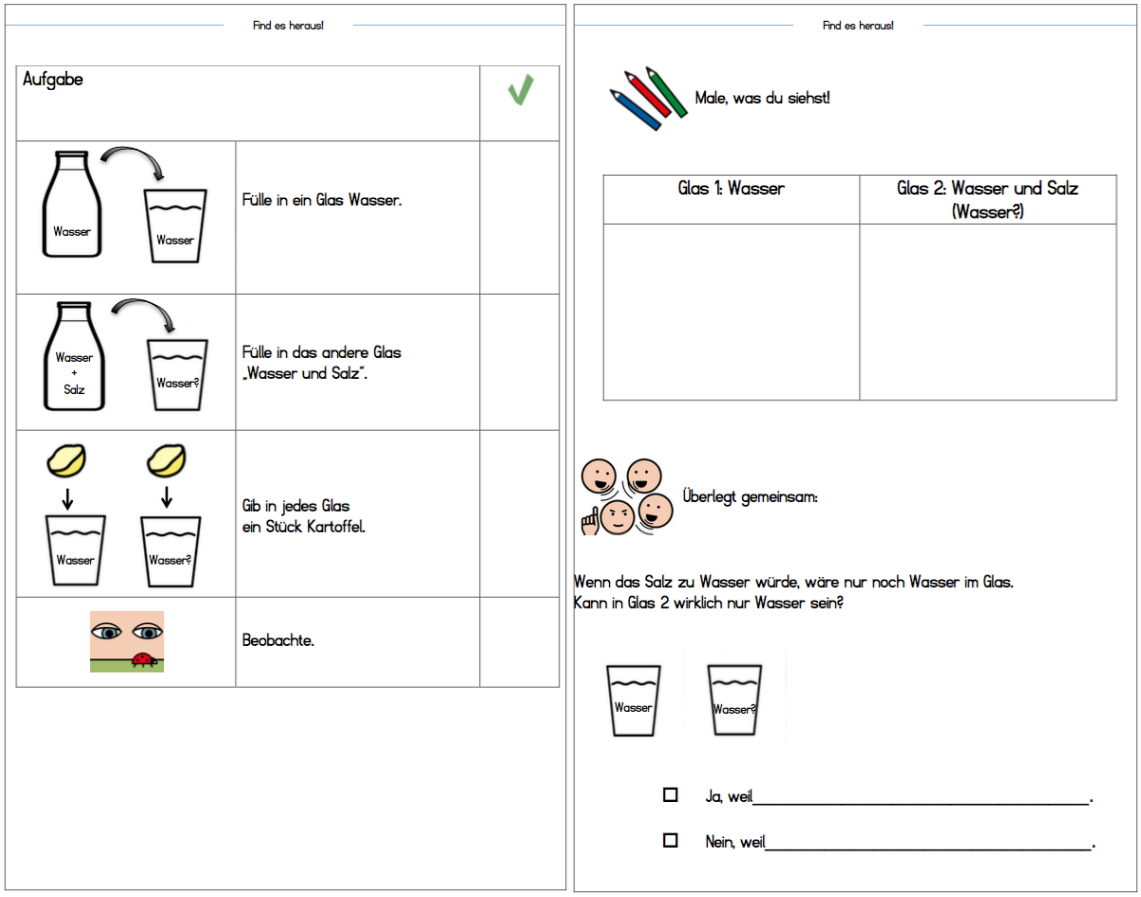


Abb. 46: Überarbeitete Lernmaterialien zum dritten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Lösevorgang

Durch diese Beschriftung werden die SchülerInnen bei der Zuordnung der Gläser zueinander unterstützt, was wiederum die Schlussfolgerung und den Vergleich der Beobachtungen in Bezug auf die beiden Gläser erleichtert. Eine Darstellung der Befüllung beider Gläser nebeneinander wäre sinnvoll gewesen, war aber aus Gründen des Formats nicht umsetzbar. Für die Darstellung in der Plenumsphase wurden Symbole der Gläser und Kartoffelstücke ausgewählt. In dieser Plenumsphase hat es sich für die SchülerInnen als unterstützend herausgestellt, wenn auf die Aussage vom Anfang „Wenn das Salz zu Wasser wird, wäre nur noch Wasser im Glas." zurückgegriffen wird. Anhand der Symbole gelingt es den SchülerInnen, ihre Beobachtungen aus dem Versuch darzustellen und die intendierte Schlussfolgerung zu ziehen (s. Abb. 47).

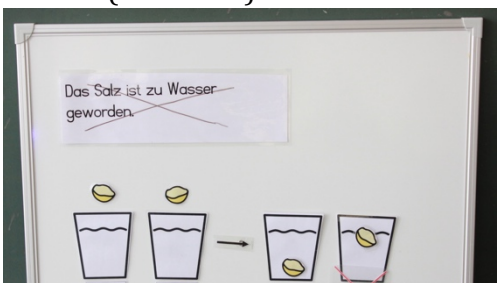


Abb. 47: Visualisierter Ausschluss zum dritten Lernimpuls am SchülerInnenmagnetboard; Lösevorgang

„Erklär es mir!“

Auch für diese Phase wurden Symbolkarten auf der Grundlage des bereits bestehenden ABs erstellt.

5.3.3.2 Lernmaterial: Verdunstung

Die Veränderung der Lernmaterialien beziehen sich zum einen auf die verwendete Schriftart, es wurde analog zu den Lernmaterialien zum Lösevorgang die Schriftart „FibelNord“ verwendet. Zum anderen wurden die Versuchsmaterialien für die Lernimpulse angepasst. Weiterhin wurde die Änderung eingeführt, für das Befeuchten der T-Shirts zu jedem Zeitpunkt Sprühflaschen zu verwenden, denn das Besprühen der T-Shirts unterschied sich in der Erprobung nicht von dem Eintauchen der T-Shirts in Schüsseln mit Wasser. Außerdem kann so ein ständiges Hin- und Herlaufen der SchülerInnen zum Waschbecken verhindert werden. Es wurde außerdem darauf verzichtet, dass die SchülerInnen selbst die Sprühflasche befüllen. Dafür wurden die Sprühflaschen aber beschriftet. Insgesamt wurde versucht, die Komplexität der einzelnen Lernimpulse zu verringern, was im Folgenden an der beispielhaften Beschreibung einzelner Überarbeitungen deutlich gemacht wird.

Lernimpuls: „Das Wasser ist heruntergefallen.“

In der ersten Version war angedacht, dass die SchülerInnen zwei T-Shirts nass machen, eines davon auswringen und beide aufhängen. Es stellte sich heraus, dass das zweite T-Shirt zur Überzeugung der SchülerInnen, dass das Wasser nicht heruntergetropft ist, ausreicht. Nachdem das T-Shirt nicht mehr tropft, unterscheidet es sich für die SchülerInnen nicht mehr von dem auszuwringenden T-Shirt. Und da sie nach einem Tag Abwarten kein Wasser in der Schüssel finden, ist für sie klar, dass das Wasser nicht heruntergetropft sein kann. Außerdem wurden für das Befestigen der T-Shirts keine Wäscheklammern, sondern Büroklammern genutzt. Durch das höhere Gewicht der Wäscheklammern würden die T-Shirts sich an der Leine drehen. Die Wäscheleine wurde mit Hilfe von Stativen und einem dickeren Bindfaden im Klassenraum aufgebaut. Abbildung 48 zeigt diesen Aufbau.

Abb. 48: Überarbeiteter Versuchsaufbau zum ersten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Verdunstung

Lernimpuls: „Das Wasser ist in das T-Shirt hineingesogen."

Dieser Lernimpuls wurde dahingehend verändert, dass bereits zu Beginn mit den SchülerInnen folgende These aufgestellt wird: Wenn das Wasser in das T-Shirt hineingesogen ist, müsste es nach dem Trocknen genauso schwer sein wie im nassen Zustand. Dies unterstützt die SchülerInnen dabei zu verstehen, warum das T-Shirt gewogen werden soll. Eine Nennung dieses Punktes erst zum Schluss des Lernimpulses, wie in der ersten Version vorgeschlagen, hat sich für die SchülerInnen als schwer verständlich erwiesen. Die Veränderung ermöglicht auch eine Kürzung der Impulsfragen nach der Durchführung der Lernimpulse. Den SchülerInnen reicht es aus, die Tabelle auszufüllen (Abb. 49) und die Fragen aus dem Lernmaterial der Abbildung 49 zu beantworten, um die Idee begründet auszuschließen.

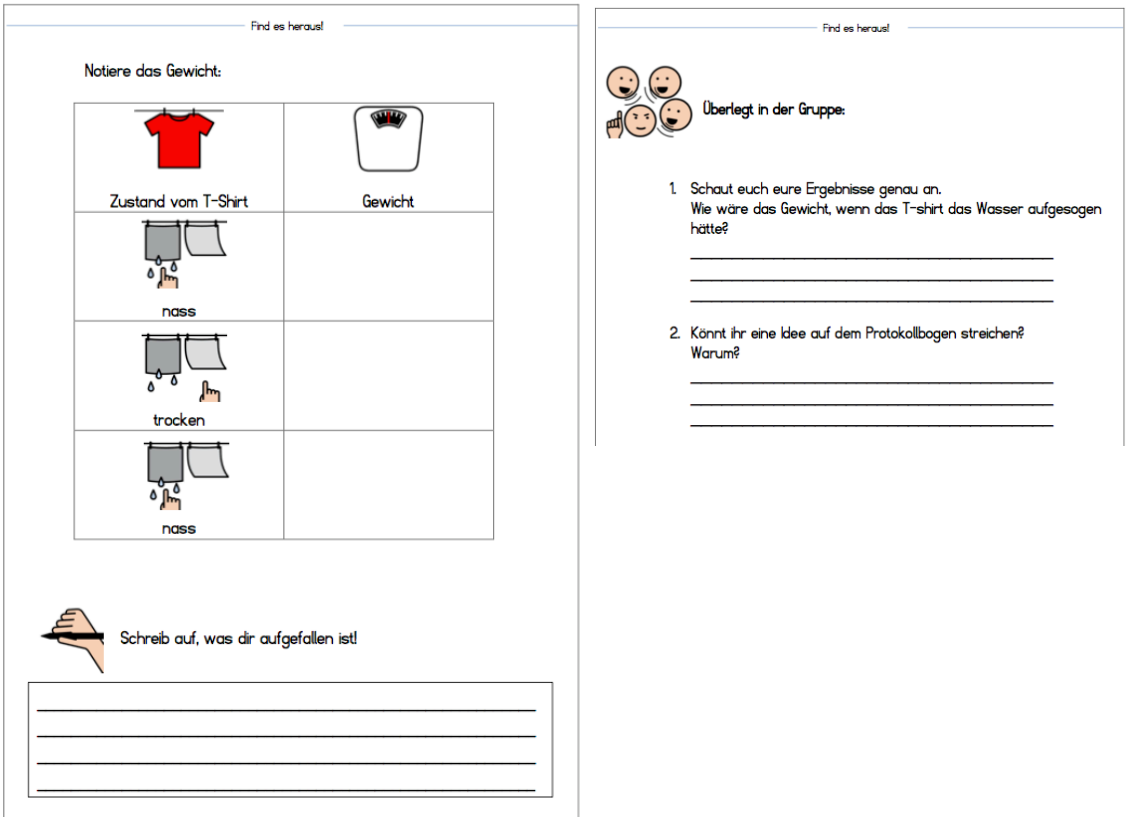


Abb. 49: Überarbeitetes Lernmaterial zum zweiten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Verdunstung

Lernimpuls: „Das Wasser ist weg."

Bei diesem Lernimpuls wurde vor allem die Darstellung der Durchführung auf den Lernmaterialien stark angepasst. Die T-Shirts wurden in der Darstellung nummeriert und das Besprühen von zwei T-Shirts wurde in einen Schritt zusammengefasst. Außerdem hat sich für die Durchführung herausgestellt, dass es sinnvoller ist, an Stelle der Schüsseln durchsichtige Becher einzusetzen. Diese können zum einen leicht durch die SchülerInnen selbst mit Hilfe eines Haarbandes und der Frischhaltefolie verschlossen werden. Zum anderen

können die SchülerInnen in diese auch von der Seite hineinschauen, was die Beobachtung der Tröpfchen an der Folie deutlich vereinfacht (s. Abb. 50). Außerdem nehmen sie weniger Raum bei der Lagerung ein. Auf den Einsatz der Lupe kann verzichtet werden, da die SchülerInnen die Tröpfchen auch ohne diese gut erkennen konnten. Zum Festhalten der Beobachtung wird es den SchülerInnen ermöglicht, diese durch Notizen oder Zeichnungen festzuhalten. Da ein Großteil der SchülerInnen in diesen Beobachtungen schon die Tröpfchen als Wassertröpfchen bezeichnen, konnte die Frage „Was könnten die kleinen Tröpfchen an der Frichhaltefolie sein?“ gestrichen werden.

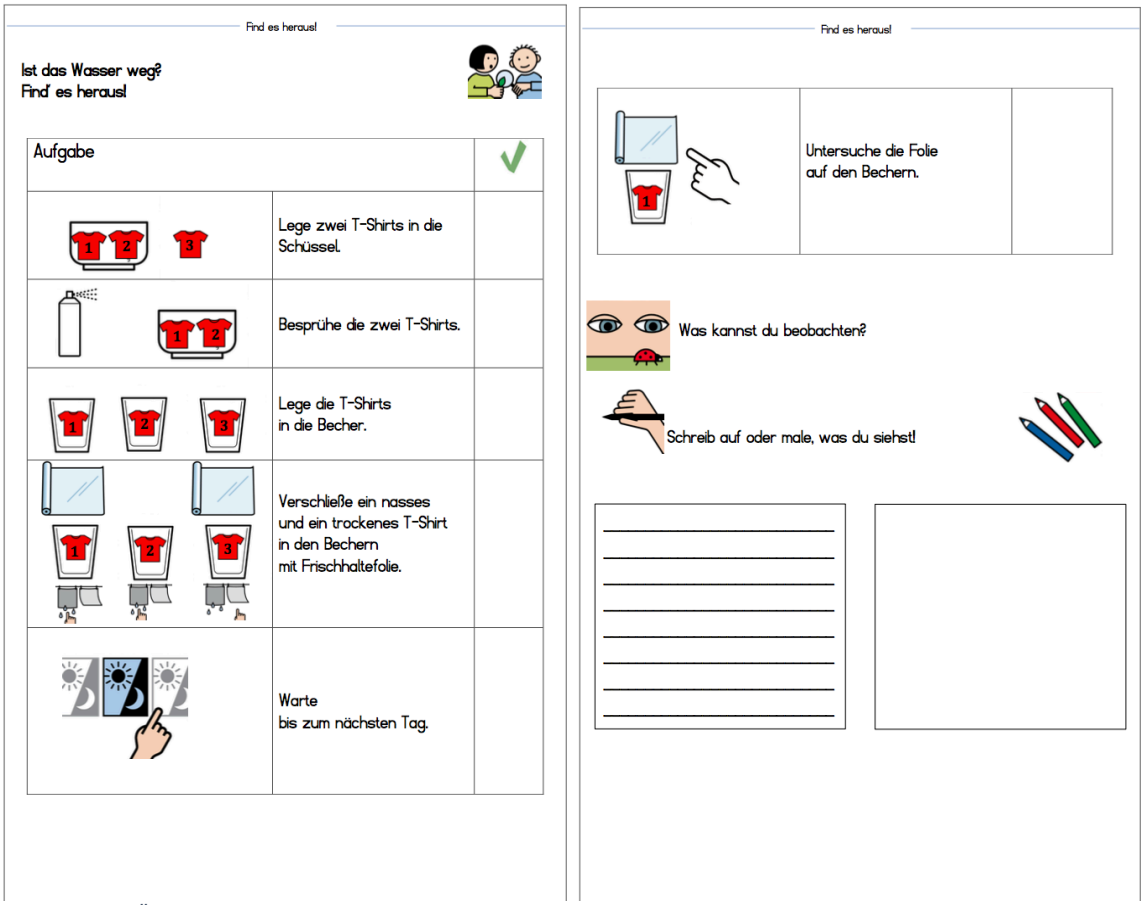


Abb. 50: Überarbeitete Lernmaterialien zum dritten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Verdunstung

Erklär es mir!“

Für diese Phase wurde vor allem die Struktur des Lernmaterials verändert, da es den SchülerInnen schwergefallen ist, die Schritte den einzelnen Symbolen zuzuordnen. Zur bildlichen Darstellung des Verdunstungsvorgangs mit Hilfe des Teilchenmodells wurde auf die blaue Färbung des Wassers verzichtet. Die Wasserteilchen wurden jedoch gelb dargestellt, um einen Bezug zu den eingesetzten Legosteinen deutlich zu machen. Die Wasserteilchen wurden analog zu den Legosteinen im Gegensatz zur ersten Version eckig dargestellt, um auch hier eine Konsistenz in der Darstellungsart zu bewahren. Außerdem wurden einige Arbeitsaufträge umformuliert (s. Abb. 51).

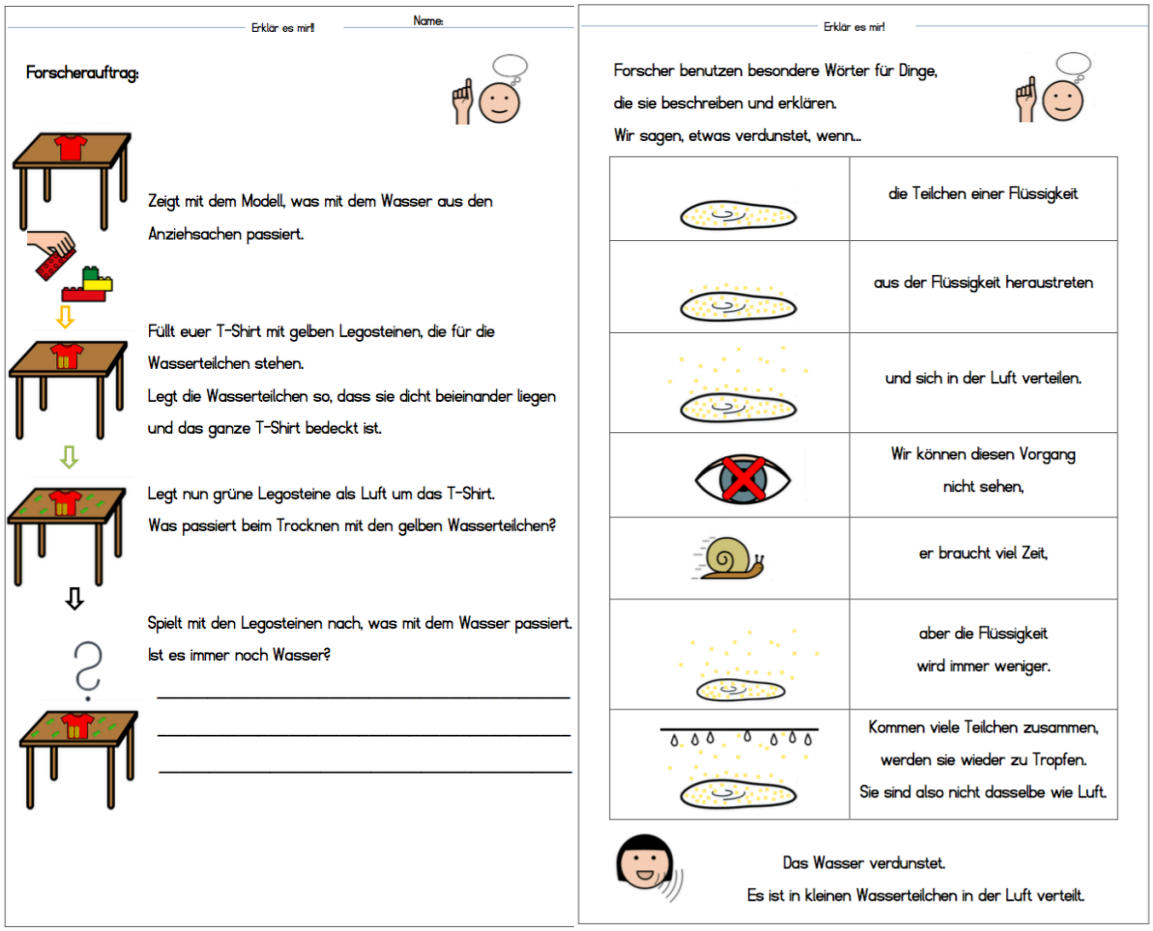


Abb. 51: Überarbeitete Lernmaterialien zur Phase "Erkär es mir!"; Verdunstung

Weitere übergreifende Überarbeitungen

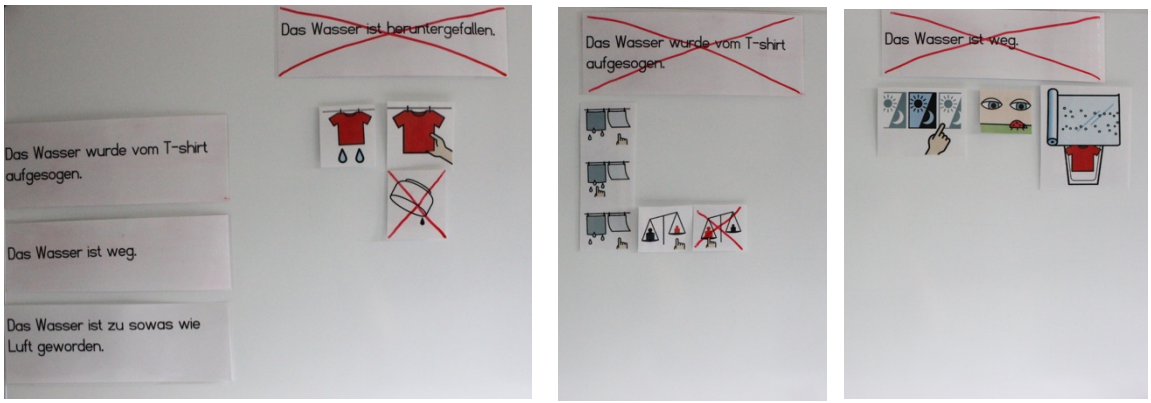


Abb. 52: Visualisierte Schlussfolgerungen an der Tafel zur Phase "Find es heraus!"; Verdunstung

Analog zum Lösevorgang wurden auch für den Verdunstungsvorgang Materialien zur Unterstützung der Plenumsphasen entwickelt: Karten mit den Ideen, Symbole zur Unterstützung des Nachvollziehens der Beobachtungen und Schlussfolgerungen, Symbole zur Beschreibung der Darstellung im Modell. Die Abbildung 52 zeigt die Nutzung dieser Symbolkarten an der Tafel. Die Verwendung der Regelkarten, des Gongs und der allgemeine Ablauf wurde an die Vorgehensweise bei der Thematik des Lösevorgangs angeglichen.

5.3.4 Fazit zu „Entwicklung und Überarbeitung der Unterrichtskonzeption“

Aus dem zyklischen Prozess der Erprobungen und Überarbeitungen der Unterrichtskonzeption und ihrer Lernmaterialien sollen nun abschließend die Elemente der Unterrichtskonzeption, dessen konkrete Umsetzung sowie Bezüge zur Fachliteratur (in Auswahl) deutlich gemacht werden (s. Tab. 15). Ausführliche Beschreibungen der einzelnen Aspekte und deren theoretischen Hintergründe finden sich im Teil B dieser Arbeit wieder. Überschneidungen sowie Synergien der Aspekte und fachdidaktische Umsetzungen des inklusiven Ansatzes werden anhand der Tabelle 15 deutlich. Zum Beispiel wird die Anknüpfung an den Schülervorstellungen und die Wertschätzung dieser zum einen auf Seiten der konstruktivistisch orientierten Schülervorstellungsforschung gefordert. Diese Herangehensweisen an die Gestaltung von inklusivem Unterricht entspricht zum anderen aber auch dem inklusiven Ansatz (Florian & Spratt, 2013). Dies gilt ebenso für die Generierung von ko-konstruktiven Lernprozessen: Diese dient auf der einen Seite zur Unterstützung der Vorstellungsentwicklung und auf der anderen Seite zur Initiierung von gemeinsamen Lernsituationen. Außerdem wird ersichtlich, dass sowohl durch das handlungsorientierte Experimentieren, als auch den Einsatz von Modellen versucht wird, auf fachspezifische Art

und Weise einen enaktiven Zugang zum Fachinhalt zu ermöglichen. Auch das Experimentieren oder die Entwicklung von Modellkompetenz an sich gehören zur Entwicklung einer scientific literacy und können zudem die Vorstellungsentwicklung unterstützen, indem sie das Warhnehmen kognitiver Konflikte verstärken. Das Schlussfolgern stellt ebenfalls einen Teilbereich der scientific literacy dar, das hier durch Scaffoldingmaßnahmen und den Einsatz von Symbolik sowohl innerhalb der Lernmaterialien als auch in den Plenumsphasen unterstützt und gefördert werden soll. Auch das Experimentieren an sich wird durch Strukturierung und Scaffoldingmaßnahmen, die Verwendung von Leichter Sprache und Symbolik unterstützt.

Neben den Elementen, die in choice²explore umgesetzt sind, enthält die Tabelle auch offene Fragen, die sich auf die Vorstellungsentwicklung, die Modellnutzung der Schülerinnen sowie die gemeinsamen Lernsitutationen beziehen. Diese Bereiche und tiefergehende Fragestellungen sollen in den nun anschließenden Analysen beantwortet werden. Inwieweit die Unterrichtskonzeption und die in ihr ablaufenden Prozesse einem inklusiven Anspruch enstprechen, wird im Re-Framing (Kap. 6) reflektiert.

Tab. 15: Übersicht über die Elemente der Unterrichtskonzeption choice²explore

(Fach)-Didaktische Kriterien	**Umsetzung in choice²explore**
an Schülervorstellungen orientieren	
Wertschätzung unterschiedlicher Vorstellungen (Taylor & Fraser, 1991)	- Handpuppen zur Verdeutlichung einsetzen, dass jede Vorstellung seine Berechtigung hat - Vorstellung als Ausgangspunkt des weiteren Unterrichtsverlaufs nutzen
Anknüpfen an Schülervorstellungen (somit an aktueller Entwicklung) (Marohn, 2008; Vygotsky, 1978) Planung des Unterrichts auf die Vielfalt der SchülerInnen hin (Boban & Hinz, 2003; Florian & Spratt, 2013)	- Schülervorstellungen von SchülerInnen mit und ohne sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf erheben
Bewusstmachen der eigenen Vorstellung (Marohn, 2008; Widodo & Duit, 2004)	- Diagnoseaufgabe zu elementaren Vorstellungen entwickeln - Diagnoseaufgabe in „Was denkst du?“ einsetzen
Ermöglichung kognitiver Konflikte (Strike & Posner, 1982)	- Versuche nutzen, die den SchülerInnen die Grenzen ihrer Vorstellungen aufzeigen („Find es heraus!“) - soziokognitiver Konflikte innnerhalb der Kleingruppen schaffen
Entwicklung anschlussfähiger Vorstellungen (Eilks, 2007)	- nicht anschlussfähige Vorstellungen werden im Prozess durch die SchülerInnen ausgeschlossen („Find es heraus!“)

(Fach)-Didaktische Kriterien	Umsetzung in choice²explore
	- ein anschlussfähiges Teilchenkonzept verwenden
Einbindung in alltagsnahe, motivierende Kontexte (Pintrich et al., 1993)	- Gesamtkontext für das Phänomen entwickeln - jeder Versuch wird in einen Gesamtkontext eingebettet - Storytelling durch den Einsatz von Handpuppen
Anwendung des Gelernten in neuen Zusammenhängen (Marohn, 2008; Möller, 2010; Spreckelsen, 1997)	- das Erlernte wird in der Phase „Weiter geht's!" angewendet und vertieft
(Weiter-)Entwicklung der Vorstellungen hinzu fachlich anschlussfähigen Vorstellungen	→ *soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit überprüft werden*
Lernmaterialien gestalten	
Strukturierung der Lernmaterialien (Akkus et al., 2007; Blanchard et al., 2010; Degner & Burger, 1996; Sarimski, 2003; Therrien et al., 2011; Tomporowski & Tinsley, 1997) Begrenzung der Anzahl gleichzeitig dargestellter Informationen (Häußler, 2005; Miller, 1956)	- sämtliche Lernmaterialien gleichförmig aufbauen - einzelne Schritte in Tabellen strukturieren und „Abhaken" einzelner Schritte ermöglichen (Schritt für Schritt) - SchülerInnen dadurch an das naturwissenschaftliche Experimentieren heranführen - Kästen mit Linien für Notizen verwenden
Verwendung von Leichter Sprache (Bredel & Maaß, 2016; Kupke & Schlummer, 2010; Winter, 2014)	- Versuchsschritte in Leichter Sprache formulieren - weitere Arbeitsaufträge in Leichter Sprache formulieren - leicht lesbare Schriftart verwenden (ohne Serifen, kein „a" sondern „ɑ"
Einsatz von Symbolen und Verknüpfung dieser mit Text (Frenkel & Bourdin, 2009; Hallbauer & Kitzinger, 2016; Kay-Raining Bird & Chapman, 1994; Winter, 2014)	- aktuelle Phase symbolisieren - Versuchsschritte symbolisieren - weitere Arbeitsaufträge symbolisieren (Beobachtungen, Notizen, Fragestellungen usw.)
Einsatz von Scaffolding-Maßnahmen (Abels, 2015b; Easterbrooks & Baker, 2002; Leisen, 2010; Möller, 2001; Therrien et al., 2014)	- s. Lernmaterialien strukturieren - Fokusfragen zur Unterstützung der Schlussfolgerungen einsetzen - Ankreuzmöglichkeiten vorgeben - Symbolkarte „Diskutieren" zur Fokussierung einsetzen
Zulassen von verschiedenen Aneignungs- und Ausdrucksformen (Bruner, 1970; Feuser, 1989; Kutzer, 1998; Meyer et al., 2014)	- Kästen zum Aufschreiben und Aufmalen zur Verfügung stellen

(Fach)-Didaktische Kriterien	Umsetzung in choice²explore
Gemeinsame Lernsituationen und gemeinsames Lernen schaffen	
Lernen in heterogenen Gruppen (Florian & Spratt, 2013; Wocken, 1998) Ermöglichung von Zeit und Raum, Standpunkte auszuhandeln (Taylor & Fraser, 1991) Ermöglichung von Austausch zwischen SchülerInnen (Ko-Konstruktion) (Florian & Spratt, 2013; Widodo & Duit, 2004)	- Leistungsheterogene Kleingruppen durch Lehrpersonen zusammenstellen - dadurch soziokognitive Konflikte schaffen
Übertragung von Verantwortung auf Kleingruppen (Johnson & Johnson, 1998)	- Kleingruppen erstellen ein gemeinsames Tischschild und geben sich einen Gruppennamen - auf einem gemeinsamen Forscherprotokoll werden Schlussfolgerungen gezogen und nicht anschlussfähige Vorstellungen ausgeschlossen
Ermöglichung von miteinander Lernen *Inklusive Momente durch Partizipation und Kollaboration ermöglichen*	→ *soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit überprüft werden*
Unterrichtsablauf gestalten	
Wechsel von Instruktion und Konstruktion (Ewerhardy et al., 2012; Möller, 2010; Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001)	- Wechsel von Plenums- und Kleingruppenphasen verwenden - Kleingruppenphasen enthalten handlungsorientierte Momente sowie Momente mit abstrakteren Denkaufgaben
Einsatz von klaren Regeln (Eichhorn, 2008; Emmer & Evertson, 2012; Smith & Rivera, 1995; Wilson et al., 2003)	- klare Regeln werden mit der Gruppe besprochen und festgelegt - Regeln werden symbolisiert - die klaren Regeln werden im Unterrichtsverlauf strikt eingehalten
Ritualisierung von Abläufe (Hoffmann, 2013)	- akustisches Signal zum Phasenwechsel
Ermöglichung verschiedener Aneignungsformen (Bruner, 1970; Feuser, 1989; Kutzer, 1998; Meyer et al., 2014)	- Handlungsorientierte Kleingruppenphasen, die durch visuelle, strukturelle und sprachliche Gestaltung unterstützt wird - Plenumsphase, in der sowohl enaktive als auch symbolische und ikonische Elemente verwendet werden - Einsatz von Teilchenmodellen zum handlungsorientierten Zugang zur submikroskopischen Ebene

(Fach)-Didaktische Kriterien	Umsetzung in choice²explore
Plenumsphasen gestalten	
Einsatz von Symbolen, Entlastung und Unterstützung kognitiver Verarbeitung (Chendler & Sweller, 1991; Browder et al., 2012; Hallbauer & Kitzinger, 2016; Jones et al., 2006)	- Phasenkarten mit Symbolen verwenden - Symbole unterstützen das Beschreiben der Beobachtungen und der Schlussfolgerungen der SchülerInnen (symbolisch & ikonisch) - SchülerInnenmagnetboard verwenden
Ritualisierung von Abläufen (Blanchard et al., 2010; Hoffmann, 2013; Therrien et al. 2011, 2014)	- gleichförmiger Ablauf bei dem Zusammentragen der Beobachtungen und Schlussfolgerungen - Versuch wiederholen - Beobachtungen beschreiben - Schlussfolgerungen ableiten - Rückbezug zur überprüften Vorstellung - Vorstellung streichen, Karte „wegschmeißen“ (enaktiv)
Einsatz von Scaffolding-Maßnahmen (Abels, 2015b; Easterbrooks & Baker, 2002; Leisen, 2010; Möller, 2001; Therrien et al., 2014)	- verbale Unterstützungsmaßnahmen einsetzen - Wortspeicherkarten verwenden - s. Symbole einsetzen und Abläufe ritualisieren
Nutzung schülerInnennaher Formulierungen (Leisen, 2010)	- SchülerInnen wiederholen Arbeitsaufträge in eigener Sprache
Teilchenmodelle einsetzen	
Entwicklung eines anschlussfähigen Teilchenkonzeptes und -modelles (Eilks, 2007)	- Begriff „kleine Teilchen“ verwenden
Übertragung auf andere Phänomene ermöglichen (Eilks, 2007)	- gleiche Größe der Teilchen verwenden
Präventive Beachtung von Schülervorstellungen in Bezug auf die Diskontinuumsvorstellung - Vermeidung von Mischvorstellungen (Marohn & Egbers, 2011) - Deutliche Trennung von makroskopischer und submikroskopischer Ebene (Duit, 1995a) - Übertragung von makroskopischen Eigenschaften auf die submikroskopische Ebene verhindern (Duit, 1995)	- Kugelformen vermeiden (Mischvorstellung: Kugel = Molekül, Kugel = Ion, Kugel = Atom) - gleichzeitige Darstellung beider Ebenen vermeiden (z. B. schwimmende Teilchen in einer Flüssigkeit) - bewusste Farbwahl: gelb für Wasserteilchen, rot für Salzteilchen; verhindert die Vorstellung „Wasserteilchen sind blau“

(Fach)-Didaktische Kriterien	Umsetzung in choice²explore
Ermöglichung des Lernens über Modelle (Mikelskis-Seifert, 2009)	- an Modellen aus dem Alltag anknüpfen - Legosteinen zur Modellierung verwenden - unterschiedliche Modellierungen für ein Phänomen verwenden und diese vergleichen - Grenzen der Modellierungen erkennen
Modellnutzung und -verständnis ermöglichen	→ *soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit überprüft werden*

5.4 Vorstellungsentwicklungen im Rahmen von choice²explore

Ziel ist es, Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen zu analysieren und dadurch Rückschlüsse auf den Erfolg der Unterrichtskonzeption zu ziehen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden die Vorstellungen der SchülerInnen an verschiedenen Zeitpunkten erhoben. Ein weiteres Ziel liegt darin, zu analysieren, inwiefern die SchülerInnen die Lernimpulse nutzen, um fachlich nicht anschlussfähige Vorstellungen auszuschließen. Diese Ergebnisse bieten Rückschlüsse darauf, ob die Impulse für die SchülerInnen überzeugend sind und die Vorstellungsentwicklungen unterstützen. Analysen hinsichtlich fokussierter Diversitätsmerkmale sollen es ermöglichen, zu prüfen, ob und wie die Unterrichtskonzeption mit ihren Lernmaterialien es bestimmten SchülerInnengruppen ermöglicht, Vorstellungen (weiter-) zu entwickeln. Die Fragestellungen, die hier bearbeitet werden, beziehen sich auf den Frageteil „C) Vorstellungsentwicklungen im Rahmen der Unterrichtskonzeption“ (s. S. 116 ff.) mit der Hauptfrage:

C) Vorstellungsentwicklungen im Rahmen der Unterrichtskonzeption
(Inwiefern) Initiiert die Unterrichtskonzeption choice²explore eine (Weiter-)Entwicklung der Vorstellungen der SchülerInnen?

5.4.1 Datenaufnahme

Die für die oben benannten Fragestellungen bedeutsamen Daten wurden vor allem im Mesozyklus vier aufgenommen. Teil dieses Mesozyklus waren fünf Klassen von Grundschulen, die sich auf den Weg zur Inklusion machen (vgl. Kap. 3.1.3). Für die Entwicklung und Überarbeitung der eingesetzten Instrumente wurden die vorangegangenen Mesozyklen zwei

und drei genutzt. Der Unterricht an sich wurde in den Schulen der Klassen meist in den eigenen Klassenräumen durchgeführt. In einer Grundschule wurde ein separater Raum, der u. a. für naturwissenschaftlichen Unterricht genutzt wird, zur Verfügung gestellt. Auch dieser war den betreffenden SchülerInnen bekannt. Zeitlich gestaltete sich die Datenaufnahme je Klasse wie in Tabelle 16 dargestellt.

Tab. 16: Ablauf der Datenaufnahme im Mesozyklus vier in einer Klasse

Tag 1: Doppelstunde	• Beobachtungen der Phase „Schau genau!“ • Auswahlantworten und Begründungen aus der Phase „Was denkst du?“ • Forscherprotokoll der Gruppe • *(Videografie der Kleingruppe)*
1 Tag Pause	
Tag 2: Doppelstunde	• Forscherprotokoll der Gruppe • *(Videografie der Kleingruppe)*
Tag 3 (verteilt über den Tag)	• Leitfragengestützte Einzelinterviews (Post-Interviews)
4-5 Wochen Pause	
Follow-up (verteilt über den Tag)	• Follow-up (Interview bzw. Test)

Bereits vor der ersten Unterrichtsstunde wurden die Lehrpersonen gebeten, die Klassen in möglichst leistungsheterogene Kleingruppen à drei Lernende zusammenzusetzen. Dabei sollte in jeder Gruppe möglichst ein Kind mit mindestens durchschnittlichen Lesefähigkeiten anwesend sein. Ein weiteres Kriterium der Gruppenzusammensetzung stellte das Vorhandensein einer Einverständniserklärung der SchülerInnen in Bezug auf die Videografie dar, um möglichst Gruppen zu generieren, in denen alle SchülerInnen videografiert werden durften. Diese Gruppeneinteilung wurde den SchülerInnen vor der ersten Phase („Schau genau!“) vorgelesen. Alle Gruppentische im Raum wurden zuvor mit Nummern versehen, sodass im Vorhinein die Gruppen, die videografiert werden konnten, festen Plätzen zugeordnet wurden.

Tag 1: Doppelstunde

Am ersten Tag der Datenaufnahme wurde den SchülerInnen das Projekt und die daran teilnehmenden Personen (Doktorandin, SHKs) vorgestellt. Für diesen Zweck der Einführung, aber auch für weitere Plenumsphasen (s. Ablauf choice^{2}explore in Kap. 5.2.2) wurde vor der Tafel des Klassenraums ein Sitzkreis gebildet. Wenn es organisatorisch möglich war, wurden hierfür Bänke oder Stühle in einen Kreis gestellt. Ansonsten setzte man sich auf den Boden.

Bei der Einführung wurde besonders Wert daraufgelegt, eine angenehme Atmosphäre zu schaffen und den SchülerInnen den Einsatz der Aufnahmetechnik behutsam zu erklären. Aufkommende Fragen und Bedenken der SchülerInnen konnten aufgegriffen und geklärt werden. Anschließend wurde nach dem beschriebenen Konzept choice^{2}explore unterrichtet. Hauptsächlich wurde dies durch die Autorin selbst übernommen, unterstützt wurde sie dabei durch eine studentische Hilfskraft z. B. bei der Materialverteilung und in Bezug auf den Technikaufbau. An diesem ersten Tag wurden die Phasen „Schau genau!“ sowie „Was denkst du?“ und aus der Phase „Find es heraus!“ der erste Lernimpuls unterrichtet. Bei einzelnen Klassen wurde auch bereits Lernimpuls zwei durchgeführt. Die hauptverantwortlichen Lehrpersonen waren anwesend, wurden jedoch gebeten, möglichst nicht in das Unterrichtsgeschehen einzugreifen. Dies sollte es den SchülerInnen ermöglichen, in einer gewohnten Atmosphäre zu lernen, sich jedoch auch auf das Konzept einzulassen.
Die Videografie der Kleingruppe steht in der Übersicht in Klammern, da diese vor allem als Grundlage der Analysen des gemeinsamen Lernens (s. Kap. 5.6) und zur Überarbeitung der Lernmaterialien (s. Kap. 5.3) diente.

Tag 2: Doppelstunde

Zu Beginn der zweiten Doppelstunde wurden die Phasen der vergangenen Stunden durch ein impulsgeleitetes Unterrichtsgespräch durch die SchülerInnen wiederholt. Daraufhin folgten die noch nicht ausgeführten Impulse der Phase „Find es heraus!“ sowie die Phase „Erklär es mir!“. Die Phase „Weiter geht’s!“ wurde aus zeittechnischen Gründen nicht durchgeführt.

Tag 3: Post-Interviews

Am Tag nach der zweiten Doppelstunde wurden mit den SchülerInnen, von denen Einverständniserklärungen zur Videografie vorlagen, leitfadengestützte Einzelinterviews durchgeführt. Die Post-Interviews wurden in separaten Räumen zum Klassenraum durchgeführt, aus organisatorischen Gründen fanden oft zwei Interviews im selben Raum statt. Um zeitökonomisch vorzugehen, wurde die Autorin durch studentische Hilfskräfte bei der Durchführung dieser Interviews unterstützt.

Follow-up (nach 4-5 Wochen Pause)

In einem Abstand von vier bis fünf Wochen zum durchgeführten Unterricht, je nach Umsetzbarkeit für die Schulen (z. B. Schulferien, Wandertage), wurden Follow-up-Interviews durchgeführt. Diese wurden aus forschungsökonomischen Gründen im Laufe der Erprobungen durch Follow-up-Tests ausgetauscht, was auch eine Vergrößerung der Stichprobe ermöglichte, denn hierzu musste keine Einverständniserklärung in Bezug auf die Videoaufnahme vorliegen. Die Follow-up-Tests konnten in der gesamten Klasse zur gleichen Zeit

eingesetzt werden. Bei auftretenden Schwierigkeiten der SchülerInnen hinsichtlich des Erlesens der Fragen bzw. in Bezug auf die Schreibfähigkeiten konnten sich diese SchülerInnen melden und Hilfe durch die Lehrperson oder die Autorin erhalten. Die Unterstützung bezog sich lediglich auf ein (wiederholtes) Vorlesen der Fragen, das Aufschreiben der von den betreffenden SchülerInnen getätigten mündlichen Antworten oder auf das Buchstabieren von Wörtern. Eine inhaltliche Unterstützung wurde vermieden.

5.4.2 Instrumente

Um die Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen zu analysieren, wurden verschiedene Datenarten herangezogen.

Artefakte (Lernmaterialien)

Die ausgefüllten Lernmaterialien der SchülerInnen ermöglichen Hinweise sowohl auf die Vorstellungen, die die SchülerInnen zu Beginn des Unterrichts zeigen (notierte Beobachtungen, Diagnoseaufgabe), als auch, inwiefern die Lernimpulse zu Ausschlüssen von Vorstellungen genutzt werden (Forscherprotokoll der Gruppe). Zur Konstruktion dieser Lernmaterialien s. Kap 5.2 bzw. 5.3.

Leitfragengestützte Einzelinterviews

Zur Analyse von Vorstellungsentwicklungen wurden leitfadengestützte Interviews am Tag nach der Erprobung durchgeführt (Post-Interviews). Die Leitfäden dienten einer Vergleichbarkeit der Interviews untereinander. Dies war von besonderer Bedeutung, da sie durch mehrere Interviewer durchgeführt wurden. Als zusätzliche Interviewer wurden studentische Hilfskräfte eingesetzt, die zunächst eine Einführung in die Interviewtechnik allgemein erhielten und auf die besonderen Gegebenheiten bei Interviews mit Kindern im Grundschulalter hingewiesen wurden. Aus zeitökonomischen Gründen war es nicht möglich, alle Interviews durch dieselbe Person durchführen zu lassen. Aus demselben Grund wurden auch je Schulklasse unterschiedliche zusätzliche Interviewer eingesetzt. Da die SchülerInnen die Interviewer zum Teil erst in der Interviewsituation kennenlernten, wurden sie darauf durch die Autorin zuvor vorbereitet. Außerdem wurde besonders Wert daraufgelegt, zu Beginn des Interviews eine wertschätzende und offene Atmosphäre zu schaffen. Ermöglicht werden sollte dies durch die Bekundung des Interviewers von Interesse an der zu befragten Person sowie an dem vorangestellten Unterrichtsprojekt. Um eine Anknüpfung an den Unterricht zu schaffen, wurden die SchülerInnen nach einleitenden Worten aufgefordert, den Versuch der Phase „Schau genau!“ zu wiederholen.

Ziel des Post-Interviews war es, die Vorstellungsentwicklung zu erfassen. Dabei war es nicht nur von Interesse, die aktuelle Vorstellung zu erheben, sondern auch zu prüfen, inwiefern die SchülerInnen andere Vorstellungen ausschließen konnten. Außerdem wurden sie im vierten Teil des Interviews gebeten, den Einsatz der Legosteine zu beschreiben. Dieser Punkt wird hier nur der Vollständigkeitshalber der Interviewstruktur genannt. Die Vorgehensweise, Analysen und Ergebnisse zu diesem Bereich werden im Kapitel 5.5 beschrieben. Der komplette Leitfaden findet sich im Anhang (s. Anhang B, S. 434). Der grobe Ablauf wird in Tabelle 17 dargestellt.

Tab. 17: Struktur der Post-Interviews in Mesozyklus vier

1. Einleitung	- Begrüßung, Vorstellung und Äußerung der Wertschätzung - Beschreibung des Ziels des Interviews (z. B. „Uns interessiert, wie Kinder lernen und was wir besser machen können.“) - Abfrage der Meinung des Kindes zur Unterrichtskonzeption (z. B. „Was hat dir gut fallen?“)
2. Versuch	- Aufforderung den Versuch der Phase „Schau genau!“ zu wiederholen (Einen Löffel Salz in Wasser geben.) - Aufforderung, die Vorstellung zu beschreiben
3. Konfrontation	- Andere Antwortmöglichkeiten der Multiple-Choice Aufgabe nennen (z. B. „Kann das Salz flüssig sein?“)
(4. Modell)	- *(Einsatz der Legosteine beschreiben)*
5. Verabschiedung	- Dank - Wertschätzung des Kindes

Follow-up

Die Follow-up-Interviews hatten eine vergleichbare Struktur zu den bereits beschriebenen Post-Interviews (s. Tab. 17). Auch bei deren Durchführung konnte auf die Unterstützung von studentischen Hilfskräften zurückgegriffen werden. Bei den ersten beiden Klassen (Gs2K1, Gs2K2) wurden im Follow-up leitfadengestützte Interviews durchgeführt, die, wie bereits beschrieben, an den weiteren Schulen durch schriftliche Follow-up Tests ausgetauscht wurden (s. Abb. 53). Diese Tests wurden auf der Grundlage der bereits durchgeführten Interviews und den Erfahrungen bei diesen erstellt. Genau wie bei dem Design der Lernmaterialien wurde auf die Verwendung von Struktur, Leichter Sprache und weiteren Visualisierungsmerkmalen geachtet (s. Kapitel 3.3.2). Die Follow-up-Tests wurden bereits in den vorherigen Mesozyklen zwei und drei eingesetzt, sodass die Fragestellungen auf der Grundlage dieser Pilotierungen vorgenommen und Verständnisschwierigkeiten der Schü-

lerInnen weitgehend verhindert werden konnten. Wenn dennoch Schwierigkeiten auftraten, wurden sprachliche Unterstützungen angeboten, wie bspw. das Vorlesen der Fragstellungen oder das Notieren bzw. Buchstabieren von Wörtern. Zur Einleitung des Follow-up Tests wurde als Demoversuch zur Erinnerung der SchülerInnen der Versuch der Phase „Schau genau!“ durchgeführt.

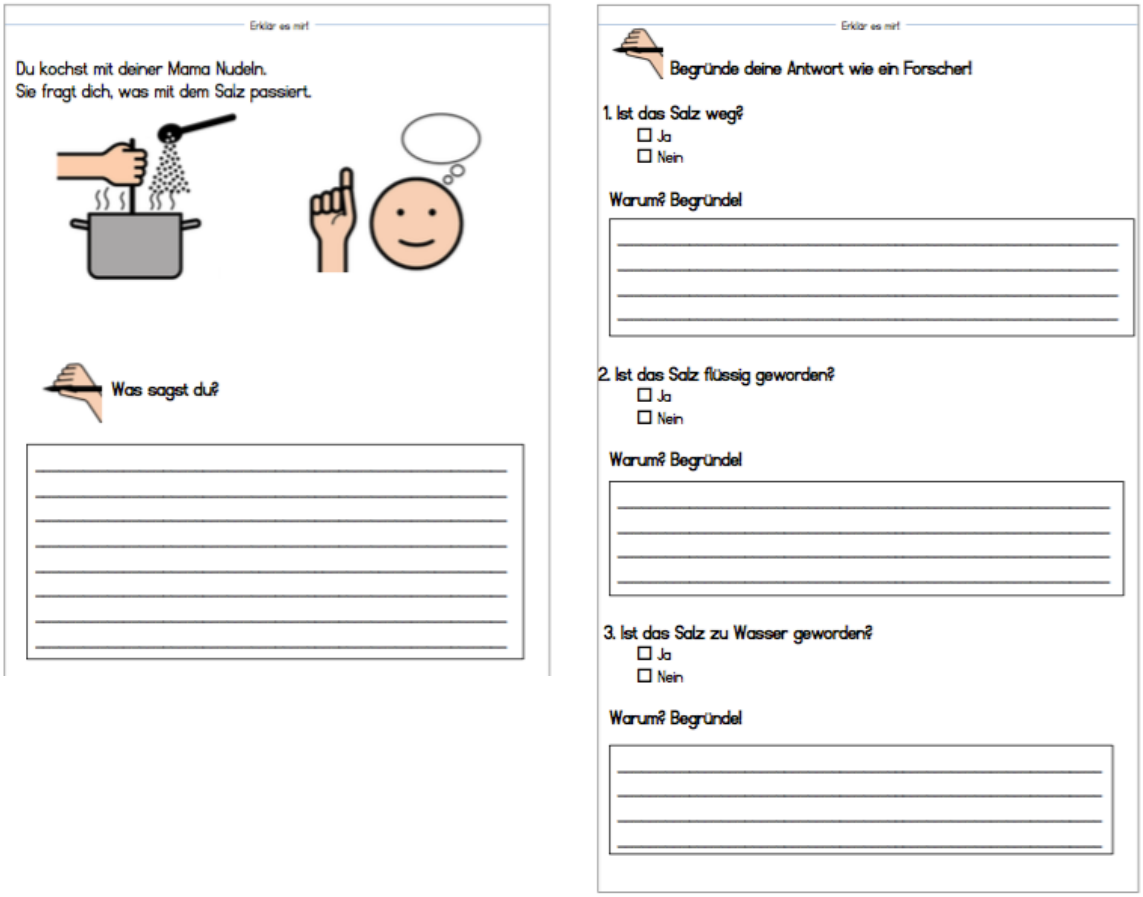


Abb. 53: Follow-up Test

Charakterisierungsbögen

Zur Erhebung von SchülerInnenmerkmalen wurden die zuständigen Lehrpersonen gebeten, Charakterisierungsbögen über die SchülerInnen auszufüllen (s. Abb. 54). Allgemeine Daten wurden abgefragt, wie das Alter, das Schulbesuchsjahr sowie der gesundheitliche Zustand. Außerdem wurden die Lehrpersonen gebeten, Besonderheiten, die sich in Bezug auf die Entwicklungsbereiche (Arbeits-/Lernverhalten, Sozialverhalten, Sprache/Kommunikation, Motorik, Kognition/Wahrnehmung) zeigen, zu notieren. Ein weiterer Bereich zielte auf Einschätzungen der Fähigkeiten im Sachunterricht ab. Der Bereich „besondere Bemerkungen“ fordert die Lehrpersonen auf, die SchülerInnen anhand von drei prägnan-

ten Wörtern zu beschreiben, besondere Stärken oder weitere Bemerkungen zu formulieren. Die so aufgenommenen Daten sollen zur Charakterisierung der SchülerInnen in Fallbeschreibungen herangezogen werden. Außerdem dienten die Beschreibungen der Lehrpersonen der Identifizierung von bedeutsamen Diversitätsmerkmalen. Um die Lehrpersonen nicht zu überlasten, wurden sie gebeten, die Charakterisierungsbögen vor allem für die videografierten SchülerInnen auszufüllen.

Charakterisierungsbogen

Schüler: Datum:

allgemeine Daten	
Alter	
Seit wie vielen Jahren besucht Schüler X die Schule?	
ist gesundheitlich stabil	
Welche Besonderheiten zeigen sich im/in...	
...Arbeits-/Lernverhalten	
...Sozialverhalten	
...Sprache/Kommunikation	
...Motorik	
...Kognition/ Wahrnehmung	
...Sachunterricht	
argumentiert sachlogisch und nachvollziehbar	
arbeitet gerne praktisch	
arbeiten gerne in der Gruppe	
ist interessiert an neuen Dingen	
stellt Fragen	
greift auf vorhandenes Wissen zurück	
entwickelt eigene Ideen	
sammelt außerschulisch Naturerfahrungen	
stellt Vermutungen an	
beobachtet und beschreibt Lebewesen, Objekte und Sachverhalte	

besondere Bemerkungen
Beschreiben Sie die/den SchülerIn anhand von 3 Wörtern!
besondere Stärken
weitere Bemerkungen

Abb. 54: Charakterisierungsbogen

Folgende Datenmengen sind jeweils eingeflossen:

- Lernmaterialien (n= 92)
  - Beobachtungen der Phase „Schau genau!“
  - Auswahlantworten und Begründungen aus der Phase „Was denkst du?“
  - Forscherprotokoll der Gruppe (36 Gruppen)
- Post-Interviews (n=69)
- Follow-up (Interviews: n= 18; Tests: n=70)
- Charakterisierungsbögen (Informationen über die SchülerInnen) (n=64)

Die unterschiedlichen Datenmengen ergeben sich zum einen dadurch, dass nicht alle SchülerInnen videografiert werden durften bzw. aufgrund von Ressourcen nicht videografiert werden konnten. Außerdem fehlten einige SchülerInnen aufgrund von Krankheit an einzelnen Tagen. Alle benötigten Daten zur Beschreibung der Vorstellungsentwicklungen lie-

gen für 66 SchülerInnen vor. Außerdem sollen 21 weitere SchülerInnen betrachtet werden, bei denen lediglich das Post-Interview fehlt; die Lernmaterialien und Follow-up-Tests können die Vorstellungsentwicklungen verdeutlichen.

5.4.3 Datenaufbereitung und -analyse

Die beschriebenen Daten wurden für jede/n einzelne/n SchülerIn mit einem Kürzel benannt und in einem Auswertungsbogen zusammengefasst. Tabelle 18 zeigt einen Ausschnitt solch eines Auswertungsbogens. Aus den verschiedenen Datenarten (Beobachtung, Auswahlantwort in der Multiple-Choice Aufgabe, Post-Interview usw.) werden die aufgenommenen Daten übertragen. Wird im Folgenden auf diesen referiert, wird zunächst die Codierung des Lernenden genannt und darauf das Kürzel „AuB". Werden Bezüge zu weiteren bearbeiteten Lernmaterialien gemacht, die nicht in den Auswertungsbogen übertragen wurden, wird das Kürzel „bM" für „bearbeitetes Matieral" verwendet.

Tab. 18: Ausschnitt eines Auswertungsbogens

Datenart	**Daten**			
Beobachtung	Das Salz verschvirnt und es wird grau.			
Auswahlantwort	D (ist weg)			
Post-Interview				
	Fragen des Leitfadens	Antworten der SuS	Nachfragen & weitere Fragen	Antworten der SuS
	Wie hat dir das Projekt mit Milla und Lutz gefallen?	positiv: negativ		

Diese Tabellen wurden in MAXQDA eingefügt und konnten daraufhin in Bezug auf die Fragestellungen analysiert, codiert, statistisch aufbereitet und die dabei entstehenden Ergebnisse zusammengestellt werden. Dies ermöglichte auch eine Fallbeschreibung individueller Vorstellungsentwicklungen. Die Forscherprotokolle wurden je Gruppe in MAXQDA als Bild eingefügt. Als erste grobe Codierung erfolgt die Kategorisierung der Bereiche im Auswertungsbogen nach „Auswahlantwort", „Post-Interview" und „Follow-up". Zur weiteren Analyse wurde für die jeweilige Fragestellung ein Codiersystem mit -leitfaden entwickelt. Die im Weiteren dargestellten Analysen wurden von zwei Personen durchgeführt und hinsichtlich deren Übereinstimmung überprüft. Ermöglicht werden konnte dies, aufgrund der

Betreuung einer Bachelorarbeit von Enste (2016) sowie der Unterstützung einer studentischen Hilfskraft bei der Auswertung der Daten. Die Codierende wurden hinsichtlich der Software sowie des Codiervorgangs trainiert. In regelmäßig stattfindenden Codierteamtreffen wurden Schwierigkeiten diskutiert, die Codiersysteme ausdifferenziert und die Kategorienleitfäden entwickelt.

Beobachtungen

Zur Analyse der Beobachtungen im Rahmen der Phase „Schau genau!" wurde ein induktives Vorgehen der strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2016) gewählt (s. Kap. 5.1.3 Abb. 13). Als Grundlage dienten lediglich die verschriftlichten Beobachtungen; Zeichnungen wurden nicht einbezogen. Die Kontexteinheit stellt der gesamte Auswertungsbogen eines/r Schülers/in dar, der Abschnitt im Auswertungsbogen zu den aufgeschriebenen Beobachtungen der SchülerInnen in den Lernmaterialien gilt als Auswertungseinheit. Die Codiereinheit bezieht sich auf eine bedeutungstragende Phrase und liegt auf einem mittleren Abstraktionsniveau, nämlich möglichst nah an den Aussagen der SchülerInnen orientiert. Die Subkategorien wurden von zwei Codierenden am Material entwickelt, nach 25 % des Materials revidiert und im gemeinsamen Austausch im Sinne einer kommunikativen Validierung zu Oberkategorien subsumiert, sodass ein endgültiger Materialdurchlauf erfolgen konnte. Die Berechnung einer Intercoderreliabilität wird bei der induktiven Entwicklung von Kategorien nicht empfohlen, jedoch bei deren Anwendung (Kuckartz, 2016). Zur Überprüfung der Übereinstimmung wurde jeder Auswertungsbogen als eine Codiereinheit verwendet, denn entscheidend war, welche Kategorien den einzelnen SchülerInnen zugeordnet wurden, und nicht, ob die Segmentgrenzen dabei exakt übereinstimmen (Kuckartz, 2016). Die Übereinstimmungen der Anwendung der induktiv gebildeten Kategorien wurde mit Hilfe von MAXQDA je Dokument ausgewertet und in Excel zusammengestellt. Über alle Lernenden hinweg lag die Übereinstimmung bei 99 % (κ[5]=0,99). Da für die Beschreibung vor allem das Zusammenstellen der unterschiedlichen Beobachtungen von Bedeutung ist, werden bei den Ergebnissen die Kategorien mit ihren Subkategorien dargestellt.

Vorstellungen

Die Antwortwahl in Bezug auf die Diagnoseaufgabe wurde nach den vorgegebenen Antworten im Auswertungsbogen codiert (Das Salz ist weg; Das Salz ist flüssig geworden; Das Salz ist zu Wasser geworden; Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.) und deren Vorkommen quantifiziert.

In Bezug auf die offenen Antworten der SchülerInnen in den Post-Interviews und Follow-ups wurde in Kooperation mit der Studentin Marilyn Enste (Bachelorarbeit) eine deduk-

[5] Kappa (κ)wurde hier und in den weiteren Ausführungen berechnet in Anlehnung an Brennan & Prediger (1981). Eine ausführliche Beschreibung dazu findet sich bei Kuckartz (2016) oder im MAXQDA 12 Referenzhandbuch (2016).

tive Kategorienbildung mit induktiver Erweiterung im Rahmen der strukturierenden Inhaltsanalyse, siehe Abbildung 13 (Kap. 5.3.1), vorgenommen (Kuckartz, 2016). Auf Grundlage der bereits erhobenen Schülervorstellungen konnten erste Kategorien in Anlehnung an die Auswahlantworten der Multiple-Choice Aufgabe definiert werden. Weitere Vorstellungen, die nicht den bereits definierten Kategorien zugeordnet werden konnten, wurden zunächst in der Kategorie „weitere" einsortiert. Aus dieser wurden weitere Kategorien induktiv konsensuell im Team erarbeitet. Die Codiereinheit entspricht einer aussagekräftigen Phrase in gesprochener oder geschriebener Form der SchülerInnen. Die thematischen Kategorien liegen auf einem niedrigen Abstraktionsniveau und möglichst nah an den Formulierungen der SchülerInnen. Die Kontexteinheit bildet das komplette Interview und als Auswertungseinheit diente ebenfalls das gesamte Interview. Die Kategorien des deduktiv-induktiv entwickelten Kategoriensystems wurden den Oberkategorien „anschlussfähig" und „nicht anschlussfähig" zugeordnet. Als nicht anschlussfähig wurden solche Vorstellungen bzw. Aussagen eingestuft, die einer fachlich anschlussfähigen Erklärung entgegenstehen. Hierzu gehören „Das Salz ist weg.", „Das Salz ist flüssig.", „Das Salz ist zu Wasser geworden.", „Das Salz bewegt sich in eine Richtung.". Als fachlich anschlussfähig gelten solche Aussagen, die eine fachlich richtige Erklärung enthalten, oder solche, die als Grundlage zur Entwicklung einer fachlich anschlussfähigen Vorstellung dienen können:
Das Salz ist noch da/ versteckt sich/ wird kleiner/ und das Wasser vermischen sich/ ist in kleinen Teilchen verteilt.
In Bezug auf die Verwendung des Teilchenbegriffs sei angemerkt, dass durch die alleinige Verwendung nicht klar wird, ob die SchülerInnen dabei tatsächlich über eine Diskontinuumsvorstellung verfügen. Die Akzeptanz und Nutzung des Teilchenbegriffes wird hier abgebildet und soll anhand der Formulierungen der SchülerInnen charakterisiert werden.
Einige SchülerInnen wählten in den Daten mehrere Formulierungen. Bei der Revision der Kategorien nach einem Materialdurchlauf von 35 % entschied das Codierteam sich dafür, je SchülerIn lediglich eine treffende Stelle je Post-Interview bzw. Follow-up Interview zu codieren. Somit wurde einem/r SchülerIn eine Vorstellung zugeordnet. Um dennoch Schwankungen und Unsicherheiten der SchülerInnen bei der Analyse zu beachten, wurden hierfür zwei extra Kategorien eröffnet, die die evaluativen Subkategorien „sicher" und „unsicher" enthalten. Entsprechende Definitionen mit Ankerbeispielen finden sich im Kategorienleitfäden 2 und 3 (s. Anhang C, Tab. II und III). Einen Einblick in diese bietet die Abbildung 55. Im Rahmen von regelmäßigen Codierteamtreffen wurden die Kategorienleitfäden im Rahmen einer konsensuellen Codierung durch Unterstützung von MAXQDA entwickelt. Die Intercoder-Übereinstimmung der angewendeten Kategoriensysteme erfolgte ähnlich wie bei den Beobachtungen in Bezug auf die Zuordnung des jeweiligen Codes zu den Daten eines Lernenden, da, wie beschrieben, jedem Lernenden ein Code zugeordnet wurde und Segmentgrenzen für die Analysen nicht von Interesse waren. In Bezug auf die Vorstellungen im Post-Interview lag die Übereinstimmung bei 98 % (κ=0,97) und im Follow-up bei

97 % (κ= 0,97), als Grundlage dienten 20 % des Materials. Für die Kategorien „sicher“ und „unsicher“ ergab sich eine Übereinstimmung von 92 % (κ=0.91).

2.3 Vorstellungen

Welche Vorstellungen zeigen sich bei den SchülerInnen in der Phase „Was denkst du“, im Interview und im Follow-up?

Daten: Interviews, Follow-ups (Interviews und Tests)
Kategorien: deduktiv mit induktiver Erweiterung, nominal
Codiereinheit: bedeutungstragende Phrase, entweder Videoausschnitt oder geschriebene Aussage
Kontexteinheit: gesamtes Interview bzw. Test
Auswertungseinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen zum jeweiligen Datenmaterial (Was denkst du?; Interview; Follow-up)
Abstraktionsniveau: mittel

	Benennung	Beispiele
A Fachwissenschaftlich nicht anschlussfähige Erklärungen		
1	**Das Salz ist weg (Nicht-Erhaltung) (D)**	
Definition: Schüler/in beschreibt, dass das Salz, wenn es in Wasser gegeben wird, nicht da ist.		*Ankerbeispiel*: „Das Salz ist weg“ (Gs2K2G1-S1, Z. 12) *weitere beispielhafte Formulierungen der SchülerInnen:* - Das Salz ist weg. - Das Salz ist verschwunden. - Das Salz ist nicht mehr da. - Das Salz ist weggegangen.
2	**Das Salz ist flüssig (Veränderung_Aggregatzustand) (C)**	
Definition: Schüler/in beschreibt, dass das Salz, wenn es in Wasser gegeben wird, vom festen in den flüssigen Aggregatzustand übergeht.		*Ankerbeispiel*: „Weil das Salz flüssig geworden ist“ (Gs4K1G6-S1, Z. 22) *weitere beispielhafte Formulierungen der SchülerInnen:* - Das Salz wird flüssig. - Das Salz ist flüssig.
3	**Das Salz ist zu Wasser geworden (Veränderung_Stoffveränderung) (A)**	
Definition: Schüler/in beschreibt, dass das Salz, wenn es in Wasser gegeben wird, zu Wasser wird.		*Ankerbeispiel*: „Das hat sich aufgelöst also ist es zu Wasser geworden“

Kategorienleitfaden 3: Überzeugung der SchülerInnen

Scheinen die SchülerInnen in ihren Vorstellungen überzeugt?

Daten: Interviews, Follow-ups (Interviews und Tests)
Kategorien: induktiv, evaluativ
Codiereinheit: bedeutungstragende Phrase, entweder Videoausschnitt oder geschriebene Aussage
Kontexteinheit: gesamte Videodatei/Testbogen
Auswertungseinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen zum jeweiligen Datenmaterial (Interview; Follow-up)

	Benennung	Ankerbeispiele
1	**Phänomen_Richtig**	
Definition: SchülerIn nennt nach Einstiegsversuch auf die Frage 'Was ist jetzt mit dem Salz passiert?' eine fachlich anschlussfähige Vorstellung.		Interview: Gs3K1G2-S1; 03:08-04:32 Min.
1a	**PR_Unsicher**	
Definition: • SchülerIn wechselt im Laufe des Interviews die zu Anfang geäußerten Vorstellung (mehrfach) • SchülerIn kann die Vorstellung nicht begründen • SchülerIn wirkt im Gespräch deutlich unsicher o Erkennbar durch: verzögerte Antwort, Kratzen am Kopf, verlegenes Räuspern, Vermeidung von Blickkontakt, nervöses „Spielen“ mit Fingern oder Material		Interview: Gs3K1G2-S1; 03:08-04:32 Min.
1b	**PR_Überzeugt**	
Definition: • SchülerIn weicht auch durch Nachfragen nicht von dieser Vorstellung ab und nennt keine andere Vorstellung. • SchülerIn entkräftet Nachfragen durch Argumente (bspw. Ausschluss anderer Vorstellungen)		Interview: Gs2K2G1-S2; 3:14-3:32 Min.
2	**Phänomen_Anders**	
Definition:		Interview: Gs4K1G6-S1; 4:34-4:40 Min.

Abb. 55: Auszüge aus den Kategorienleitfäden 2 und 3

Zur Beschreibung der Vorstellungsentwicklung wird zunächst die zahlenmäßige Ausprägung der Ergebnisse in Bezug auf die Diagnoseaufgabe dargestellt. Die kurzfristige und langfristige Vorstellungsentwicklung, also die Ergebnisse der Post-Interviews und Follow-

ups, sollen ebenfalls in ihrer zahlenmäßigen Ausprägung dargestellt werden. Prototypische Beispiele sollen Einblicke in die Formulierungsweisen der SchülerInnen bieten. In MAXQDA wurden entsprechende Dokumente bzw. Dokumentsets und die benötigten Kategoriensysteme aktiviert und die Ergebnisse im Code-Matrix angezeigt und in das Excelformat übertragen.

Ausschluss von Vorstellungen

Das Kategoriensystem zur Beschreibung der Ausschlüsse einzelner Ideen der SchülerInnen sowohl im Forscherprotokoll als auch im Post-Interview und Follow-up wurde induktiv nach dem Modell der strukturierenden Inhaltsanalyse (s. Kap. 5.1.3 Abb. 13) entwickelt. Die Entwicklung des Kategoriensystems wurde direkt am Videomaterial der Interviews mit Hilfe der MAXQDA-Software vorgenommen. Die Arbeit am Videomaterial ermöglichte es, auch nonverbale Kommunikationselemente zu codieren, ohne ein aufwändiges Videotranskript erstellen zu müssen. Hierzu zählen bspw. das Kopfschütteln der SchülerInnen oder das Zeigen auf Materialien.

Nach einem Materialdurchlauf von 20 % der Interviews wurde das Kategoriensystem ein erstes Mal überarbeitet und zusammengefasst. Die Ausschlüsse der SchülerInnen konnten unter die evaluativen Kategorien „nicht begründet“ und „begründet“ subsumiert werden. Unter der Hauptkategorie „begründet“ wurden folgende weitere Subkategorien definiert: intendiert, fachlich richtig, personenbezogen und lebensweltlich/kindlich. Diese analytischen Subkategorien liegen auf einem mittleren Abstraktionsniveau. Der Subkategorie „intendiert“ wurden Begründungen zugeordnet, die sich auf den Lernimpuls zu der jeweiligen Idee beziehen bzw. diesen in Ansätzen wiedergeben und somit als vom Lernmaterial intendiert gelten. Als „fachlich richtig“ wurden solche Aussagen codiert, die nicht der intendierten Kategorie zugeordnet werden können, aus fachlicher Sicht jedoch eine adäquate Begründung darstellen. Lebensweltliche Begründungen, die fachlich anschlussfähig sind, wurden ebenfalls mit „fachlich anschlussfähig“ codiert. Die Kategorie „lebensweltlich/kindlich“ umfasst Begründungen, die aus fachlicher Sicht nicht haltbar bzw. anschlussfähig sind, jedoch im Sinne einer konstruktivistischen Sichtweise aus der Perspektive der SchülerInnen durchaus nachvollziehbar und plausibel erscheinen. Außerdem werden hierunter fachlich richtige Aussagen gefasst, die jedoch keine Begründung des Ausschlusses darstellen. Die Kategorie „personenbezogen“ meint solche Aussagen, in denen die SchülerInnen sich auf eine/n andere/n SchülerIn oder die Lehrperson beziehen („XX hat das gesagt“).

Haben die SchülerInnen in den Interviews mehrere Begründungen gegeben, wurde dennoch in der Auswertung nur eine Kategorie codiert in einer wertfreien, jedoch hierarchischen Reihenfolge: intendiert, fachlich richtig, lebensweltlich, personenbezogen. Diese Kategorien wurden für alle drei fachlich nicht anschlussfähigen Ideen der Diagnoseaufgabe

(„Das Salz ist weg.“/„Das Salz ist flüssig geworden.“/„Das Salz ist zu Wasser geworden.“) ausformuliert.

Nach einem Materialdurchlauf von 30 % der Interviews wurde das Kategoriensystem zur Codierung dieser erneut erweitert und zwar durch die thematischen Kategorien „Frage nach Ausschluss allgemein“ bzw. „Frage nach Ausschluss A, B, C“ und „Reproduktion des Versuchs durch den Interviewer bzw. den/der SchülerIn“, da im Verlauf der Materialsichtung deutlich wurde, dass nicht alle Interviews komplett gleich abgelaufen sind. Nicht alle SchülerInnen wurden nach einem Ausschluss der Antworten gefragt und in einigen Fällen wurde zunächst der Versuch an sich wiederholt. Dies soll durch die erstellten Kategorien abgebildet werden. Ein Ausschnitt des Leitfadens 4 ist in Abbildung 56 dargestellt. Der vollständige Leitfaden findet sich im Anhang (s. Anhang C, Tab. IV). Nachdem das Kategoriensystem entwickelt war, wurde es auf die Post-Interviews, die Follow-up-Interviews und Follow-up-Tests sowie auf die Forscherprotokolle (in gekürzter Form) angewendet.

Kategorienleitfaden 4: Ausschluss von Vorstellungen

Daten: Forscherprotokolle, Interviews, Follow-ups (Interviews und Tests)
Kategorien: induktiv, analytisch
Codiereinheit: bedeutungstragende Phrase, entweder Videoausschnitt oder geschriebene Aussage
Kontexteinheit: gesamte Videodatei/Testbogen
Auswertungseinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen zum jeweiligen Datenmaterial (Interview; Follow-up); Forscherprotokoll: Abschnitt in diesem

	Benennung	Ankerbeispiel
0	**F_AA - Frage nach allgemeinem Ausschluss**	
Definition: InterviewerIn fragt allgemein nach dem Ausschluss der Antwortmöglichkeiten A-C „Und wieso können die anderen nicht stimmen?“		Interview: Gs5K1G1-S1 5:42-5:48 Min.

A	Benennung	Ankerbeispiel
1	**F_A_A (Ausschluss A; der Auswahlantwort A)**	
Definition: InterviewerIn fragt nach Ausschluss der Antwortmöglichkeit A: „Das Salz ist weg!“		Interview: Gs4K1G5-S2 3:32-3:36 Min.
2	**R_A_I Reproduktion des Versuchs zu ‚A‘ Interviewer**	
Definition: InterviewerIn beschreibt den Versuch zur Antwortmöglichkeit ‚A‘. Er/sie beschreibt, dass Wasser, in das Salz gegeben wurde über einem Teelicht erhitzt wurde.		Interview: Gs5K2G4-S1 3:56-4:04 Min.
3	**R_A_S Reproduktion des Versuchs zu ‚A‘ SchülerIn**	
Definition: SchülerIn beschreibt den Versuch zur Antwortmöglichkeit ‚A‘		Interview: Gs5K2G4-S3 4:18-4:40 Min.
4	**nbA_A (nicht begründeter Ausschluss A)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist weg“ aus und gibt dazu keine Begründung an.		-

Abb. 56: Auszug aus dem Kategorienleitfaden 4

Die Intercoder-Übereinstimmung wurde für die einzelnen Kategorienanwendungen getrennt berechnet. Ebenso, wie bei der Codierung der Vorstellung oben beschrieben, war die Länge der Segmente hier nicht von Interesse. Die zu codierenden Segmente wurden in eine neue „leere“ Kategorie übertragen und von hier aus dann von dem zweiten Codierenden den jeweiligen Kategorien zugeordnet. Für die Post-Interviews ergab sich für 20 % des Materials eine Übereinstimmung von 89 % (κ=0,9), für die Follow-ups (Test und Interview) 91 % (κ=0,9) und für die Forscherprotokolle 88,9 % (κ=0,85).

Durch das Bilden von Dokumentsets und die Aktivierung der entsprechenden Codes wurden die codierten Segmente in MAXQDA in der Liste der Codings angezeigt und im Excelformat exportiert. Zu den Forscherprotokollen und den Follow-up Tests werden die den Kategorien zugeordneten Textstellen dargestellt und beschrieben. Die Post-Interviews

und Follow-up Interviews wurden direkt am Videomaterial codiert. Hier soll in der Ergebnisdarstellung keine Beschreibung der Begründungen vorgenommen werden. Allerdings werden bei diesen Daten das Vorhandensein der Fragen nach dem Ausschluss sowie die Reproduktion des Versuches mit in die Auswertungen einbezogen.

Auswertungen nach Gruppen

> *Also ich denke auch in so 'ner Gruppe wenn man sich die Kinder anguckt man würde ja am Anfang wenn Sie sich die Kinder so angucken auch andere Kinder auswählen die Sie vielleicht so einordnen, dass sie einen besonderen Förderbedarf haben oder dass sie Ihnen irgendwo, in welcher Art auch immer auffallen. Oder anders sind, während auch viele Kinder die sind einfach ja auch besondere Kinder eben. [Andere also so die nich/ (.) ja] und ich finde das ist wirklich ne richtige Herausforderung. Und wir haben viele besondere Kinder.* (Lehrperson im Projekt)

Neben der Darstellung der Ergebnisse für die Gesamtgruppe sollen auch einzelne Diversitätsmerkmale im Speziellen betrachtet werden. Dies soll nicht aus einer defizitorientierten, sondern einer förderdiagnostischen und wertschätzenden Perspektive geschehen. Aus der Literatur ist bekannt, dass Schülervorstellungen im Allgemeinen hartnäckig und nur schwer zu verändern sind. Die Ergebnisse sollen einen Hinweis darauf geben, wie Unterricht gestaltet werden kann, der SchülerInnen bei der (Weiter-)Entwicklung von Vorstellungen unterstützt. Hierzu wurden aus den von den Lehrpersonen ausgefüllten Charakterisierungsbögen Merkmale identifiziert, die in Dokumentvariablen umgeformt werden konnten. Zur Darstellung der Ergebnisse werden Kürzel für die Diversitätsmerkmale verwendet, die nun vorgestellt werden: Die Lehrpersonen beschrieben eine Reihe von SchülerInnen als besonders *leistungsstark* (LS). Außerdem wurden die Unterstützungsbedarfe Lernen, emotional-soziale Entwicklung und Sprache beschrieben; diese werden zusammgenfasst unter der Variable sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf (SO). Der Variable sprachliche Schwierigkeiten (SP) gehören sowohl SchülerInnen mit Deutsch als Zweitsprache, Lese-Rechtschreibschwierigkeiten sowie mit allgemeinen sprachlichen Auffälligkeiten zu. Bei einigen SchülerInnen wurden Schulunlust und stark auffällige Motivations- bzw. Aufmerksamkeitsschwierigkeiten beschrieben. Diese Merkmale bilden die vierte Gruppe (MA). Wurden bei einem/r SchülerIn mehrere Merkmale beschrieben, wurden sie nach der beschriebenen Reihenfolge der jeweiligen Gruppe zugeordnet: Wurde beispielsweise einer Schülerin ein sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf diagnostiziert und von der Lehrperson als auffällig im Bereich der Motivations und Aufmersamkeit beschrieben, gehört die Schülerin lediglich der Gruppe „SO" an. Dieses Vorgehen ermöglicht es, in MAXQDA Dokumentensets zu erstellen und nach diesen Auswertungen vorzunehmen. Wird im Folgenden auf die Post-Interviews referiert, wird nach der Codierung des Lernenden das Kürzel „I" und beim Follow-up Interview „FU-I" verwendet.

Vorstellungsentwicklungen individuell

Um tiefer in die Prozesse der Vorstellungsentwicklungen hineinzuschauen, sollen Fallbeschreibungen angeschlossen werden. Die bereits beschriebenen Daten und deren Kategorisierungen fließen hierfür zusammen. Weiterhin wird auf die Charakterisierungsbögen, die die Lehrpersonen über die SchülerInnen ausgefüllt haben, ebenfalls Bezug genommen. Die Ergebnisse hierzu sollen zusammenfließen mit den weiteren Ergebnissen zu den Analysen über das gemeinsame Lernen. Daher werden sie in einem eigenen Abschnitt dargestellt (s. Kap. 5.7).

5.4.4 Ergebnisse

5.4.4.1 Vorstellungen zum Lösevorgang

C1. Vorstellungen zum Lösevorgang

C1.1 Welche Vorstellungen zeigen die SchülerInnen zum Lösevorgang?

a) Welche Beobachtungen formulieren die SchülerInnen beim Betrachten des Phänomens?

b) Welche Antworten werden in der Diagnoseaufgabe angekreuzt?

Die Beobachtungen wurden in folgende Kategorien zusammengetragen und den darüberstehenden Oberkategorien zugeordnet (s. Tab. 19).

Tab. 19: Kategoriensystem zu den Beobachtungen der SchülerInnen in der Phase „Schau genau!"

Das Wasser verändert sich.
- Das Wasser wird salzig.
- Das Wasser sieht anders aus.
Das Salz ist noch da.
- Das Salz ist im Wasser verteilt.
- Das Salz ist zu sehen.
- Das Salz dreht sich.
- Das Salz klebt am Boden.
Das Salz verändert sich
- Das Salz wird zu Blasen.
- Das Salz wird zu Waser.
Das Salz verschwindet.
- Das Salz löst sich auf.
- Man sieht das Salz nicht.

Tab. 20: Verteilung der gewählten Antworten der SchülerInnen in der Phase „Was denkst du?"

SchülerInnen / Das Salz…	insgesamt (n=87)	SO (n=13)	SP (n=6)	MA (n=8)	LS (n=14)
ist weg. (Idee 1)	**26**	4	2	3	6
ist flüssig geworden. (Idee 2)	**24**	4	3	2	2
ist zu Wasser geworden. (Idee 3)	**11**	3	1	1	1
ist in kleinen Teilchen verteilt. (Idee 4)	**26**	2	-	2	5

In der Tabelle 20 sind die Ergebnisse der Diagnoseaufgabe für die SchülerInnen zusammengetragen, für die Lernmaterialien und Follow-up-Test vorhanden sind. Die Reihenfolge der Auswahlantworten entspricht jener der durchgeführten Lernimpulse im Unterricht. Sie gibt nicht die Struktur der Aufgabe wieder. Im Weiteren werden die Beschreibungen „Idee 1" usw. verwendet. Es zeigt sich, dass 26 SchülerInnen die fachlich anschlussfähige Antwort und 61 SchülerInnen eine der anderen drei Antworten wählen. Alle Antwortmöglichkeiten treten auf und auffällig ist, dass die Antwort „Das Salz ist zu Wasser geworden." im Vergleich zu den drei anderen Möglichkeiten deutlich seltener ausgewählt wurde. Die Tabelle 20 zeigt die Ergebnisse der Diagnoseaufgabe auch in Bezug auf verschiedene Diversitätsmerkmale, die aus den Charakterisierungsbögen herausgelesen werden konnten. Von 64 SchülerInnen, von denen ein Charakterisierungsbogen vorlag, wurden 13 SchülerInnen ein *sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf*, sechs *sprachliche Schwierigkeiten* und acht SchülerInnen *Motivations- bzw. Aufmerksamkeitsprobleme* zugeschrieben. Die Lehrpersonen beschrieben vierzehn SchülerInnen als *leistungsstark*. Es kann festgehalten werden, dass sowohl bei den SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf als auch bei denjenigen mit *Motivations- oder Aufmerksamkeitsproblemen* alle Auswahlantworten ausgewählt wurden. Lediglich von den SchülerInnen mit *sprachlichen Schwierigkeiten* wurde die fachlich anschlussfähige Vorstellung nicht ausgewählt. Die *leistungsstarken* SchülerInnen wählen vor allem die erste und die letzte Antwortmöglichkeit. Von den SchülerInnen, die bei der Beobachtung schreiben, dass sich das Salz auflöst (n=54) kreuzen 15 an, dass das Salz weg ist; 20 dass es flüssig geworden ist; sieben, dass es zu Wasser geworden ist, und 14 kreuzen an, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist.

5.4.4.2 Fazit zu „Vorstellungen zum Lösevorgang"

Die SchülerInnen zeigen unterschiedliche Beobachtungen. Dabei beziehen sich einige auf den Prozess, bspw. dass sich das Wasser verfärbt oder das Salz sich beim Umrühren im Wasser bewegt. Der andere Teil der Beobachtungen bezieht sich auf Aspekte nach dem Lösen des Salzes: Die SchülerInnen beschreiben, dass sie das Salz nicht sehen, andere deuten bereits, dass es verschwindet oder zu Wasser wird. Die Formulierung „das Salz löst sich auf" wurde am häufigsten gewählt.

Die Ergebnisse der Diagnoseaufgabe weisen darauf hin, dass die SchülerInnen unterschiedliche Vorstellungen zum Lösevorgang zeigen. Da alle Antwortmöglichkeiten ausgewählt wurden, scheinen alle Distraktoren für die Aufgabe bedeutsam zu sein. Ob es sich bei der Auswahl der Antworten um fest verankerte Vorstellungen der SchülerInnen oder aber um „Ad-hoc Vorstellungen" handelt, die in dem Moment gebildet wurden, kann aus den Daten nicht interpretiert werden. Für die weiteren Analysen ist es aber nicht entscheidend, ob die SchülerInnen in dem Moment die Vorstellung entwickeln oder sie fest verankert ist. Die Auswahl für die Vorstellung gegenüber den anderen macht es schon an sich bedeutsam, diese im Unterricht aufzugreifen. Bewusst wurde das Notieren der Beobachtung von der Auswahl der Vorstellung getrennt abgefragt. Dennoch ist es möglich, dass hinter der Aussage „Das Salz ist weg." die reine Beobachtung der SchülerInnen aus dem Versuch steht. Dieser Punkt bleibt offen. Die Auswahlantworten sollen dennoch im Weiteren als die Vorstellung der SchülerInnen bezeichnet werden.
Aus den Analysen nach den Diversitätsmerkmalen *sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf*, *sprachliche Schwierigkeiten*, *Motivations-/Aufmerksamkeitsprobleme* und *leistungsstark* geht hervor, dass die SchülerInnen dieser Gruppen die Aufgabe in ähnlicher Weise bearbeiten wie die SchülerInnen der Gesamtgruppe. Auch hier wurden fast alle Distraktoren ausgewählt. Die Erkenntnisse der leitfadengestützten Interviewstudie aus Mesozyklus eins können demzufolge gestützt werden. Die Analysen in Verbindung zu den Beobachtungen zeigen, dass die Gruppe der SchülerInnen, die beschreiben, dass sich das Salz auflöst, alle der vier Distraktoren wählen. Hinter dieser geäußerten Beobachtung kann demnach keine eindeutige Vorstellung festgemacht werden.
Gefolgert werden kann, dass die ausgewählten Schülervorstellungen bei (allen) SchülerInnen im inklusiven Sachunterricht auftreten und deren Thematisierung im Unterricht von Bedeutung ist.

5.4.4.3 Vorstellungsentwicklungen

C2. Vorstellungsentwicklungen zum Lösevorgang

C2.1 In welcher Weise verändern sich die Vorstellungen der SchülerInnen?

a) Wie viele SchülerInnen

iv) zeigen in den Post-Interviews eine fachlich anschlussfähige Vorstellung?

(1) Wie gestaltet sich diese?

(2) Wie viele SchülerIennen verwenden dabei einen Teilchenbegriff?

v) zeigen in den Post-Interviews eine fachlich nicht anschlussfähige Vorstellung?

(1) Wie gestaltet sich diese?

vi) scheinen von ihrer Antwort überzeugt zu sein?

b) Wie gestaltet sich dies jeweils in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

Von den befragten SchülerInnen beschreiben 65 von 66 SchülerInnen den Lösevorgang von Salz in Wasser im Post-Interview in einer fachlich anschlussfähigen Art und Weise. Bei 54 dieser fachlich anschlussfähigen Beschreibungen wird der Lösevorgang als das Verteilen des Salzes in kleinen Teilchen beschrieben (s. Tab. 21).

Tab. 21: Beschreibung des Lösevorgangs der SchülerInnen im Post-Interview

	G (n=66)	**SO (n=12)**	**SP (n=6)**	**MA (n=8)**	**LS (n=11)**
nicht anschlussfähig	1 (flüssig)	1	-	-	-
anschlussfähig	65	11	6	8	11
Das Salz...					
... ist in kleinen Teilchen verteilt.	54	6	4	8	11
... versteckt sich.	2	1	-	-	-
... wird kleiner.	2	1	-	-	-
... und das Wasser vermischen sich.	7	3	2	-	-

Tabelle 22 zeigt die Formulierungen der SchülerInnen, die den Teilchenbegriff verwenden. Die meisten SchülerInnen benutzen dafür das im Unterricht eingesetzte Wort „Teilchen". Einige SchülerInnen verwenden aber auch eigene Worte, wie „Mini-Mini-Teilchen" (Gs2K1G1-S2, -S3), Bestandteile (Gs5K1G4-S1), Stückchen bzw. Stücke (z. B. Gs5K2G1-S2, Gs5K1G1-S2) oder Teile (Gs5K2G9-S2). Schülerin Gs2K1G2-S2 spricht von „tausend" und Schüler Gs4K1G7-S3 von „lauter" kleinen Teilchen. Die häufigsten Formulierungen sind, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist oder dass das Salz sich in kleinen Teilchen verteilt. Aber auch die Formulierung „es wird zu Teilchen" tritt mehrfach auf. Eine Schülerin beschreibt, dass Salz „sozusagen" durchbricht (Gs4K1G3-S2), und andere beschreiben, dass es sich in Teilchen auflöst (z. B. Gs4K1G6-S3). Der Schüler (Gs2K2G1-S2) beschreibt, dass das Wasser und das Salz aus Teilchen bestehen, die sich mischen. Und einige SchülerInnen sagen, dass das Salz so klein ist, dass man es nicht sehen kann (z. B. Gs2K1G3-S3).

Tab. 22: Beschreibungen des Lösevorgangs als das Verteilen des Salzes in kleinen Teilchen im Post-Interview

SchülerIn	**Segment**
Gs2K1G1-S2	Also das verschwindet nicht, das ist in so Mini-Mini-Teilchen, dass man sie nicht sehen kann. Auch unter dem Mikroskop nicht.
Gs2K1G1-S3	Weil das in ganz Mini-Mini-Teilchen. So klein, dass man das nicht unterm' Mikro sieht.
Gs2K1G2-S2	Das ist in tausende kleine Teilchen verteilt.
Gs2K1G3-S1	Das Salz ist in kleine Teilchen verteilt.
Gs2K1G3-S3	[...] wird zu so kleinen Teilchen, dass man es nicht mehr sehen kann.
Gs2K1G4-S1	Das Salz verteilt sich in kleinen Teilchen.
Gs2K1G4-S2	Es ist in kleinen Teilchen verteilt.

SchülerIn	Segment
Gs2K1G4-S3	Salz verteilt sich in kleine Teilchen.
Gs2K1G5-S1	Das ist in sehr kleinen Teilchen verteilt.
Gs2K1G5-S2	Das das Salz so ein bisschen in ganz kleine Teilchen wird und dann sieht man es nicht mehr so gut.
Gs2K1G5-S3	In winzig kleinen Stücken verteilt.
Gs2K2G1-S2	Wasser und Salz sind kleine Teilchen und die vermischen sich.
Gs4K1G1-S1	Das Salz wird sozusagen durchgebrochen. Und jetzt ist das Salz verteilt.
Gs4K1G1-S2	Das Salz ist überall in kleinen Teilchen verteilt.
Gs4K1G1-S3	Das Salz ist in kleine Teilchen verteilt.
Gs4K1G2-S1	Das löst sich in kleine Teilchen auf - das fällt in kleine Teilchen.
Gs4K1G3-S1	Dass das in ganz kleine Teilchen wird.
Gs4K1G3-S2	Das Salz wird in ganz kleine Teilchen im Wasser verteilt.
Gs4K1G3-S3	Die kleinen Salzkörner machen sich noch kleiner und dann kann man die nicht mehr sehen.
Gs4K1G4-S1	Das da nur noch ganz kleine Teilchen drin sind. Das Salz hat sich in ganz kleine Teilchen aufgelöst.
Gs4K1G4-S3	Hat sich in kleine Teilchen verteilt.
Gs4K1G5-S2	Das Salz ist in kleine Teilchen geworden.
Gs4K1G6-S2	Es ist einfach nur in kleine Teilchen zerfallen.
Gs4K1G6-S3	Das Salz hat sich in kleine Teilchen aufgelöst.
Gs4K1G7-S3	Es hat sich in lauter kleine Teilchen verteilt. Sind da drin es ist eine kleine Teilchen.
Gs4K1G7-S1	Das Salz ist nicht weg, es ist ganz klein geworden.
Gs4K1G7-S2	Das wird im Wasser zu kleinen Teilchen.
Gs4K1G8-S1	Das ist vom verrühren in ganz kleine Teilchen gekommen und hat sich überall verteilt.
Gs4K1G8-S2	Das hat sich in kleine Teile verteilt.
Gs4K1G9-S2	Das hat sich in kleine Teilchen aufgelöst.
Gs5K1G1-S2	Das ist in sehr kleine Stücke.
Gs5K1G1-S1	Das hat sich in ganz kleine Gruppen aufgeteilt und dann konnte man es nur noch ganz leicht sehen.
Gs5K1G2-S3	Dass die roten Steine jetzt überall verteilt sind und das Salz ist auch ziemlich klein
Gs5K1G2-S2	Salz in ganz kleine Teilchen aufgelöst.
Gs5K1G2-S1	Das ist in so kleinen Stückchen, dass man das Salz nicht mehr sieht.
Gs5K1G3-S1	Das ist zu kleinen Teilchen geworden.
Gs5K1G4-S2	Das Salz veteilt sich im Wasser in kleine Teilchen.
Gs5K1G4-S1	Die Teilchen vermischen sich und das löst sich in seine Bestandteile auf.
Gs5K1G5-S3	Das ist zu kleinen Teilchen geworden
Gs5K1G5-S2	Das verteilt sich in kleinen Teilchen.
Gs5K1G5-S1	Das Salz ist in kleine Teilchen verteilt.
Gs5K1G7-S2	Dass das Salz sich in in kleine Teilchen verteilt hat.
Gs5K2G1-S3	Das Salz löst sich in ganz ganz kleine Teilchen auf.
Gs5K2G1-S2	Das löst sich in ganz kleine Stückchen auf.
Gs5K2G1-S1	Das Salz geht in kleine Stückchen, verteilt sich aber geht nicht weg und bleibt immer da.
Gs5K2G2-S2	Das wird zu kleinen Teilchen, klein und verteilt.

SchülerIn	Segment
Gs5K2G3-S3	Das hat sich in kleine Teilchen verteilt.
Gs5K2G4-S3	Das wird zu kleinen Teilchen.
Gs5K2G4-S2	Hat sich in sehr verkleinert in kleinere Stücke und im Wasser verteilt.
Gs5K2G4-S1	Salz in kleine Teilchen verteilt hat.
Gs5K2G5-S3	Das Salz verteilt sich in ganz kleinen Teilchen.
Gs5K2G5-S2	Das löst sich in ganz kleine Teilchen auf die man nicht sehen kann.
Gs5K2G5-S1	Das ist überall in ganz kleinen Stückchen verteilt.
Gs5K2G9-S2	Nein, dass ist immernoch in kleinen Teilen da drin.

Sieben SchülerInnen sprechen von dem Vermischen bzw. Verteilen von Salz und Wasser.

Da ist das Salz jetzt vermischt mit dem Wasser. (Gs2K1G1-S1_Auswertungsbogen, Z. 16)

Das Salz verteilt sich im Wasser. (Gs2K2G1-S1_Auswertungsbogen, Z. 11)

Jeweils zwei SchülerInnen beschreiben, dass das Salz sich versteckt bzw. kleiner wird.
„Also, dass sich das Salz versteckt, dass man das fast nicht mehr sieht. [...] Das versteckt sich im Wasser. So dass man das nicht mehr sehen kann." (Gs2K2G2-S1_Auswertungsbogen, Z. 10)
Die Aussagen enthalten personifizierte oder animistische Formulierungen, die auch bei anderen SchülerInnen auftreten: „Die kleinen Salzkörner machen sich noch kleiner." (Gs4K1G3-S3). Einige Antworten der SchülerInnen deuten daraufhin, dass sie davon ausgehen, dass das Salz sich verändert und zu kleinen Teilchen wird oder sich selbst zerkleinert: „Das Salz ist in kleine Teilchen geworden." (Gs4K1G5-S2)
Lediglich eine Schülerin (Gs4K1G6-S1) beschreibt, dass das Salz flüssig wird, was einer nicht anschlussfähigen Vorstellung entspricht.
In der Tabelle 21 werden diese Ergebnisse auch in Bezug auf die *Diversitätsmerkmale* weiter ausdifferenziert. Zu beachten ist, dass lediglich von 59 der 66 SchülerInnen ein Charakterisierungsbogen vorliegt, die Ergebnisse nach Diversitätsmerkmalen also nicht direkt mit der Gesamtgruppe in Beziehung gesetzt werden können. Die Ergebnisse zu vier SchülerInnen fehlen, da die SchülerInnen aufgrund von Krankheit nicht am Post-Interview teilnahmen (1 SO, 3 LS). In der Tabelle 21 wird ersichtlich, dass der Schülerin, die eine nicht anschlussfähige Erklärung beschreibt, ein *sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf* zugeordnet wurde. Innerhalb dieser Gruppe der SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* nutzen fast die Hälfte der SchülerInnen den Teilchenbegriff als Beschreibung, drei SchülerInnen beschreiben das Vermischen von Salz und Wasser und je ein/e SchülerIn beschreibt, dass das Salz sich versteckt bzw. kleiner wird. Bei den SchülerInnen mit *sprachlichen Schwierigkeiten* taucht lediglich die Verwendung des Teilchenbegriffs sowie die Beschreibung des Vermischens als Erklärung auf. Alle SchülerInnen mit *Motivations- bzw. Aufmerksamkeitsproblemen* nutzen den Teilchenbegriff zur Beschreibung des Lösevorgangs von Salz in Wasser. Außerdem wird deutlich, dass eine Schülerin nicht den Teilchenbegriff, sondern das Verstecken bzw. Kleinerwerden als Beschreibung nutzt.

Wie bereits beschrieben, fiel bei der Entwicklung des Kategoriensystems auf, dass einige SchülerInnen im Laufe des Interviews zwischen Formulierungen schwankten bzw. unsicher wirkten. Daher wurden in einem weiteren Materialdurchlauf zusätzlich folgende Kategorien codiert: „Phänomen anschlussfähig_überzeugt bzw. _unsicher, Phänomen nicht anschlussfähig_überzeugt bzw. _unsicher".

Tab. 23: Anzahl der „unsicher" bzw. „überzeugt" eingestuften SchülerInnen in Abhängigkeit der nicht anschlussfähigen bzw. anschlussfähigen Vorstellungen im Post-Interview

	insgesamt (n=66)	**unsicher**	**überzeugt**
nicht anschlussfähig	1	1	-
anschlussfähig	65	26	39

Die Schülerin (Gs4K1G6-S1; SO) mit der nicht anschlussfähigen Beschreibung wirkt im Post-Interview unsicher (s. Tab. 23). Bei den Antworten, die als anschlussfähig eingestuft wurden, zeigen sich 26 unsichere und 39 überzeugte Antworten. Unter den 26 unsicheren SchülerInnen finden sich sechs mit diagnostiziertem *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf*, fünf mit *sprachlichen Schwierigkeiten*, einer mit *Motivations- und Aufmerksamkeitsschwierigkeiten* und drei *leistungsstarke* SchülerInnen.

Zwischenfazit zu Vorstellungsentwicklungen zum Lösevorgang

Die Ergebnisse der Post-Interviews zeigen, dass die SchülerInnen ihre Vorstellungen hin zu anschlussfähigen Vorstellungen weiterentwickeln. Lediglich eine Schülerin zeigt eine nicht anschlussfähige Vorstellung, denn sie beschreibt, dass das Salz flüssig wird. Auch die Verwendung des Teilchenbegriffs in Bezug auf das Salz hat sich bei den meisten SchülerInnen (54 von 66) durchgesetzt. In Bezug auf die beschriebenen *Diversitätsmerkmale* zeigt sich, dass SchülerInnen aller Gruppen ihre Vorstellungen weiterentwickeln und viele von ihnen den Teilchenbegriff anwenden können. Welches Denkmodell der SchülerInnen in Bezug auf die Diskontinuumsvorstellung grundsätzlich vorhanden ist, ist nicht beschreibbar. Dennoch deuten Formulierungen der SchülerInnen daraufhin, dass sie sich kleine Salzteilchen, also das Salz in verkleinerter Form, vorstellen und die kleinen Salzteilchen sich im Wasser verteilen. Animistische und personifizierte Beschreibungen können als typisch und hilfreich für diese Altersgruppe der SchülerInnen betrachtet werden und scheinen die SchülerInnen dabei zu unterstützen, mit ihren Worten den Lösevorgang zu beschreiben. Die Ergebnisse können jedoch hinsichtlich der Vorstellungsentwicklungen als positiv evaluiert werden: Die SchülerInnen entwickeln ihre Ideen (fast) alle hin zu anschlussfähigen Ideen weiter. Zudem muss berücksichtigt werden, dass sie zum ersten Mal überhaupt mit dem Teilchenbegriff arbeiten und die Anwendung dessen im Unterricht eher angeboten wurde, als dass der Begriff von den SchülerInnen mehrfach aktiv genutzt

wurde. Dennoch scheinen die SchülerInnen den Teilchenbegriff für sich nutzen zu können, was als positives Ergebnis festgehalten werden kann.
Nicht alle SchülerInnen scheinen jedoch im Post-Interview von ihrer Antwort überzeugt zu sein (39 von 65 in Bezug auf anschlussfähige Vorstellungen). Diese Befunde deuten daraufhin, dass die SchülerInnen die im Unterricht thematisierte anschlussfähige Erklärung zwar wiedergeben können und akzeptiert haben, sie jedoch von dieser nicht komplett überzeugt sind. Dies weist auf die Hartnäckigkeit von Vorstellungen hin und zeigt außerdem, dass die SchülerInnen ihre neuen Erkenntnisse noch weiter anwenden müssten, um sie für sich nutzbar zu machen. Dies scheint für SchülerInnen mit *diagnostiziertem Unterstützungsbedarf* oder *sprachlichen Schwierigkeiten* von Bedeutung zu sein, aber auch *leistungsstarke* SchülerInnen zeigen sich unsicher.

5.4.4.4 Langfristige Vorstellungsentwicklung

C2.2 Werden langfristige Vorstellungsentwicklung initiiert?

- ***a) Wie viele SchülerInnen***
  - ***i) zeigen in den Follow-up Erhebungen eine fachlich anschlussfähige Vorstellung?***
    - ***(1) Wie gestaltet sich diese?***
    - ***(2) Wie viele SchülerInnen verwenden dabei einen Teilchenbegriff?***
    - ***(3) Scheinen die SchülerInnen von ihrer Antwort überzeugt zu sein?***
  - ***ii) zeigen in den Follow-up Erhebungen eine fachlich nicht anschlussfähige Vorstellung?***
    - ***(1) Welche Vorstellungen zeigen die SchülerInnen?***
    - ***(2) Scheinen die SchülerInnen von ihrer Antwort überzeugt zu sein?***
- ***b) Wie gestaltet sich dies jeweils in Bezug auf Diversitätsmerkmale?***

Wie bereits beschrieben, wurde die langfriste Vorstellungsentwicklung über einen Follow-up zum Teil im Video-, zum Teil im Test-Format erfasst. Die Ergebnisse werden hier zusammen in Tabelle 24 dargestellt.

Tab. 24: Beschreibung des Lösevorgangs im Follow-up Test und Follow-up Interview

	G (n=87)	**SO (n=13)**	**SP (n=6)**	**MA (n=8)**	**LS (n=14)**
nicht anschlussfähig	2 (flüssig, Gs5K2G8-S2; zu Wasser Gs4K1G6-S1)	**1**	**-**	**-**	**-**
anschlussfähig	85	**12**	**6**	**8**	**14**
Das Salz...					
... ist in kleinen Teilchen verteilt.	67	9	5	6	13
... versteckt sich.	3	1	-	1	-
... wird kleiner.	3	1	-	1	-
... und das Wasser vermischen sich.	7	1	1	-	1
... ist noch da.	4	-	-	-	-
... bewegt sich in eine Richtung.	1	-	-	-	-

85 SchülerInnen beschreiben den Lösevorgang in einer fachlich anschlussfähigen Art und Weise. 67 der 85 SchülerInnen nutzen den Teilchenbegriff für ihre Beschreibungen. Sie verwenden dabei zu großen Anteilen ähnliche Beschreibungen wie bereits zu den in Tabelle 22 innerhalb der Interviews dargestellten. Tabelle 25 zeigt Antwortmuster, die so in ihrer Art noch nicht in den Interviews auftauchten. Die Verschriftlichungen der SchülerInnen wurden wörtlich übernommen und nicht geglättet. Für den Begriff „Teilchen" tauchen in den Follow-ups noch die Alternativenbegriffe „Grupen" (Gs5K1G1-S1) und „blubberblasen" (Gs5K1G3-S3) auf. Für das „Verteilen" des Salzes im Wasser verwendet der Schüler Gs4K1G4-S1 die Formulierung „zersetzt", womit vermutlich eine Verkleinerung des Salzes durch das Wasser gemeint ist. Der Schüler Gs4K1G5-S2 spricht vom „Ausbreiten" der Teilchen, was vermutlich auf die Verteilung abzielt. Außerdem beschreiben zwei Lernende, dass das Salz in kleinen Teilchen im Wasser schwimmt (Gs4K1G7-S2, GS4K1G7-S1).

Tab. 25: Beschreibungen des Lösevorgangs mit eigener Sprache im Follow-up

SchülerIn	**Segment**
Gs4K1G4-S1	Das Salz ist in kleine teilchen ferfalen weil das Salz vom Wasser zuersetzt wird.
Gs4K1G5-S2	das hat sich in kleinen teilchen ausgebreitet
Gs4K1G7-S2	Das Salz hat sich verteilt und schwimmt in ganz kleinen Teilchen im Wasser rum.
Gs5K1G1-S1	Es ferteilt sich in kleinere Grupen
Gs5K1G3-S3	das Saliz hat sich in kleinen blubberblasen ferteilt
Gs5K1G7-S1	Das Salz wird zu kleinen Teilchen und schwimmt im Wasser rum doch mann denkt das das Salz weg ist weil es zu minni teilchen geworden ist.

Neben den Beschreibungen, die auch in den Interviews auftauchten, beschreibt ein Schüler, dass sich das Salz in eine Richtung bewegt.

Das Salz geht an die Seite. (Gs5K1G7-S2_Auswertungsbogen, Z. 18)

Am häufigsten wird ansonsten beschrieben, dass sich das Salz und das Wasser mischen.

Das Salz hat sich in dem Wasser vermischt. (Gs5K2G1-S1_Auswertungsbogen, Z. 18)

Das Salz Ferteilt sich im Wasser. (Gs5K2G2-S1_Auswertungsbogen, Z. 18)

Zwei SchülerInnen (Gs4K1G6-S1; Gs5K2G8-S2) zeigen eine nicht anschlussfähige Vorstellung, denn sie beschreiben, dass das Salz flüssig bzw. zu Wasser wird. Auch bei den Follow-up Daten wurde eine Auswertung in Bezug auf die ausgewählten *Diversitätsmerkmale* vorgenommen (Tab. 24). Elf SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* zeigen genau wie im Post-Interview eine anschlussfähige Beschreibung, neun von ihnen verwenden den Teilchenbegriff. Im Vergleich zu den Interviewergebnissen zeichnet sich ein Anstieg dieser Beschreibung ab (I=6; FU=9). Die SchülerInnen mit *sprachlichen Schwierigkeiten* beschreiben alle den Lösevorgang in einer fachlich anschlussfähigen Art und Weise und fünf von sechs beschreiben, dass das Salz sich in kleinen Teilchen verteilt. Auch hier ist ein kleiner Anstieg im Vergleich zu den Ergebnissen der Post-Interviews zu erkennen (I=4; FU=6). Bei der Gruppe der SchülerInnen mit *Motivations- und Aufmerksamkeitsproblemen* hingegen nutzen sechs von acht SchülerInnen den Teilchenbegriff. Im Post-Interview waren es alle SchülerInnen dieser Gruppe. Die *leistungsstarken* SchülerInnen zeigen alle eine anschlussfähige Vorstellung, 13 von ihnen verwenden den Teilchenbegriff und einer beschreibt, dass sich das Salz mit dem Wasser vermischt.

Bei den Follow-ups im Interviewformat wurden wie in den Post-Interviews nach dem Unterricht Codierungen zum Grad der Überzeugung der SchülerInnen vorgenommen. Aus den schriftlichen Follow-ups konnten diesbezüglich keine Codierungen vorgenommen werden, da lediglich aus den schriftlichen Antworten eine Überzeugtheit der SchülerInnen nicht einzuschätzen war.

Die Ergebnisse dieser Kategorisierungen finden sich in Tabelle 26 wieder. Als unsicher wurden folgende SchülerInnen eingestuft: Gs2K1G1-S1 (SO Sprache, Lernen), Gs2K1G5-S3 (SO Sprache); Gs2K1G5-S1 (SO Lernen); Gs2K2G1-S3 (SO Lernen) sowie Gs2K2G2-S1 (LS). Überzeugt scheinen alle übrigen SchülerInnen, die den Teilchenbegriff verwenden sowie eine Schülerin (Gs2K2G2-S2), die beschreibt, dass sich das Salz versteckt.

Tab. 26: Anzahl der "unsicher" bzw. "überzeugt" eingestuften SchülerInnen in Abhängigkeit der "nicht anschlussfähigen" bzw. "anschlussfähigen" Vorstellungen im Follow-up Interview

	Follow-up Interview (n=18)	**unsicher (n=5)**	**überzeugt (n=13)**
nicht anschlussfähig	-	-	-
anschlussfähig	-	-	-
Das Salz...			
... versteckt sich.	1	-	1
... wird kleiner.	-	-	-
... und das Wasser vermischen sich.	1	1	-
... ist noch da.	-	-	-
... bewegt sich in eine Richtung.	-	-	-
... ist in kleinen Teilchen verteilt.	16	4	12

Zwischenfazit zu langfristigen Vorstellungsentwicklungen zum Lösevorgang

Die Ergebnisse der Follow-up Erhebungen machen langfristige Vorstellungsentwicklungen hin zu fachlich anschlussfähigen Beschreibungen der meisten SchülerInnen deutlich. Außerdem wird zu großen Anteilen der Teilchenbegriff zur Beschreibung der Verteilung des Salzes im Wasser verwendet. Dieser wird in ähnlicher Weise wie in den Post-Interviews verwendet. Die SchülerInnen verwenden auch eigenständige Formulierungen und es zeigt sich, dass sie sich kleine Salzteilchen vorstellen, also Teilchen, die aus Salz bestehen. In Bezug auf die *Diversitätsmerkmale* lassen sich ebenfalls positive Vorstellungsentwicklungen nachweisen. SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* oder *sprachlichen Schwierigkeiten* verwenden im Follow-up etwas häufiger den Teilchenbegriff als im Post-Interview. Für diesen Befund liegt keine eindeutige Erklärung vor. Die Lehrpersonen wurden gebeten, während der Zeit zwischen der Erprobung und den Follow-ups die Thematik nicht zu wiederholen oder zu thematisieren. Möglich wäre, dass die SchülerInnen sich dennoch untereinander über die Inhalte austauschten. Eine andere Interpretationsmöglichkeit ist, dass die SchülerInnen im Follow-up-Test eher die Chance hatten, über ihre Formulierungen nachzudenken und sich bewusst für den Teilchenbegriff zu entscheiden und sie im Post-Interview direkt nach der Erprobung die Begrifflichkeit ad-hoc nicht erinnerten. In den Follow-up Interviews zeigen sich die SchülerInnen zum Großteil von ihrer Vorstellung überzeugt. Vier der SchülerInnen, die sich unsicher zeigen, wurde ein *sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf* diagnostiziert, aber auch ein *leistungsstarker* Schüler zeigt Unsicherheiten.

5.4.4.5 Fazit zu „Vorstellungsentwicklung“

Die Ergebnisse zu den beschriebenen Analysen der Vorstellungen der SchülerInnen zum Lösevorgang und deren (Weiter-)Entwicklung im Rahmen der Unterrichtskonzeption zeigen, dass choice^{2}explore an den individuellen Vorstellungen der SchülerInnen im inklusiven Sachunterricht anknüpft. Die Unterrichtskonzeption entwickelt diese Vorstellungen weiter zu fachlich anschlussfähigen Vorstellungen, die sich auch langfristig für die SchülerInnen als überzeugend zeigen. Hinsichtlich der gewählten *Diversitätsmerkmale sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf*, *sprachliche Schwierigkeiten* und *Motivations- und Aufmerksamkeitsprobleme* oder *Leistungsstärke* finden sich keinerlei besondere Auffälligkeiten. Lediglich zeigen sich im Follow-up fast nur SchülerInnen mit *diagnostiziertem Unterstützungsbedarf* unsicher. Ein Großteil aller SchülerInnen verwendet den Teilchenbegriff zur Beschreibung ihrer Vorstellung, dem ein Verständnis von kleinen Salzteilchen zugrunde liegt.

5.4.4.6 Ausschluss von Vorstellungen in der Gruppenarbeit

C3. Ausschluss von Vorstellungen

C3.1 In welcher Weise nutzen die Kleingruppen die Lernimpulse, um Vorstellungen auf dem Forscherprotokoll begründet zu streichen?

a) Welche Begründungen formulieren die SchülerInnen beim Streichen der Vorstellungen?

Die ausgefüllten Forscherprotokolle geben Aufschluss darüber, ob bzw. in welcher Weise die SchülerInnen in ihren Gruppen die überprüften Ideen im Anschluss an den jeweiligen Lernimpuls ausschließen. Sie geben keinen Einblick dahingehend, welche SchülerInnen in den Entscheidungsprozess eingebunden sind. Für 36 Gruppen liegen Forscherprotokolle vor.

Tab. 27: Ausschlussverhalten zur Idee „Das Salz ist weg." im Rahmen der Forscherprotokolle

Code	Gruppe	Segment
begründet (n=29)		
intendiert (n=25)	Gs2K1G1	weil es noch da ist
	Gs2K2G3	Das Wasser ist weggegangen und das Salz ist geblieben
	Gs2K2G6	wen das Wasser weg ist erscheint es wider
	Gs4K1G1	man das Salz nach dem verduntzen des Wassers wieder sieht
	Gs4K1G3	Das Salz ist durch die Hitze wieder gekommen
	Gs4K1G6	man das Salz nach dem kochen wider seht
	Gs4K1G7	Als das Wasser ferdampft ist war das Salz noch da
	Gs4K1G8	wir gesehen haben im test das das salz nicht weg ist
	Gs4K1G9	es wieder zu salz geworden ist
	Gs5K1G1	das Salz wieder sichtbar wurde
	Gs5K1G2	das Salz über der Kerze wieder gekommen ist

Code	Gruppe	Segment
	Gs5K1G3	wenn du das Wasser erhitzt verdunstet das wasser und das Salz bleibt übrig
	Gs5K1G4	als wir Slas wasser verdunsten ließen blieb Saltz zurück
	Gs5K1G5	salz sichtbar geworden ist
	Gs5K1G6	das Salz nicht verdunstet..
	Gs5K1G7	das Salz noch da ist
	Gs5K2G1	das Salz noch da ist
	Gs5K2G2	es am Ende noch da ist
	Gs5K2G3	Das Salz noch da ist
	Gs5K2G4	wenn das Wasser verdunstet ist immer noch salz da war
	Gs5K2G5	weil wir sehen das es noch da ist
	Gs5K2G6	das Salz nicht verschwindet sondern weil es sich in eine harte Form umwandelt
	Gs5K2G7	als das Wasser verdunstet ist ist das Salz wieder gekommen
	Gs5K2G8	das Salz dort geblieben ist
	Gs5K2G9	es noch da ist
fachlich richtig (n=4)	Gs4K1G2	Das Salz nich weg ist
	Gs4K1G4	Das Salz nich weg sein
	Gs4K1G5	Noch ganz kleine stücken drin sind
	Gs5K1G8	das Salz noch im Wasser ist
lebensweltlich (n=0)	-	-
nicht begründet (n=5)		
	Gs2K1G2	x
	Gs2K1G3	x
	Gs2K2G1	x
	Gs2K2G2	falsch
	Gs2K2G4	x
nicht durchgestrichen (n=2)		

14 von 17 nicht begründete Ausschlüsse der Forscherprotokolle insgesamt sind Gruppen der ersten Schule zuzuordnen. Dieser Befund fiel bereits nach der Erprobung in der Schule auf, sodass in weiteren Erprobungen im Verlauf des Unterrichts explizit auf das Ausfüllen der Forscherprotokolle durch ein akustisches Signal (Gong) hingewiesen wurde (s. Kap. 5.3). In den weiteren Klassen wurden durch die Gruppen meist Begründungen angegeben (s. Tab. 27). Lediglich die Gruppen Gs4K1G5, Gs5K2G4 und Gs5K2G8 begründeten das Durchstreichen des dritten Lernimpulses zur Idee „Das Salz ist zu Wasser geworden." nicht.

Tabelle 27 zeigt die Begründungen, die die Gruppen im Rahmen der Forscherprotokolle zu der Idee „Das Salz ist weg." formuliert haben. Vergleichbar zu den Darstellungen der notierten Antworten der SchülerInnen in den Follow-up-Tests wurden die Formulierungen der SchülerInnen wörtlich übernommen und nicht geglättet. Die Begründungen zum ersten Lernimpuls führen 24 Gruppen intendiert begründet durch. Fünf Gruppen begründen ihren Ausschluss fachlich richtig, jedoch nicht mit Bezug zum Lernimpuls. Aussagen, die

Elemente wie „noch da“ aufweisen, wurden als intendiert eingestuft, da diese auf die Beobachtungen im Versuch hindeuten. Zirkelschlüsse, die die auszuschließende Idee noch einmal wiedergeben, wie „das Salz ist nicht weg“, wurden nicht als intendiert eingestuft, da hier kein direkter Bezug zum Versuch deutlich wurde.

Tab. 28: Ausschlussverhalten zur Idee „Das Salz ist flüssig geworden." im Rahmen der Forscherprotokolle

Code	Gruppe	Segment
begründet (n=28)		
intendiert (n=25)	Gs2K1G1	es ist hart geworden
	Gs4K1G1	das Salz nicht flüssig geworden ist
	Gs4K1G3	das Salz nicht flüssig geworden ist
	Gs4K1G6	sich das Salz nich flüssig geworden ist
	Gs4K1G7	weil das Salz bei unserem fersuch nicht flusig geworden ist
	Gs4K1G8	wir gesehen haben das das Salz nicht flüsig geworden ist
	Gs4K1G9	das Salz gleich geblieben ist
	Gs5K1G1	wir beim Versuch gesehen haben das das Wasser nicht flüssig geworden ist
	Gs5K1G2	das Salz nicht geschmolzen ist
	Gs5K1G3	das Salz ist nämlich nicht flüssig geworden
	Gs5K1G4	nichtz pasirt ist
	Gs5K1G5	nein weil das salz nicht flurig geworden ist
	Gs5K1G7	das salz fest ist
	Gs5K1G8	salz wird nicht flüssig
	Gs5K2G1	wir können die Idee streichen weil das Salz gar nicht flüssig geworden ist
	Gs5K2G2	es Gar Nich flüsich geworden ist
	Gs5K2G3	das sals nicht flüssig geworden ist
	Gs5K2G4	die Kerze das Salz auch nicht schmilsen kann deshalb kann das wasser auch nicht des schmilsen
	Gs5K2G5	das Salz nicht flusig wird
	Gs5K2G6	wir später das Salz HART gesehen haben
	Gs5K2G7	die Kerze das Salz nicht flüsig machen konnte. Also kann das Wasser es auch nicht flüssig machen
	Gs5K2G8	wir das Salz noch hart gesehen haben
	Gs5K2G9	Nein wahl noch pulwa dah
	Gs2K2G6	bas ist hart geworden
	Gs4K1G2	das Salz ist nicht wlüssig geworden
fachlich richtig (n=0)	-	-
lebensweltlich, kindlich (n=3)	Gs4K1G4	das Salz kann nicht flüssich werden
	Gs4K1G5	das Salz nach Amsterdam wollte
	Gs5K1G6	das salz nicht aufgelos weden kann
nicht begründet (n=5)	Gs2K1G2	x
	Gs2K1G3	x
	Gs2K2G1	x
	Gs2K2G2	x
	Gs2K2G4	x
nicht durchgestrichen (n=3)		

Tabelle 28 zeigt die notierten Begründungen der Gruppen zum Ausschluss der Idee „Das Salz ist flüssig geworden.“ auf den Forscherprotokollen. Der Ausschluss im zweiten Lernimpuls wird von 28 Gruppen begründet, wovon 22 als intendiert begründet codiert wurden. Die meisten Gruppen stellen in ihrer Begründung nicht den Bezug zum Salz im Wasser her und, dass die Wärme im Wasser nicht ausreicht, um das Salz zu schmelzen. Dennoch wurden diese Aussagen als intendiert codiert, da sie einen Bezug zum Lernimpuls deutlich machen. Drei Begründungen gelten als lebensweltlich/kindlich. Die Gruppe Gs4K1G4 folgert aus ihren Beobachtungen, dass Salz nicht flüssig werden kann. Dies trifft auf lebensweltliche Erfahrungen und die Erfahrungen im Versuch zu, ist fachlich jedoch nicht haltbar.

Tab. 29: Ausschlussverhalten zur Idee „Das Salz ist zu Wasser geworden." im Rahmen der Forscherprotokolle

Code	**Gruppe**	**Segment**
begründet (n=24)		
intendiert (n=12)	Gs4K1G1	das Salz die Kartoffel oben hält
	Gs4K1G3	die Kartoffel wo das Salz im Wasser ist schwimmt. In danderen Glas schwimmt die Kartoffel nicht
	Gs4K1G4	Das salz hat sich aufgelöst und trägt die Kartoffel
	Gs5K1G2	in dem Glas in dem Salz war ist die Kartoffel geschwommen und in dem ohne nicht
	Gs5K1G3	das Salz die Kartoffel hoch hebt
	Gs5K1G4	das Salz saugt sich im Wasser voll und helt die Kartoffel obn
	Gs5K1G5	das Salz ist Nicht zu Wasser geworden weil die Kartoffel oben ist
	Gs5K1G7	weil die Kartoffel noch oben schwimmt
	Gs5K2G2	sonst könnte die kartofel nicht schwimmen mit salz
	Gs5K2G3	nein weil die Kartofel nicht schwimmen würde
	Gs5K2G6	die Kartoffel sonst nicht schwimmen kann
	Gs5K2G7	weil das Salz im zweiten glas die Kartoffel hochgedrückt hat im ersten ist das nicht passiert
fachlich richtig (n=3)	Gs4K1G7	Man das Salz wider sichtbar machen kann
	Gs5K1G1	sonst wär das salz verdunstet war
	Gs5K2G1	weil wir ja rausgefunden haben das das salz nicht weg ist
lebensweltlich, kindlich (n=9)	Gs2K1G1	es ist verschwindet geworden ist
	Gs2K1G4	weil Das zu klein teicehn geworden ist
	Gs4K1G2	das Salz nich zu Wasser geworden
	Gs4K1G6	das Salz nich zu wasser geworden ist
	Gs4K1G8	weil wir im Glas 2 gesehen haben das da noch salz wahr
	Gs4K1G9	wir beobachtet haben das das Salz in kleinen telen ist
	Gs5K1G8	Salz kann man nicht flüssich machen
	Gs5K2G5	alles was im Salzwasser schwimmt oben
	Gs5K2G9	weil es noch salz gibt
nicht begründet (n=7)		
	Gs2K1G2	x
	Gs2K2G1	x
	Gs2K2G2	falsch

Code	Gruppe	Segment
	Gs2K2G4	x
	Gs4K1G5	Das Wasser
	Gs5K2G4	x
	Gs5K2G8	wir können die Idee streichen weil wir am
nicht durchgestrichen (n =2)		

Die notierten Begründungen zum Ausschluss der Idee „Das Salz ist zu Wasser geworden." sind in Tabelle 29 dargestellt. Zwölf von 24 begründeten Ausschlüssen zum Lernimpuls 3 sind intendierter Art. Da das Konzept der Dichte im Unterrichtsverlauf nicht thematisiert wurde, wurden hier auch Begründungen als intendiert eingestuft, bei denen fachliche Unstimmigkeiten auftreten, wie in folgendem Beispiel:
„...weil das Salz die Kartoffel oben hält." (Gs4K1G1)
Einige Gruppen gehen über die Beschreibung des Verhaltens der Kartoffel hinaus und stellen Vergleiche zwischen den Gläsern her:
„...weil die Kartoffel wo das Salz im Wasser ist schwimmt. Im anderen Glas schwimmt die Kartoffel nicht." (Gs4K1G3)
Bei den als fachlich richtig kategorisierten drei Begründungen werden Bezüge zu dem ersten Lernimpuls deutlich. Gs4K1G7 und Gs5K2G1 überzeugt bereits der erste Lernimpuls dahingehend, dass das Salz nicht zu Wasser geworden sein kann, da es nach dem Verdampfen des Wassers wieder sichtbar wird. Gs5K1G1 bezieht sich bei der Begründung ebenfalls auf den Lernimpuls eins. Sie stellen die Überlegung an, dass, wenn das Salz zu Wasser geworden wäre, beim ersten Versuch nichts in der Schale hätte zurückbleiben dürfen. Sie schließen daraus, dass demnach das Salz nicht zu Wasser geworden sein kann.
Bei diesem Lernimpuls begründeten zehn Gruppen ihren Ausschluss mit lebensweltlichem Bezug. Zwei von diesen führen einen Zirkelschluss durch (Gs4K1G6; Gs4K1G2). Zwei weitere Gruppen beziehen sich darauf, dass sie die Teilchen gesehen haben bzw. das Salz zu Teilchen geworden ist (Gs4K1G9; Gs2K1G4). Hier taucht die Problematik auf, dass die SchülerInnen zwar überzeugt davon sind, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist, jedoch alternative Vorstellungen zu erkennen sind: Sie können die Teilchen sehen und das Salz „verwandelt" sich zu Teilchen. Gs5K1G8 wiederholt ihre Begründung vom vorherigen Lernimpuls in dem sie beschreibt, dass das Salz nicht flüssig gemacht werde kann.
Andere Verschriftlichungen sind zum Teil schwer verständlich, wie: „es ist verschwindet geworden ist" (Gs2K1G1) oder beziehen sich nicht direkt auf die auszuschließende Idee „alles was im Salzwasser schwimmt oben" (Gs5K2G5).

Zwischenfazit

Die Kategorisierungen der notierten Schlussfolgerungen der SchülerInnen im Forscherprotokoll machen deutlich, dass die SchülerInnen zum Großteil Begründungen anführen. Diese werden oft wie im Lernimpuls intendiert angegeben. Besonders oft erfolgt dies bei

Lernimpuls eins (25x). Genauso oft wird beim zweiten Lernimpuls eine intendierte Begründung angegeben, die jedoch nicht immer die komplette Schlussfolgerung des Lernimpulses enthält. Da die SchülerInnen diese komplette Schlussfolgerung bereits auf ihrem Lernmaterial vollziehen, ist es auch möglich, dass sie diese als bereits „gegeben" annehmen und sich daher für eine Kurzform entscheiden. Dennoch bleibt die Interpretation hier offen. Zu Lernimpuls drei finden sich weniger intendierte Begründungen, jedoch führen die SchülerInnen hier zum Teil andere fachlich anschlussfähige Beschreibungen an, die aus den vorhergegangen Lernimpulsen resultieren. Die Lernimpulse können demzufolge als zielführend eingestuft werden, da die SchülerInnen zum großen Teil die intendierten Schlussfolgerungen bereits in der Gruppe ohne zusätzliche Zusammenfassung im Plenum ziehen konnten.

5.4.4.7 Ausschluss von Vorstellungen individuell

C 3.2 In welcher Weise nutzen die SchülerInnen die Lernimpulse in den Post-Interviews, um Vorstellungen auszuschließen?

a) Welche Begründungen formulieren die SchülerInnen beim Ausschluss der Vorstellungen?

b) Wie gestaltet sich dies in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

Tabelle 30 stellt die Ergebnisse der ausgeschlossenen bzw. nicht ausgeschlossenen Ideen der jeweiligen Lernimpulse dar. Zum einen werden die Ergebnisse der Gesamtgruppe (G), aber auch die Ergebnisse für die SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf (SO), sprachlichen Schwierigkeiten (SP) sowie mit Motivations- und Aufmerksamkeitsproblemen (MA) und leistungsstarken (LS) SchülerInnen dargestellt. Die Spalten mit den Ziffern eins bis drei zeigen die Ergebnisse zum jeweiligen Lernimpuls. Da, wie beschrieben, nicht alle SchülerInnen zum Ausschluss aller Ideen gefragt wurden, gibt die Zeile „nach ... gefragt" an, wieviele SchülerInnen zur jeweiligen Idee befragt wurden. Darunter wird unterschieden, wieviele SchülerInnen den Versuch wiederholten und einen jeweiligen intendierten, lebensweltlichen, fachlich personenbezogenen begründeten oder nicht begründeten Ausschluss oder keinen dieser durchführten (eingerückte Kategorien). Darauf folgen die Ergebnisse zu den Ausschlüssen, bei denen die jeweiligen SchülerInnen keine Wiederholung des Versuches vornahmen. Darunter werden die Ergebnisse aufgeführt, bei denen der Interviewer den Versuch wiederholt und die dazu zugehörigen Ausschlüsse (eingerückte Kategorien). Es folgen die Ergebnisse zu den SchülerInnen, die nicht nach dem Ausschluss der jeweiligen Idee gefragt wurden sowie in Bezug auf die Ausschlüsse insgesamt. Die so gewählte Darstellung der Ergebnisse soll verdeutlichen, inwieweit die Versuche die SchülerInnen unterstützen, die Schlussfolgerungen nachzuvollziehen und, inwiefern die SchülerInnen es auch leisten, Ideen auszuschließen ohne, dass sie danach gefragt werden.

In der nun folgenden Beschreibung der Ergebnisse wird auf die Ausschlüsse und deren Art Bezug genommen. Alle weiteren Informationen sind in der Tabelle 30 enthalten.

Tab. 30: Ausschlussverhalten der SchülerInnen im Post-Interview

	bezieht sich auf...														
	Lernimpuls 1					**Lernimpuls 2**					**Lernimpuls 3**				
	G	SO	SP	MA	**LS**	**G**	SO	SP	MA	**LS**	**G**	SO	SP	MA	LS
nach ... gefragt	**31**	3	4	4	7	**36**	5	5	2	7	**34**	5	3	5	5
Versuch durch SchülerIn wiederholt davon	**19**	2	3	1	5	**9**	1	-	2	**1**	**22**	4	1	1	4
intendierter Ausschluss	**15**	-	1	1	5	**8**	1	-	1	**1**	**13**	2	1	2	3
lebensweltlich begründeter Ausschluss	**1**	1	-	-	**-**	**1**	-	-	1	**-**	**1**	1	-	-	-
fachlich richtiger Ausschluss	**1**	-	1	-	-	-					**3**	-	1	-	-
personenbezogener Ausschluss	-					-					**1**	-		-	-
nicht begründeter Ausschluss	-					-					**1**	-	-	-	1
kein Ausschluss	**2**	1	-	-	-	-					**3**	1	1	1	-
intendierte Ausschlüsse	**5**	-	-	1	**1**	**10**	-	2	-	2	**6**	-	2	2	1
lebensweltlich begründete Ausschlüsse	-					**9**	3	1	-	1	**1**	-	-	1	-
fachlich begründete Ausschlüsse	**3**	-	1	-	1	-					**3**	-	1	-	-
nicht begründete Ausschlüsse	**1**	-	-	1	-	**2**	-	-	-	1	-				
kein Ausschluss	**1**	1	-	-	**-**	**2**	1	1	-	**-**	**2**	1	-	1	-
Versuch durch Interviewer wiederholt davon	**2**	-	-	-	**-**	**5**	1	1	-	-	-				
intendierter Ausschluss	**1**	-	-	-	**-**	**2**	-	-	-	-	-				
lebensweltlicher Ausschluss	-					**1**	-	-	-	-	-				
nicht begründeter Ausschluss	-					-					-				
kein Ausschluss	**1**	-	-	-	**-**	**2**	1	1	-	-	-				
nicht nach ... gefragt	**33**	**9**	**1**	**4**	**4**	**29**	**7**	**2**	**5**	**4**	**31**	**7**	**3**	**3**	**6**
Versuch durch SchülerIn wiederholt davon	**8**	1	-	-	**2**	**6**	1	-	-	-	**13**	3	2	1	2
intendierter Ausschluss	**6**	-	-	-	**1**	**3**	-	-	-	**-**	**5**	1	1	-	2
nicht begründeter Ausschluss	-					-					-				-
lebensweltlicher Ausschluss	**1**	1	-	-	-	-					**1**	-	-	-	-
fachlicher Ausschluss	**1**	-	-	-	1	-					-				-
kein Ausschluss	-					**3**	**1**	**-**	**-**	**1**	**7**	2	1	1	-
intendierter Ausschluss	**5**	2	-	-	**-**	**3**	-	-	2	**1**	**1**	-	-	-	-
lebensweltlich begründeter Ausschluss	**1**	-	-	-	**-**	**2**	-	-	1	-	.				-
fachlich begründeter Ausschluss	**1**	-	-	-	-	-				-	.				-
nicht begründeter Ausschluss	**1**	-	-	1	-	-				**-**	**1**	-	-	-	**-**
Versuch von Interviewer wiederholt davon	**4**	3	-	-	**-**	**4**	1	-	-	-	.				

	bezieht sich auf...														
	Lernimpuls 1					Lernimpuls 2					Lernimpuls 3				
	G	SO	SP	MA	**LS**	**G**	SO	SP	MA	**LS**	**G**	SO	SP	MA	LS
intendierter Ausschluss	**1**	-	-	-	**-**	**1**	-	-	-	-	.				
ohne Ausschluss	**3**	-	-	-	-	**3**	-	-	-	-	-				
Rest	**13**	3	1	3	2	**15**	5	2	3	**3**	**15**	4	1	2	4
lediglich nach Ausschluss allgemein gefragt	**5**	**-**	**-**	**-**	**-**	**4**	**-**	**-**	**-**	**-**	**4**	**-**	**-**	**-**	**-**
Versuch von SchülerIn wiederholt davon	**2**	-	-	-	**-**	**1**	-	-	-	**-**	**3**	-	-	-	-
intendierter Ausschlus	**2**	-	-	-	**-**	**1**	-	-	-	**-**	**3**	-	-	-	-
intendierter Ausschluss	**2**	-	-	-	**-**	**1**	-	-	-	-	-				
kein Ausschluss	**1**	-	-	-	**-**	**1**	-	-	-	**-**	**1**	-	-	-	
Versuch durch I wiederholt davon	-				**-**	**1**	-	-	-	-	.				
intendierter Ausschluss	-				**-**	**1**	-	-	-	-	.				
Ausschlüsse insgesamt	**48**	5	4	3	9	**47**	4	3	4	8	**40**	5	2	5	7
begründet	**46**	4	4	1	9	**43**	4	3	4	7	**38**	4	2	4	6
intendiert	**37**	2	2	1	7	**30**	2	1	3	5	**28**	3	1	3	6
fachlich richtig	**6**	-	2	-	2	**-**	-	-		-	**6**	-	1	-	-
lebensweltlich	**3**	2	-	-	**-**	**13**	3	2	1	2	**3**	1	-	1	-
personenbezogen	-					**-**				-	**1**	-	-	-	-
unbegründet	**2**	1	-	2	**-**	**4**	**-**	**-**	**-**	1	**2**	1	-	1	1

Insgesamt schließen 48 SchülerInnen die Idee *„Das Salz ist weg."* Aus, von denen 46 eine Begründung angeben. Diese Begründungen sind zum großen Teil intendierter Art (37). Von den SchülerInnen, die nicht nach dem Ausschluss dieser Idee gefragt werden, schließen 17 SchülerInnen die Idee aus. Fast alle SchülerInnen, die lediglich nach einem allgemeinen Ausschluss aller Ideen gefragt werden, schließen die Idee ebenfalls aus. 29 der SchülerInnen, die eine intendierte Begründung angeben, wiederholen den Versuch zunächst.

Von den zwölf SchülerInnen mit *sonderpädagogischm Unterstützungsbedarf* werden drei nach dem Ausschluss der ersten Idee gefragt, von denen zwei den Versuch wiederholen. Ein Schüler schließt die Idee danach lebensweltlich aus. Von den anderen neun, die nicht gefragt werden, wiederholt ein Schüler den Versuch und schließt ihn dann lebensweltlich begründet aus. Zwei SchülerInnen führen, ohne den Versuch zu wiederholen, einen intendierten Ausschluss durch. Bei den SchülerInnen mit *sprachlichen Schwierigkeiten* werden vier SchülerInnen gefragt, von denen drei den Versuch wiederholen. Von diesen schließt eine die Idee intendiert und eine fachlich anders begründet aus. Eine Schülerin vollzieht Letzteres, ohne den Versuch zu wiederholen. Ein weiterer Schüler, der lediglich allgemein nach dem Ausschluss aller Ideen gefragt wird, wiederholte den Versuch und schließt die Idee intendiert begründet aus.

Aus der Gruppe der SchülerInnen mit *Motivations- und Aufmerksamkeitsproblemen* werden vier SchülerInnen nach dem Ausschluss gefragt, von denen zwei den Versuch wiederholen. Eine andere Schülerin führt einen intendierten, ein weiterer einen Ausschluss ohne Begründung durch. Von den vieren, die nicht gefragt werden, führt eine Schülerin einen nicht begründeten Ausschluss durch.
Sieben der *leistungsstarken* SchülerInnen werden nach dem Ausschluss der Idee gefragt, von denen fünf den Versuch wiederholen und die Idee intendiert ausschließen. Die zwei weiteren SchülerInnen schließen die Idee intendiert und fachlich begründet aus. Von den vier *leistungsstarken* SchülerInnen, die nicht gefragt werden, wiederholen zwei den Versuch. Darauf führt ein/e SchülerIn einen intendierten und die/der andere einen fachlich begründeten Ausschluss durch.

Auch die Idee *„Das Salz ist flüssig geworden."* wird von einem Großteil der SchülerInnen ausgeschlossen. Von den 36 SchülerInnen, die nach dem Ausschluss gefragt werden, führen 35 einen Ausschluss und 20 von diesen in intendierter Art durch. Der Rest der Ausschlüsse findet hier lebensweltlich statt. 29 SchülerInnen werden nicht nach dem Ausschluss gefragt, von denen zwölf dennoch einen Ausschluss durchführen. Von den SchülerInnen, die allgemein nach den Ausschlüssen gefragt werden, schließen drei von vieren die Idee aus. Zwölf der SchülerInnen, die die intendierte Begründung angeben, wiederholen den Versuch zunächst. Fünf SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* werden zu dieser zweiten Idee gefragt, von denen vier einen begründeten Ausschluss liefern; dreimal ist dieser lebensweltlicher Art. Der Schüler, der einen intendierten Ausschluss durchführt, wiederholt auch den Versuch. Von den sieben SchülerInnen dieser Gruppe, die nicht gefragt werden, wird kein Ausschluss durchgeführt. Drei von fünf befragten SchülerInnen mit *sprachlichen Schwierigkeiten* schließen diese zweite Idee begründet aus, einmal lebensweltlich und zweimal intendiert. Beide SchülerInnen mit *Motivations- und Aufmerksamkeitsproblemen,* die gefragt werden, wiederholen den Versuch und schließen die Idee dann intendiert bzw. lebensweltlich begründet aus. Drei der fünf SchülerInnen dieser Gruppe, die nicht gefragt werden, führen ebenfalls begründete Ausschlüsse durch. Dies erfolgt einmal lebensweltlich und zweimal intendiert. Sieben der *leistungsstarken* SchülerInnen werden nach dieser Idee gefragt, von denen zwei den Versuch wiederholen und die Idee intendiert ausschließen. Zwei weitere SchülerInnen führen einen intendierten Ausschluss durch, zwei führen lebensweltliche Begründungen an und einmal wird die Idee nicht begründet ausgeschlossen. Von den fünf *leistungsstarken* SchülerInnen, die nicht gefragt werden, wiederholt ein Schüler den Versuch und eine führt einen intendiert begründeten Ausschluss durch.

Zu der Idee *„Das Salz ist zu Wasser geworden."* werden 34 SchülerInnen nach einem Ausschluss gefragt, von denen 29 einen Ausschluss durchführen. Acht der 31 SchülerInnen,

die nicht gefragt werden, führen ebenfalls einen Ausschluss durch. Drei von vier SchülerInnen, die lediglich nach einem allgemeinen Ausschluss gefragt werden, schließen diese dritte Idee aus. Dabei erfolgen 28 von diesen Ausschlüssen intendiert und bei 21 wird zunächst der Versuch wiederholt. Fünf SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* werden zu der dritten Idee befragt. Vier von ihnen führen einen Ausschluss durch, der zweimal intendiert, einmal lebensweltlich und einmal unbegründet vollzogen wird. Drei SchülerInnen wiederholen den Versuch. Aus der Gruppe der SchülerInnen mit *sprachlichen Schwierigkeiten* werden drei zur dritten Idee befragt. Ein Schüler wiederholt den Versuch, zwei führen einen Ausschluss durch, der einmal lebensweltlich und einmal intendiert erfolgt. Von den drei SchülerInnen, die nicht gefragt werden, wiederholen zwei den Versuch und eine Schülerin schließt die Idee intendiert aus. Fünf SchülerInnen mit *Motivations- und Aufmerksamkeitsproblemen* werden zu dieser dritten Idee befragt. Vier von ihnen führen einen Ausschluss durch, der einmal unbegründet, einmal lebensweltlich und einmal intendiert begründet erfolgt. Fünf der *leistungsstarken* SchülerInnen werden nach dieser Idee gefragt. Vier von diesen wiederholen den Versuch, von denen wiederum drei daraufhin eine intendierte Begründung zum Ausschluss anführen und eine den Ausschluss nicht begründet. Ein weiterer Ausschluss erfolgt intendiert, ohne dass der Versuch wiederholt wird. Von den sieben *leistungsstarken* SchülerInnen, die nicht gefragt werden, wiederholen zwei den Versuch und führen einen intendiert begründeten Ausschluss durch.

Zwischenfazit

Die Ergebnisse in Bezug auf das Ausschließen der im Unterricht behandelten Ideen und die Art und Weise, wie diese begründet werden, zeigen, dass es einem Großteil der SchülerInnen gelingt, begründete Ausschlüsse durchzuführen. Diese Ausschlüsse sind am häufigsten intendierter Art. Dies weist darauf hin, dass die Lernimpulse nicht nur im Moment des Ausfüllens der Forscherprotokolle in der Gruppe verstanden und häufig intendiert gedeutet wurden, sondern auch nach dem Unterricht für viele SchülerInnen in dieser Art genutzt werden.

Die Idee aus Lernimpuls eins („Das Salz ist weg.“) wird von den drei Ideen insgesamt am häufigsten ausgeschlossen. Hier findet sich auch die größte Zahl der intendierten Ausschlüsse wieder. In den Häufigkeiten der Ausschlüsse folgt darauf die Idee aus Lernimpuls zwei („Das Salz ist flüssig geworden.“); dies gilt auch für die intendierte Art dieser Ausschlüsse. Auffällig ist hier die im Vergleich zu den anderen Impulsen vorliegende hohe Zahl der lebensweltlich begründeten Ausschlüsse. Diese Idee wird außerdem am häufigsten unbegründet ausgeschlossen. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass zum einen der Ablauf des zweiten Versuchs dem ersten Versuch ähnelt und zum anderen, dass die Schlussfolgerung des Lernimpulses komplexer ist, als im ersten Lernimpuls.

Sogar wenn SchülerInnen nicht direkt nach dem Ausschluss einer Idee gefragt werden, stellen sie zum Teil begründete Ausschlüsse an oder wiederholen zumindest den Versuch eigenständig. Dieser Befund zeigt, dass die Lernimpulse und das Experimentieren den SchülerInnen besonders präsent sind.
Die Analysen bezüglich der *Diversitätsmerkmale* machen deutlich, dass es SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf, sprachlichen Schwierigkeiten* oder *Motivations- und Aufmerksamkeitsschwierigkeiten* gelingt, die Ideen auszuschließen und dafür Begründungen anzugeben. Die geleisteten Wiederholungen der Versuche zeigen, dass diese im Gedächtnis bleiben. Dies gilt vor allem auch für den dritten Lernimpuls, da dieser von einigen SchülerInnen dieser Gruppen wiederholt wird, ohne dass sie nach diesem gefragt werden. Möglicherweise konnte dieser aufgrund der Verwendung der Kartoffelstücke oder des Festhaltens der Beobachtungen in Form von Zeichnungen gut erinnert werden. Die *leistungsstarken* SchülerInnen führen vor allem intendierte Begründungen an. Es gelingt ihnen also im Besonderen, sich an die Schlussfolgerungen zu erinnern bzw. diese zu versprachlichen.
SchülerInnen gelingt es im inklusiven Sachunterricht, alternative Erklärungen zum Phänomen Lösevorgang nach dem Unterricht nach choice²explore auszuschließen. Vielen SchülerInnen gelingt es, Begründungen anzugeben und die Lernimpulse dafür zu nutzen.

5.4.4.8 Langfristiger Ausschluss von Vorstellungen individuell

C 3.3 In welcher Weise nutzen die SchülerInnen die Lernimpulse in den Follow-up Erhebungen, um Vorstellungen auszuschließen?

a) Welche Begründungen formulieren die SchülerInnen beim Ausschluss der Vorstellungen?

b) Wie gestaltet sich dies in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

Im Folgenden wird beschrieben, in welcher Weise die SchülerInnen die Lernimpulse nutzen, um in den Follow-up Erhebungen fachlich nicht anschlussfähige Vorstellungen auszuschließen. Die Tabelle 31 zeigt das Ausschlussverhalten der SchülerInnen in Bezug auf die Idee „Das Salz ist weg.“.

Tab. 31: Ausschlussverhalten der SchülerInnen zur Idee "Das Salz ist weg." im Follow-up Test

Code	SchülerIn	Segment
begründet (n=69)		
intendiert (32)	Gs4K1G1-S1	Das Salz ist im Wasser in kleine Teilch zerbrochen. Und das Salz siht man nicht mehr. Aber wenn man das Wasser verdunsten lässt kann man das Salz wieder sehen.
	Gs4K1G1-S2	Das Salz löst sich in kleine talchen auf und wen mann einen Birdekel ein Dratgestell und ein Kasten mit einer Ketze oben aufgestellt hat und Wasser oben in den Birdekkel getan hast dann sied man es ügenwan wider.

Code	SchülerIn	Segment
	Gs4K1G1-S3	Weil wenn mann das Salz erhitzt verdunstet das Wasser und das Salz erscheint wieder.
	Gs4K1G2-S2	Das Salz ist nicht weg. Wir haben eine Kerze an gemacht. Dann haben wir Wasser auf das Drahtgestell gestellt. Und dann konnt amn das Salz wider sehen.
	Gs4K1G3-S1	weil wen das wasser ferdunztet wirt das salz wider sichtbar
	Gs4K1G3-S2	das Salz wirt zu Mikorskob kleinen fereitl. Wen das Wasser ferdunsted ist dan siet man es wider.
	Gs4K1G3-S3	Als wir das Wasser und das Salz erwärmt haben sah man das Salz wieder.
	Gs4K1G4-S1	Das Salz kann nicht weg sein weil mans sonst nicht uner einen flame sichtbar machen kann.
	Gs4K1G4-S3	weiel sonst wer das Salz nicht wider gekommen.
	Gs4K1G7-S2	Weil wenn mann das Wasser erhitzt dann verdunstet das Wasser und nur das Salz bleibt noch da.
	Gs4K1G9-S2	Wir habne es getestet. Wir haben es nimmlich mit feuer wieder hergeholt.
	Gs5K1G1-S3	Wenn das Wasser verdunstet sieht man das Salz als Salzablagerung.
	Gs5K1G1-S1	du must nur das Salz Wasser kochen
	Gs5K1G2-S2	weil wenn man das Wasser erhitzt verdampft es und Salz bleibt übrig
	Gs5K1G3-S2	weil wenn man das Wasser wo man das Salz reihn gehtan hat über über eine Kerze hällt, Dann verdunstet das Wasser und das Salz kommt wieder.
	Gs5K1G3-S1	weil es wider kommt.
	Gs5K1G4-S2	als wir das Wasser verdunsten ließen war Salz im Bierdeckel.
	Gs5K1G6-S3	weil Salz nicht verdunsten kann
	Gs5K1G6-S2	Weil das Salz nich verdunsten kann.
	Gs5K1G7-S1	weil wenn mann das Salz Wasser über eine Kerze helt ferdampft das Wasser und das Salz bleibt liegen
	Gs5K1G7-S3	weil das Waser nach oben steigt und das salz dann nach unten geht.
	Gs5K1G8-S2	Das Salz ist nemlich noch da. Zumbeispiel wenn man es erhitzt wird es sichtbar!
	Gs5K2G1-S2	wenn man ein Drat gestel Hbt dann tut da mal Salz wasser drau. Das Wasser verdunzdet das Salz nicht
	Gs5K2G1-S1	Wir haben ein versuch gemacht wi das Wasser verdunstet wurde und das Salz war noch da
	Gs5K2G3-S3	Nein, weil wen man etwas heises unter das wasser mit salz und ein bisschin ab wartet kommt das sals zum vorschein.
	Gs5K2G4-S2	Das Salz ist nicht weg. Es ist nur so klein gewordne das wir es nicht mehr sehen können aber wen wir alles wasser verunzten dasn ist immer noch salz da
	Gs5K2G5-S2	Das Salz löst sich auf und wenn man es über das Feuer hält würd das Salz wieder sichtbar
	Gs5K2G5-S1	weil wen du salz wasa erhizt nur salz zu sehen ist

Code	SchülerIn	Segment
	Gs5K2G6-S2	Weil wenn man das Wasser erhitzt dann verdamfpt es und nur noch Salz ist da. Aber das Salz wir dzu sehr sehr kleinen Teilen im Wasser
	Gs5K2G6-S1	weil man das Salz später wieder sieht
	Gs5K2G7-S3	weil wenn das Wasser verunstet ist das Salz wieder da
	Gs5K2G7-S1	weil es wen mann eine Kerze unter einen löfel voller salzwasser stlet würde das Wasser verdunsten und Salz würde zurückbleiben
fachlich richtig (n=22)	Gs4K1G2-S1	weiel das nicht weg ist.
	Gs4K1G5-S1	weil das Salz durch das Wasser immer kleiner wird
	Gs4K1G5-S2	das ist zu kleinen teilchen geworden
	Gs4K1G5-S3	Weil noch immer kleine teilche drin sind.
	Gs4K1G6-S3	Das Salz löst sich auf in kleine Teilchen
	Gs4K1G7-S3	Weil sich das Salz in lauter kleinen Teilchen verteilt hat.
	Gs4K1G7-S1	weil salz sind eine kleine teilchel und sind so klein
	Gs4K1G8-S2	Nein weil sonzt wäre die Kartofel in beiden gläsern unten geschwommen.
	Gs5K1G1-S2	weiel es in ser kleine Stüke auflöst
	Gs5K1G2-S1	weil wir gerürt haben und es ist zu kleinen Stückchen geworden
	Gs5K1G2-S3	wier haben herausgefunden das das salz noch im topf ist.
	Gs5K1G4-S1	es hat sich nuhr aufgelöst
	Gs5K1G5-S1	weil das salz nich weg ist
	Gs5K1G5-S2	weil Das Salz hat sich in kleinen teilchen
	Gs5K2G1-S3	weil es sich nur verkleinert das Salz. Es ist immernoch da.
	Gs5K2G2-S1	weil das Salz kann fast ganich weg sein weil ales ist irgentwo. Es ist wie Bei eine Beken voller Gelber Lego Steine und einem Roten Legostein Ist der Rote Ja auch nicht wek
	Gs5K2G2-S3	nein den man kann es noch schmecken
	Gs5K2G3-S2	weil das Salz zwar sich aufgelöst drotzdem ist es nicht weg. Es ist nur in kleine Stüke aufgelöst worden ist
	Gs5K2G4-S1	weil vielleicht sieht mann das Salz nicht aber es ist noch da
	Gs5K2G5-S2	weil es löst isch in kleineteilchen auf wenn es so als sieht kann das salz gar nicht weg sein weil wir es ja reingeschüttet haben
	Gs5K2G8-S1	Das Salz ist nicht weg. Es ferteilt sich als so kleine Stückchen im Wasser das man es gar nicht mehr sehen kann.
	Gs5K2G9-S2	weil wenn man Wasser mit Salz in ein glaß tut, und Wasser ohne Salz in ein Glaß tut, und dann abschmeckt schmeckt man das Salz noch
lebensweltlich, kindlich (n=15)	Gs4K1G2-S3	warmes Wasser, Blasen
	Gs4K1G4-S2	weil es überall ist
	Gs4K1G6-S1	wal das sich auflöst
	Gs4K1G8-S1	weill das Sahlz sich nicht aufgelöst hat.
	Gs5K1G3-S3	es ist in kleinen Tailchjen nach obei geswomen
	Gs5K1G5-S3	Nein weil sich das Wasser nich auflösen kann.
	Gs5K1G7-S2	Wal das nicht wie das Wasser ist.
	Gs5K1G8-S1	weil in Salz ist ja ein bisschen Wasser
	Gs5K1G8-S3	weil ich das gesin hap.
	Gs5K2G3-S1	Weilz in Meer auch nicht weg ist.

Code	SchülerIn	Segment
	Gs5K2G4-S3	es wird u kleinen teilchen wenn da hin kukust
	Gs5K2G5-S3	weil das salz kann nicht einfach weg sein
	Gs5K2G6-S3	wenn das salz weg wäre dann gebe es kein salz im meer
	Gs5K2G7-S2	man kann nicht sehn
	Gs5K2G8-S2	Nein weil man noch ganz kleine Salz stücke gehsen hat
nicht begründet (n=1)		
	Gs4K1G6-S2	nein

69 der 70 SchülerInnen, die einen Follow-up Test ausgefüllt haben, führen einen begründeteten Ausschluss der ersten Idee durch (s. Tab. 31). 32 von diesen werden mit Bezug zum Lernimpuls begründet. 22 der SchülerInnen wählen eine andere, aber fachlich anschlussfähige Begründung. Ein Großteil dieser Begründungen stützt sich auf die Erkenntnis, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist. Zirkelschlüsse führen Gs4K1G2-S1 und Gs5K1G5-S1 durch. Das bedeutet, sie begründen ihren Ausschluss mit der (Verneinung) der auszuschließenden Idee: „weiel das nicht weg ist“ (Gs4K1G2-S1). Diese Aussagen könnten auch auf die Beobachtungen im Versuch hindeuten, ein direkter Bezug zum Lernimpuls wird aber nicht deutlich. Schüler Gs4K1G8-S2 stellt eine Verbindung zum dritten Lernimpuls her. Die Erfahrung, dass die Kartoffel im Glas mit Salz schwimmt, lässt für ihn den Ausschluss der Idee zu. Gs5K2G2-S3 und Gs5K2G9-S2 führen an, dass man das Salz noch schmecken kann. Als einziger stellt Gs5K2G2-S1 eine Verbindung zum Modellversuch her in dem er beschreibt, dass es wie in einem Becher voller gelber Legosteine und einem gelben Legostein sei. Auch dort wäre der rote Legostein nicht weg. Lebensweltliche Begründungen werden von 17 SchülerInnen angegeben. Einige SchülerInnen beschreiben, dass sie das Salz noch sehen können (Gs5K2G4-S3, Gs5K2G8-S2). Ein Schüler begründet mit seiner Beobachtung „weil ich das gesin hap“ (Gs5K1G8-S3). Welche Beobachtung gemeint ist, bleibt unklar. Zwei SchülerInnen stellen eine Verbindung zu ihrem Alltag, insbesondere zum Meer, her (Gs5K2G6-S3, Gs5K2G3-S1).

Tab. 32: Ausschlussverhalten der SchülerInnen zur Idee "Das Salz ist flüssig geworden." im Follow-up Test

Code	SchülerIn	Segment
begründet (n=60)		
intendiert (n=11)	Gs4K1G8-S2	Nein weil im Test das Salz da war und nich flüssig geworden ist.
	Gs5K1G2-S1	weil das feuer ist zu kalt
	Gs5K1G6-S3	das salz ist ein kleiner klumpen und kleine klumpen mußen sehr heiß gekocht werden sohnst werden die nicht flüssig. Kein Ofen ist so heiß wie das sein soll wie das Salz werden muss.
	Gs5K1G6-S2	das Salz st ein kleiner Klumpen und muss heiß gekocht werden damit das Salz flüssig wird.
	Gs5K1G7-S2	Wal das Feuer das ebend nicht kann.

Code	SchülerIn	Segment
	Gs5K2G2-S3	denn wen es schon bei Feuer nicht schmelzt dann auch nicht bei Wasser und man konnte das Salz ja auch noch sehen
	Gs5K2G2-S2	Das Salz ist nicht flüsig geworden Weil es sich auch nicht einfach im kalten Wasser auflösen kann und wier haben eineksperiment gemacht mit dem Wasser undes hat sich tozdem nich flüsig
	Gs5K2G4-S2	sachen werdne flüssig wen es sehr heiß ist aber Feuer kann Salz nich schmelzen und wasser ist ja noch kälter
	Gs5K2G5-S1	weil heise sachen flüssich werden und salz i hes ist salz blebt fest
	Gs5K2G7-S3	weil wenn mann salz über eine flame legt wird es nicht flüssgi das hießt wenn das salz über einer Falmme nicht flüssig wird wird es erst recht nicht im wasser flüssig
	Gs5K2G7-S1	wen mann das macht ist ja hinterher festes Slz in dem Löel (oder anderem)
fachlich richtig (n=2)	Gs5K1G4-S1	Es hat sich nuhr aufgelöst
	Gs5K2G5-S3	weil das wasser das slaz umhült hat
lebensweltlich, kindlich (n=47)	Gs4K1G1-S1	Weil wenn man das Wasser verbunsen lässt kann man das Salz wieder sehen.
	Gs4K1G1-S2	weil das am end wider kommt. Und es zu kleinen Stückchen geworden ist
	Gs4K1G1-S3	Weil man das Salz nach dem erhitzten wieder wie normales Salz festhalten konnte.
	Gs4K1G2-S3	tachgordn klane schüke
	Gs4K1G3-S1	(pfeil von oben)
	Gs4K1G3-S2	weil wen man das salz komt ja wider wen das Wasser ferdunstet ist
	Gs4K1G3-S3	Weil man das Salz wieder gesehen hat als wir es mit dem Wasser erwärmt haben.
	Gs4K1G4-S2	weil es nicht flüssig sein kann
	Gs4K1G4-S3	Weiel das Seilz sich widersen hate.
	Gs4K1G5-S1	weil das Wasser das Salz am Leben hält
	Gs4K1G5-S2	weil das Salz kleingeworden ist
	Gs4K1G5-S3	weil noch immer kleine Talchen drin sin.
	Gs4K1G6-S2	Weil man das Salz dann noch sehen könnte.
	Gs4K1G6-S3	das salz hat sich in kleinen teilchen aufgelöst
	Gs4K1G7-S2	Weil sonst müste es auch verdunsten.
	Gs4K1G7-S3	weil es so ist wie es ist
	Gs4K1G7-S1	Weil das Salz ist so klein und das Wasser macht das Salz zu
	Gs4K1G8-S1	sonst wäre nur noch wasser im Glas.
	Gs4K1G9-S2	Das Salz ist in kleine teilchin verteilt.
	Gs5K1G1-S1	weil es nicht flüssig geworden ist
	Gs5K1G1-S2	Weiel es in ser kleine Stüke auflöst
	Gs5K1G2-S3	das Salz ist immer noch da
	Gs5K1G3-S3	weil Salz nach oben swimt.
	Gs5K1G3-S2	(mit Pfeil zu Nummer 1 verwiesen)

Code	SchülerIn	Segment
	Gs5K1G1-S3	Sonst wäre das Salz mit dem Wasser Aufgestiegen
	Gs5K1G4-S2	als wir das Wasser verdunsten ließen wehre das Salz mit verdunstet.
	Gs5K1G3-S1	weil es wider Hat wird.
	Gs5K1G5-S2	weil wen man aufheizt ist das wider da
	Gs5K1G5-S1	wie das Salz sich in kleine teile ferstreud hat
	Gs5K1G7-S1	nein weil es noch das ist
	Gs5K1G7-S3	weil das Salz verflüssigt sich nicht.
	Gs5K1G8-S1	weil Salz ist ja so wi krömel
	Gs5K1G8-S2	Weil Salz nicht flüssig werden kann!
	Gs5K1G8-S3	weil es ist nist flusis.
	Gs5K2G1-S3	weil es imernoch kleine Stückchen sind
	Gs5K2G1-S2	man konnte das Salz noch sehen
	Gs5K2G1-S1	Mann sieht das Wasser noch
	Gs5K2G2-S1	Weil wen man feuer unter das wasser von den Nudelen stelt Bleibt das Salt übrich
	Gs5K2G3-S3	Nein, weil das Salz ist ja nicht flüssig geworden
	Gs5K2G3-S2	Nein weil ein Salzkörntchen ein teil ist es ist so wie ein stein den kann man auch nicht in Wasser flüsigmachen.
	Gs5K2G3-S1	Nein weil wir hams in geret noch gesehen.
	Gs5K2G4-S1	weil wenn man nfeuer unters salz und wasser hält, ist das salz nicht flüssig geworden sondern das wasser ist weg
	Gs5K2G5-S2	weil wenn wir es über das feuer halten würde dann würde das Salz verdampfen
	Gs5K2G6-S3	weil man das salz sonst nicht meer sehen konnte
	Gs5K2G6-S1	weil mann das salz später sieht
	Gs5K2G8-S1	Das Salz ist nicht flüssig geworden. Es sieht so asu aber in wierklich keit ist es nur in kleine Stückchen im Wasser ferteilt
	Gs5K2G9-S2	Das kann gar nicht sein
nicht begründet (n=4)		
	Gs4K1G4-S1	nein
	Gs5K1G2-S2	weil
	Gs5K1G5-S3	nein
	Gs5K2G7-S2	nein

64 der SchülerInnen schließen die Idee „Das Salz ist flüssig geworden." im Follow-up Test aus; von diesen geben vier keine Begründung an (s. Tab. 32). Gs4K1G2-S1 beantwortet die Frage gar nicht und Gs5K2G4-S3 kreuzt sowohl „ja" als auch „nein" an. Als Begründung findet sich eine Aussage wieder, die als Zirkelschluss bezeichnet werden kann: „wenn das salz in wasser geschütetlt wird es flüssig" (s. Tab. 32). Drei weitere SchülerInnen kreuzen „ja" an und geben keine Begründung (Gs5K2G8-S2) oder tätigen ebenfalls eine Zirkelschluss-Aussage: „Wall das Salz flüsig geworden ist." (Gs4K1G6-S1); „das Salz ist flüssig geworden" (Gs4K1G2-S1). Bei einem Test wurde nichts angekreuzt (Gs4K1G2-S2).
Zwölf der begründeten Ausschlüsse wurden der Kategorie intendiert zugeordnet. Dabei geben einige Aussagen die komplette Schlussfolgerung des Lernimpulses wieder, wie

SchülerInnen Gs5K2G7-S3, Gs5K2G2-S3 und Gs5K2G2-S2. Die anderen SchülerInnen beziehen sich lediglich darauf, dass das Salz im Versuch nicht flüssig geworden ist bzw. das „Feuer/die Flamme“ zu kalt war (u. a. Gs5K1G2-S1, Gs5K1G6-S3, Gs5K2G5-S1).
Unter den lebensweltlichen Begründungen finden sich einige Zirkelschlüsse in der Art „weil das Salz nicht flüssig ist.“ (u. a. Gs5K2G3-S3, Gs5K1G1-S1, Gs4K1G4-S2). Inwiefern diese SchülerInnen den Versuch, in dem das Salz durch das Erhitzen nicht flüssig wird, im Kopf haben, wird im Gegensatz zum Forscherprotokoll durch ihre Aussagen nicht erkenntlich. Daher konnten sie nicht der Kategorie intendiert begründet zugeordnet werden. Einige SchülerInnen führen auch hier die Begründung an, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist. Da diese Begründung aus fachlicher Sicht dem Aggregatzustand „flüssig“ entgegensteht, wurden diese Aussagen für diese zweite Idee als lebensweltlich codiert. Bei zwei Aussagen wird deutlich, dass die SchülerInnen eine Begründung schreiben wollten, ihnen jedoch kein wirklicher „Grund“ einfällt: „Das kann gar nicht sein“ (Gs5K2G9-S2); „weil es so ist wie es ist“ (Gs4K1G7-S3). Da für die Kategorie „begründet“ lediglich das Ausfüllen des Begründungskastens auf dem Testbogen galt, fallen auch diese Aussagen in die lebensweltliche Kategorie. Diese Codierung wurde gewählt, da im Unterrichtsverlauf keine Definition für eine „Begründung“ erarbeitet wurde. Weiterhin finden sich Aussagen, die auf das Vorhandensein des Salzes bzw. des Wassers hinweisen: z. B. „man konnte das Salz noch sehen“ (Gs5K2G1-S2). Die Aussage „weil Salz nach oben swimt“ (Gs5K1G3-S3) scheint eine Verbindung zu Lernimpuls drei zu ziehen. Bei einigen Aussagen bleibt die Begründung unklar: „weil das Wasser das Salz am Leben hält“ (Gs4K1G5-S1). Dreizehn von den als lebensweltlich kategorisierten Begründungen nehmen Bezug auf Lernimpuls eins und beschreiben, dass das Salz nach dem Verdunsten des Wassers wieder zu sehen war (u. a. Gs4K1G1-S1, Gs4K1G1-S3, Gs5K2G4-S1).
Vier andere SchülerInnen beschreiben, dass das Salz, wenn es flüssig geworden wäre, auch mit dem Wasser im Lernimpuls eins verdampft sein müsste (Gs4K1G7-S2, Gs5K1G1-S3, Gs5K1G4-S2, Gs5K2G5-S2). Sie gehen davon aus, dass das Salz wie das Wasser hätte verdampfen müssen und nicht als Feststoff hätte zurückbleiben können. Aus fachlicher Sicht ist dieser Erklärung jedoch nicht haltbar, denn das Salz hat einen anderen Siedepunkt als Wasser. Als fachlich richtig konnten zwei Aussagen eingestuft werden. Die eine bezieht sich auf das Lösen des Salzes, die andere auf das „Umhüllen“ des Salzes durch das Wasser (Gs5K1G4-S1; Gs5K2G5-S3).

Tab. 33: Ausschlussverhalten der SchülerInnen zur Idee „Das Salz ist zu Wasser geworden." im Follow-up Test

Code	SchülerIn	Segment
begründet (n=66)		
intendiert (n=7)	Gs4K1G4-S1	weil die Katofel nicht oben schwam beim salzwasser und beim wasser nicht.
	Gs4K1G6-S2	Weil dann nur noch Wasse im Glas wäre.
	Gs4K1G8-S2	Nein weil sonst in beiden gläsern nur Wasser gewesen wäre was aber nicht so war.
	Gs5K2G1-S1	Wir haben ein versuch gemacht, wo wir ein Glas mit Wasser und ein Glas mit Wasser + Salz und wir haben in beide eine Kartoffel rein getan. In den mit Wasser die Kartoffel unten. In den anderen Oben
	Gs5K2G2-S3	(weil man es sonst nicht schmecken würde) und wen man eine Katoffel reinlegen würde würde sie dann ja zu boden fallen tut sie aber nicht
	Gs5K2G3-S1	Weil die Kartoffel beim salz oben geschwommen ist und beim one Salz ist die Kartoffel unten geschwommen.
	Gs5K2G5-S1	weil wen man eine katofel in waser tut tauch siuntainsalzwasa bleibtsioben
fachlich richtig (n=26)	Gs4K1G1-S2	Em naja weil es nachher wider kommt.
	Gs4K1G1-S3	Weil man das Salz wieder sehen konnte.
	Gs4K1G4-S3	Weiel das Salz widergekommen ist.
	Gs5K1G1-S3	Weil Wasser und Salz aus verschiedenen Ausgangsstoffen bestehen.
	Gs5K1G2-S2	Weil es sonst beim erhitzen des Wassers auch verdampft wäre.
	Gs5K1G3-S1	Weil das Salz Ja wider da ist.
	Gs5K1G4-S1	Es hat sich nuhr aufgelöst
	Gs5K1G4-S2	als wir das Wasser verdunsten ließen wehre das Salz mit verdunstet.
	Gs5K1G5-S3	Nein das kann nicht zu Waaser werden weil das Salz Salz bleibt.
	Gs5K1G5-S2	kann ich ganicht wail wen nun das aufheizt ist es wider dar
	Gs5K1G5-S1	weil beiden Feure egsperimend es wider da wa
	Gs5K1G7-S1	nein weil man es noch schmeckt
	Gs5K1G8-S2	Salz ist ein Kristall und Kristalle werden nicht zu Wasser.
	Gs5K2G1-S2	Wenn das Salz zu wasser geworden wäre dann Alles unter der Kerze weg gewesen.
	Gs5K2G2-S3	weil man es sonst nicht schmecken würde (und wen man eine Katoffel reinlegen würde würde sie dann ja zu boden fallen tut sie aber nicht)
	Gs5K2G2-S1	Weil das Salz Ja genau wie bei dem Fasuch oben Noch da ist.
	Gs5K2G4-S2	weil sonst wär nur noch wasser im glas und wen wir das wasser weg nehmen oder verunzden dist noch salz da.
	Gs5K2G4-S1	weil das salz kann ja nicht einfahc zu wasser werden nur weil mann wasser zum salz hinzugibt
	Gs5K2G5-S3	weil wir expeirmentiert haben das es wieder da ist
	Gs5K2G5-S2	weil dann würde es mit dem Wasser zussamen verdampfen
	Gs5K2G6-S3	weil man das salz noch sehen konnte
	Gs5K2G6-S2	weil sonst am ende kein salz im Glas wäre

Code	SchülerIn	Segment
	Gs5K2G6-S1	weil man das slz später wieder sieh
	Gs5K2G7-S1	Wen das Salz zu Wasser würde dann würe es mehr Wasser als forher
	Gs5K2G8-S2	Nein das Salz ist nicht zu Wasser geworden weil das Salz etwas ganz anderes als Wasser ist
	Gs5K2G9-S2	weil wenn man ein schläclchen Salzwasser übers Feuer hält bleibt hierher noch Salz übrig
lebensweltlich, kindlich (n=33)	Gs4K1G1-S1	Weil das Salz och in den Körner ist
	Gs4K1G2-S1	Das Salz kann nämlich nicht zu Wasser werden.
	Gs4K1G2-S2	Es hat sich ferteilt.
	Gs4K1G2-S3	flöschch gwordn nich
	Gs4K1G3-S1	(Pfeil von oben)
	Gs4K1G3-S2	das salz ist da noch da
	Gs4K1G4-S2	Nein, ist es nicht.
	Gs4K1G5-S1	weil das Salz durch die Rührerei von Löfel sich verteilt
	Gs4K1G5-S2	weil es noch siet ganz klei
	Gs4K1G5-S3	weil noch immer kleine teilchen drin sind.
	Gs4K1G6-S3	das salz hat sich aufgelöst und dann hats man nicht mer gesehn.
	Gs4K1G7-S3	nein ist es nicht
	Gs4K1G7-S1	Wal Wasser ist so Nicht schöne und das Wasser sind so Grose.
	Gs4K1G8-S1	sonst säh mann kleineTeilchen im Wasser
	Gs4K1G9-S2	Das Salz war nie weg und auch nie flüssig geworden
	Gs5K1G1-S2	weiel es in ser kleine Stücke geworden.
	Gs5K1G1-S1	Weil Es nicht zu Wasser geworden ist
	Gs5K1G2-S3	es ist noch da.
	Gs5K1G2-S1	weil das Salz ist zu teilchen gekommen
	Gs5K1G3-S3	vomöklich
	Gs5K1G3-S2	mit Pfeil zu Nummer 1 verwiesen)
	Gs5K1G6-S3	wir haben die ganze zeit umgerüt und das salz ist nicht zu Wasser geworden.
	Gs5K1G6-S2	Wir haben die ganze zeit umgerührt und das Salz ist nicht zu Waser geworden.
	Gs5K1G7-S3	weil das Salz nicht zur Wasser geworden ist, also kann es auch nicht zur Wasser werden.
	Gs5K1G8-S1	weil es ligt dann am grund.
	Gs5K1G8-S3	weil es ist noch da
	Gs5K2G1-S3	weil es imernoch kleine Stückchen sind
	Gs5K2G2-S2	Das Salz ist nicht zu Wasser geworden weiel ja Salz ist.
	Gs5K2G3-S3	Nein, weil das sakz von an dan an hart war und wen man genau hin geschaut hat hat man gesehen das immer noch salz da war, es hat sich nur in kleine teichen verteit
	Gs5K2G3-S2	Weil es ein teil ist. Wie Holz oder Stein weil ein stein auch nicht in Wasser aufgelöst werden kann
	Gs5K2G4-S3	es wird zu kleinen teilchen wenn du ees in wasser tust
	Gs5K2G7-S3	weil es ja nicht flüssgi werden kann kann es auch nicht zu wasser werden
	Gs5K2G8-S1	Das Salz ist nicht zu Wasser geworden, sondern es ist in kleinen Stückchen im Wasser ferteilt.

Code	SchülerIn	Segment
nicht begründet (n=2)		
	Gs5K1G7-S2	nein
	Gs5K2G7-S2	nein

Tabelle 33 zeigt das Ausschlussverhalten der SchülerInnen zur Idee „Ist das Salz zu Wasser geworden?“. Die SchülerInnen Gs4K1G3-S3 und Gs4K1G7-S2 haben bei dieser Frage nichts angekreuzt. Gs4K1G6-S1 kreuzte „ja“ an und notiert noch „zu Wasser“ als Begründung. Die Begründung von Gs5K2G2-S3 enthält zwei Teile, von denen der eine der fachlich richtigen und der andere der intendierten Begründung zugeordnet wurde.
Die 26 fachlich richtigen Begründungen zeigen zu einem Teil einen Bezug zum ersten Lernimpuls. Die SchülerInnen schließen, dass, wenn das Salz durch das Verdampfen des Wassers wieder sichtbar wird, es nicht zu Wasser geworden sein kann (Gs5K1G5-S2, Gs5K1G5-S1, Gs5K2G4-S2, Gs4K1G1-S2, Gs4K1G1-S3, Gs4K1G4-S3, Gs5K1G3-S1, Gs5K1G4-S1, Gs5K2G2-S1, Gs5K2G5-S3, Gs5K2G6-S3, Gs5K2G6-S2, Gs5K2G6-S1, Gs5K2G9-S2). Vier SchülerInnen ziehen die Schlussfolgerung noch weiter, indem sie überlegen, dass im ersten Lernimpuls alles hätte verdampfen müssen: „Wenn das Salz zu wasser geworden wäre dann Alles unter der Kerze weg gewesen.“ (Gs5K2G1-S2). Ein weiterer Teil der fachlich richtigen Begründungen geht darauf ein, dass ein Stoff nicht in einen anderen übergehen kann, z. B. „Salz ist ein Kristall und Kristalle werden nicht zu Wasser“ (Gs5K1G8-S2). Aus fachlicher Sicht, wäre dies im Rahmen einer chemischen Reaktion möglich, die laut Definition hier jedoch nicht stattfindet.
Ein Lernender gibt an, dass man das Salz sonst nicht schmecken würde (Gs5K2G2-S3) und Schüler Gs5K2G7-S1 beschreibt, dass der Wasserstand im Glas ansteigen müsse. In der Kategorie lebensweltlich begründet, tauchen ähnlich wie zum Ausschluss zu Lernimpuls zwei, Begründungen auf, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist (Gs5K2G3-S3, Gs5K2G8-S1, Gs5K2G4-S3, Gs5K2G1-S3, Gs5K1G2-S1, Gs5K1G1-S2, Gs4K1G8-S1, Gs4K1G5-S3, Gs4K1G2-S2). Ebenso finden sich Zirkelschlüsse (Gs4K1G2-S1, Gs5K1G7-S3, Gs5K1G6-S2, Gs5K1G6-S3, Gs5K2G2-S2, Gs5K1G1-S1): Der Ausschluss wird damit begründet, dass das Salz noch da ist (Gs4K1G1-S1, Gs5K1G8-S3, Gs5K1G8-S1, Gs5K1G2-S3, Gs4K1G3-S2) bzw. es nicht flüssig geworden ist (Gs4K1G9-S2, Gs5K1G8-S3, Gs5K1G8-S1, Gs5K1G2-S3, Gs4K1G3-S2). Weiterhin finden sich Aussagen, die keine direkte Begründung liefern: „Nein ist es nicht“ (Gs4K1G7-S3, Gs4K1G4-S2). Ein Schüler stellt einen Vergleich zu anderen Stoffen her: „Weil es ein teil ist. Wie Holz oder Stein weil ein stein auch nicht in Wasser aufgelöst werden kann“ (Gs5K2G3-S2).

Follow-up Interviews

Die Tabelle 34 zeigt das Ausschlussverhalten der SchülerInnen in den Follow-up Interviews.

Tab. 34: Ausschlussverhalten der SchülerInnen in den Follow-up Interviews

	bezieht sich auf...														
	Lernimpuls 1					**Lernimpuls 2**					**Lernimpuls 3**				
	G	SO	SP	MA	**LS**	**G**	SO	SP	MA	**LS**	**G**	SO	SP	MA	LS
nach ... gefragt	**12**	5	1	1	**5**	**14**	3	1	1	**5**	**15**	4	1	1	5
Versuch durch SchülerIn wiederholt davon	**8**	3	-	1	**3**	**3**	-	-	-	**2**	**10**	3	1	1	1
intendierter Ausschluss	**6**	1	-	1	**3**	**1**	-	-	-	**1**	**3**	3	-	1	-
lebensweltlicher Ausschluss	**1**	1	-	-	**-**	**1**	-	-	-	**-**	**2**	-	-	-	-
fachlicher Ausschluss	**1**	1	-	-	**-**	**-**	-	-	-	**-**	**-**	-	-	-	-
intendierter Ausschluss	**1**	-	-	-	**1**	**1**	1	-	-	**-**	**2**	1	-	-	1
lebensweltlicher Ausschluss	**1**	1	-	-	**-**	**1**	-	-	-	**-**	**1**	-	-	-	1
fachlicher Ausschluss	**-**	-	-	-	**-**	**2**	-	-	-	**1**	**1**	-	-	-	1
nicht begründeter Ausschluss	**-**	-	-	-	**-**	**3**	-	-	-	**1**	**1**	-	-	-	1
Versuch durch Interviewer wiederholt davon	**2**	1	-	-	**1**	**-**	-	-	-	**-**	**1**	-	-	-	-
intendierter Ausschluss	**1**	1	-	-	**-**	**-**	-	-	-	**-**	**1**	-	-	-	-
nicht begründeter Ausschluss	**1**	-	-	-	**1**	**-**	-	-	-	**-**	**-**	-	-	-	-
nicht nach ... gefragt	**6**	-	-	-	**1**	**4**	4	-	-	**1**	**3**	1	-	-	1
Versuch von SchülerIn wiederholt davon	**4**	-	-	-	**-**	**1**	-	-	-	**-**	**2**	1	-	-	-
intendierter Ausschluss	**2**	-	-	-	**-**	**-**	-	-	-	**-**	**-**	-	-	-	-
nicht begründeter Ausschluss	**1**	-	-	-	**-**	**-**	-	-		**-**	**1**	-	-	-	-
nicht begründet	**-**	-	-	-	**-**	**-**	-	-	-	**-**	**1**	-	-	-	1
Rest	**2**	-	-	-	**1**	**3**	4	-	-	**1**	**1**	-	-	-	-
Ausschlüsse insgesamt	**15**	5	-	1	**5**	**11**	1	-	-	**3**	**13**	4	1	1	5
begründet	**13**	5	-	1	**4**	**8**	1	-	-	**2**	**10**	4	1	1	3
intendiert	**10**	2	-	1	**4**	**4**	1	-	-	**1**	**6**	4	1	1	1
fachlich richtig	**1**	1	-	-	**-**	**2**	-	-	-	**1**	**1**	-	-	-	1
lebensweltlich	**2**	1	-	-	**-**	**2**	-	-	-	**-**	**3**	-	-	-	1
unbegründet	**2**	-	1	-	**1**	**3**	-	-	-	**1**	**3**	-	-	-	2

Die Idee „Das Salz ist weg." wird im Follow-up Interview von 15 SchülerInnen ausgeschlossen, von denen 13 begründet und zehn davon intendiert begründet sind. Von sechs SchülerInnen, die nicht nach einem Ausschluss gefragt werden, schließen drei SchülerInnen die Idee aus. Elf SchülerInnen schließen aus, dass das Salz flüssig geworden ist, und acht dieser führen eine Begründung dazu an. Vier dieser Begründungen sind intendiert und jeweils zwei fachlich richtiger bzw. lebensweltlicher Art. Von den vier SchülerInnen, die nicht nach einem Ausschluss gefragt werden, führt keine/r diesen durch.

Die dritte Idee wird von dreizehn SchülerInnen ausgeschlossen. Zehn dieser Ausschlüsse erfolgen begründet, sechs davon intendiert und drei lebensweltlich. Von den drei SchülerInnen die nicht nach einem Ausschluss gefragt werden, führen zwei einen nicht begründeten Ausschluss der Idee durch.

Von fünf der SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* liegen Follow-up Interviews vor. Alle von diesen wurden nach dem Ausschluss der ersten Idee gefragt. Drei SchülerInnen wiederholen den Versuch und vollziehen entweder einen intendiert, fachlich oder lebensweltlich begründeten Ausschluss. Eine Schülerin schließt die Idee lebensweltlich aus, ohne den Versuch zu wiederholen. Ein anderer Schüler führt einen intendierten Ausschluss durch, nachdem der Interviewer den Versuch wiederholte. Führt man diese Ergebnisse mit denen aus Tabelle 35, die das Ausschlussverhalten im Follow-up Test zeigt, zusammen, so wird die erste Idee von allen SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* begründet ausgeschlossen.

Tab. 35: Ausschlussverhalten der SchülerInnen in den Follow-up Tests

Ausschluss zu „Das Salz ist weg." (Lernimpuls 1)					
		SO	SP	MA	LS
nicht begründet		-			
begründet		8	5	7	8
	intendiert	1	1	1	6
	fachlich richtig	3	4	4	2
	lebensweltlich	4	0	2	-
Ausschluss zu „Das Salz ist flüssig geworden." (Lernimpuls 2)					
begründet		7	5	7	8
	intendiert	2	1	1	1
	fachlich richtig	-	-	1	1
	lebensweltlich	5	4	5	6
Ausschluss zu „Das Salz ist zu Wasser geworden." (Lernimpuls 3)					
begründet		7	6	7	6
	intendiert	2	1	-	1
	fachlich richtig	1	3	2	4
	lebensweltlich	4	2	5	1

Zur zweiten Idee werden in den Follow-up Interviews lediglich drei SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* befragt, von denen einem ein intendierter Ausschluss gelingt. Die SchülerInnen, die nicht gefragt werden, führen keinen eigenständigen Ausschluss durch. Im Test gestaltet sich ein anderes Bild: Sieben SchülerInnen führen einen begründeten Ausschluss durch, wobei zweimal intendiert und zweimal lebensweltliche Begründungen angeführt werden. Eine Schülerin schließt die Idee nicht aus. Zum dritten Lernimpuls und dessen Schlussfolgerung werden vier SchülerInnen im Interview gefragt, von denen drei den Versuch wiederholen und intendiert ausschließen. Eine weitere Schülerin führte ohne Wiederholung einen intendierten Ausschluss durch. Die SchülerIn, die nicht gefragt wird, wiederholt den Versuch eigenständig. Im Follow-up Test wird jeder Ausschluss von den SchülerInnen begründet. Vier davon sind lebensweltlicher Art, einer fachlich richtig und zwei intendierter Art.

Der Schüler, mit *sprachlichen Schwierigkeiten*, der interviewt wurde, wird zu allen Lernimpulsen befragt. Den ersten und den zweiten schließt er nicht aus. Den dritten Versuch wiederholt er zunächst und schließt die Idee dann intendiert begründet aus. Alle SchülerInnen

mit *sprachlichen Schwierigkeiten*, die den Test ausfüllen, schließen die Ideen aus und geben Begründungen dafür an von denen je Idee eine Begründung intendierter Art ist.
Es wurde ein Schüler mit Auffälligkeiten im *Motivations- bzw. Aufmerksamkeitsbereich* interviewt und zu allen drei Impulsen befragt. Die zweite Idee wird von dem Schüler nicht ausgeschlossen, aber er wiederholt sowohl Lernimpuls eins als auch drei und schließt beide Ideen intendiert begründet aus. Alle SchülerInnne dieser Gruppe, die einen Test ausfüllen, schließen alle drei Ideen aus und geben dafür Begründungen an. Diese sind vor allem zu Lernimpuls zwei und drei lebensweltlicher Art.
Sechs *leistungsstarke* SchülerInnen wurden interviewt und fünf zur ersten Idee befragt. Vier geben intendierte und einer keine Begründung an. Auch zur zweiten Idee wurden fünf befragt, von denen einer keinen Ausschluss tätigt. Es wird eine fachliche und eine intendierte Begründung genannt. Drei der fünf *leistungsstarken* SchülerInnen, die zur dritten Idee gefragt werden, führen begründete Ausschlüsse durch. Der Lernende, der nicht gefragt wird, schließt die Idee nicht begründet aus. Im Test geben alle acht *leistungsstarken* SchülerInnen Begründungen zu ihrem Ausschluss der ersten Idee an, sechs davon sind intendiert und zwei fachlich. Zur zweiten Frage geben sechs von acht leistungsstarken SchülerInnen lebensweltlich begründete Ausschlüsse, einer ist intendiert und einer fachlich begründet. Die dritte Frage wird von zwei *leistungsstarken* SchülerInnen nicht bearbeitet, die anderen sechs sind begründet. Vier davon fachlich, einer lebensweltlich und einer intendiert.

Zwischenfazit

Deutlich wird, dass die SchülerInnen zum großen Anteil die fachlich nicht anschlussfähigen Aussagen ausschließen. Zu Idee zwei finden sich drei, zu Idee drei zwei Bejahungen, die jeweils – wenn überhaupt – durch einen Zirkelschluss begründet werden.
Im Gegensatz dazu finden sich zu den Ausschlüssen zum großen Teil Begründungen. Aus den beschriebenen Begründungen lässt sich ableiten, dass die erste Aussage („Das Salz ist weg.“) deutlich öfter intendiert ausgeschlossen wurde (32) im Vergleich zu Aussage zwei („Das Salz ist flüssig geworden.“) (12) und drei („Das Salz ist zu Wasser geworden.“) (7). Dies kann unterschiedliche Gründe haben. Zum einen ist die Schlussfolgerung zu Lernimpuls eins deutlich leichter zu ziehen als für die beiden anderen Lernimpulse, die zwei Schlussfolgerungsschritte beinhalten (s. Beschreibung Lernmaterial in Kap. 5.3). Dass aber der Lernimpuls eins auch zum Ausschluss der anderen beiden Aussagen herangezogen wird, deutet daraufhin, dass dieser Versuch besonders stark im Gedächtnis der SchülerInnen geblieben ist bzw. sie sehr überzeugt. Besonders oft wird Aussage zwei mit Hilfe des ersten Lernimpulses ausgeschlossen, was darin begründet sein könnte, dass die Versuche aus Lernimpuls eins und zwei sich vom Ablauf sehr ähnelten und daher für die SchülerIn-

nen schwer auseinanderzuhalten sind: Bei beiden wurde etwas über einem Teelicht erhitzt. Eine andere Reihenfolge der Impulse hätte an dieser Stelle möglicherweise hilfreich sein können.
Auffällig ist jedoch, dass die SchülerInnen den Versuch aus Lernimpuls eins nicht einfach nur als Begründung nennen, sondern die Beobachtungen auch in Verbindung mit den jeweiligen Aussagen setzen. Bspw. überlegen sie, dass, wenn das Salz zu Wasser werden würde, es komplett im ersten Versuch hätte verdampfen müssen. Diese Schlussfolgerung wurde im Unterrichtsverlauf nicht vollzogen und kann als gänzliche Eigenleistung den SchülerInnen zugesprochen werden. Weiterhin auffällig ist, dass es einigen SchülerInnen schwer fällt, „stichhaltige" Argumente zu liefern, sondern eher eine Zirkelschlussaussage oder eine inhaltlich leere Aussage („ist so") wählen. Solche Aussagen können nicht als Argumentationen im wissenschaftlichen Sinne beschrieben werden. Da eine wissenschaftliche Argumentation oder Schlussfolgerung und deren Merkmale im Unterrichtsverlauf nicht thematisiert wurde, bleibt dies unbewertet. Jedoch existiert nicht der Fall, dass ein/e SchülerIn zu keiner Aussage ein stichhaltiges Argument notiert. Ebenso findet sich kein/e SchülerIn, die/der jede Aussage ausschließt und dabei jedes Mal keine Begründung angibt. Den SchülerInnen gelingt es demnach zum Großteil, nach fünf Wochen noch die nicht anschlussfähigen Aussagen auszuschließen; einige stellen dabei intendierte Bezüge zu den Lernimpulsen her. Die Lernimpulse scheinen diese SchülerInnen zu überzeugen, die Ideen auszuschließen. Andere SchülerInnen führen anderweitige fachwissenschaftlich anschlussfähige Begründungen oder solche aus ihrer alltäglichen Erfahrungswelt an.
Auch in Bezug auf die *Diversitätsmerkmale sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf*, *sprachliche Schwierigkeiten* und *Motivations- und Aufmerksamkeitsschwierigkeiten* kann festgehalten werden, dass die SchülerInnen nach fünf Wochen in der Lage sind, alternative Erklärungen zum Lösevorgang auszuschließen und Begründungen anzugeben. Im Follow-up-Test gelingt es diesen SchülerInnen zu einem größeren Teil, Begründungen für den Ausschluss der zweiten Idee anzugeben, als im Post-Interview direkt nach der Intervention. Diese werden im Follow-up-Test häufig als lebensweltlich begründet eingestuft. Die SchülerInnen der genannten *Diversitätsmerkmale* nutzen insgesamt nicht so häufig intendierte Begründungn. Die *leistungsstarken* SchülerInnen hingegen führen vielfach intendierte Begründungen an. Sie nutzen also, ähnlich wie zum Zeitpunkt nach dem Unterricht, verstärkt die Lernimpulse zum Ausschluss der Ideen.

5.4.4.9 Fazit zu „Ausschluss von Vorstellungen"

Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse der Analysen, dass die Lernimpulse aus choice²explore zum Lösevorgang SchülerInnen im inklusiven Kontext überzeugen, um fachlich nicht anerkannte Vorstellungen auch langfristig begründet auszuschließen. Die SchülerInnen nutzen diese Lernimpulse nicht nur in der Gruppe im Forscherprotokoll, sondern auch eigenständig nach dem Unterricht und im langfristigen Blick nach fünf Wochen. Der erste Lernimpuls („Das Salz ist weg.") scheint dabei derjenige zu sein, der die

SchülerInnen am meisten überzeugt und/oder am besten im Gedächtnis bleibt. *Leistungsstarke* SchülerInnen nutzen im Besonderen die Lernimpulse, um sowohl kurz- als auch langfristig alternative Erklärungen auszuschließen.
Im inklusiven Sachunterricht ist es möglich, die SchülerInnen an wissenschaftliche Arbeitsweisen, wie das Schlussfolgern im Sinne der scientific literacy heranzuführen. Die SchülerInnen nutzen Argumente, um Ideen, die sie ausschließen, zu begründen. Eine weitere Förderung dieser Argumentationen der SchülerInnen sowie des Schlussfolgerns könnte unterstützend wirken. Wie diese aussehen könnte und welche Bedingungen dafür entscheidend sind, bleibt in weiteren Studien zu überprüfen.

5.5 Analyse der Teilchenmodellnutzung

Bei der Codierung der Vorstellungsentwicklungen der videografierten Post-Interviews und Follow-up Interviews fiel auf, dass SchülerInnen das Legosteinmodell nutzen, um Vorstellungen zu beschreiben, auszuschließen, oder dass sie das Modell auf einen anderen Kontext übertragen. Aus diesem Grund wurde ein weiterer Schwerpunkt der Analyse auf die Modellnutzung der SchülerInnen gelegt. Inwiefern die SchülerInnen dabei tatsächlich eine Teilchenvorstellung als Denkmodell entwickeln, wird nicht direkt fokussiert. Ziel ist es, zu beschreiben, in welcher Art und Weise die SchülerInnen das Modell nutzen. Außerdem reflektieren einzelne Lehrpersonen den Einsatz des Teilchenmodells im Post-Interview. Diese Aussagen sollen zusammengestellt werden. Die Post-Interviews und Follow-up Interviews zielten nicht darauf ab, eine Modellkompetenz der SchülerInnen abzuprüfen. Die Beschreibungen der Modellnutzung soll jedoch in Bezug zum Modell der Modellkompetenz nach Upmeier zu Belzen und Krüger (2010) gesetzt werden.

D) Modellnutzung im Rahmen der Unterrichtskonzeption
Wie gestaltet sich die Modellnutzung im Rahmen der Unterrichtskonzeption?

5.5.1 Datenaufnahme

Die Datenaufnahme erfolgte parallel zur Datenaufnahme für die Fragestellungen zu den Vorstellungsentwicklungen im vierten Mesozyklus. Im Rahmen der Post-Interviews und Follow-up Interviews wurden die SchülerInnen aufgefordert zu beschreiben, in welcher Weise Legosteine im Unterricht eingesetzt wurden (s. Kap. 5.4.2: Tab. 17 Struktur des Interviews: Schritt 4). Weitere Nachfragen zielten darauf ab, was die Legosteine darstellen sollen. In ähnlicher Weise wurde auch in den Follow-up Interviews vorgegangen. Zu bemerken sei an dieser Stelle, das lediglich in der ersten Schule Follow-up Interviews mit den

SchülerInnen durchgeführt wurden, die eine Erlaubnis zur Videografie hatten (n=18). Im Follow-up Test stand die Befragung zur Vorstellungsentwicklung und dem Ausschluss fachlich nicht anschlussfähiger Vorstellungen im Vordergrund. Dennoch erhielten SchülerInnen, die besonders schnell in der Bearbeitung des Tests waren, eine offene Frage zum Einsatz der Legosteine. Auch diese Antworten werden in der Analyse berücksichtigt. Die LehrerInneninterviews wurden ebenfalls im vierten Mesozyklus durchgeführt; der Interviewleitfaden findet sich im Anhang (s. Anhang B, S. 436).

5.5.2 Datenaufbereitung und -analyse

Ziel der Analysen in Bezug auf die Modellnutzung war es, den Umgang der SchülerInnen mit dem Modell zu beschreiben. Da die Entwicklung von Modellkompetenz für den Sachunterricht noch nicht abschließend geklärt oder im Besonderen für Teilchenmodelle als konkrete Anschauungsmodelle beschrieben ist, wurden die Kategorien zur Beschreibung der Modellnutzung durch die SchülerInnen induktiv am Videomaterial in Rahmen einer strukturierenden Inhaltsanalyse (s. Kap. 5.1.3: Abb. 13) entwickelt. Es wurde direkt am Videomaterial gearbeitet, um Interaktionen mit dem Modell und weitere nonverbale kommunikative Elemente in die Analysen einfließen lassen zu können. Zunächst wurden in Form von Memos an fünf Videodateien Beschreibungen des Umgangs der SchülerInnen mit dem Modell vorgenommen. Diese Memos wurden gesammelt und anschließend wurden aus diesen Beschreibungen die oben genannten Fragestellungen zur Nutzung des Modells abgeleitet und dafür ein erstes Kategoriensystem entwickelt. Nach mehreren Überarbeitungsschleifen, bei denen innerhalb von Codierteamtreffen das Kategoriensystem diskutiert, erweitert und angepasst wurde, ist folgendes nominales Kategoriensystem mit analytischen Kategorien entstanden, anhand dessen das gesamte Material codiert wurde. Das Abstraktionsniveau liegt hoch, da allgemeine Beschreibungen der Interaktionen der SchülerInnen mit den Modellen abgebildet werden. Ein Teil des jeweiligen Videos mit entsprechender Handlung oder verbalen Beschreibung bildet eine Codiereinheit. Als Kontexteinheit dient jeweils das gesamte Interview. Der gesamte Kategorienleitfaden 5 findet sich im Anhang (s. Anhang C, Tab. V); einen Einblick bietet Abbildung 57. Die Intercoder-Übereinstimmung dieser Codierungen wurde nach dem kompletten Materialdurchgang anhand 20 % dessen überprüft. Ähnlich wie bei dem Ausschluss der Vorstellungen wurden die bereits codierten Segemente einer leeren Kategorie zugeordnet und durch einen zweiten Codierenden wurden zu diesen die Kategorien der Modellnutzung zugeordnet. Die prozentuale Übereinstimmung lag bei 98 % (κ=0,97).

Adäquate Modellbenennung

Zu dieser Kategorie gehören Videostellen, in denen die SchülerInnen den Modellversuch durchführen, also gelbe Steine in den Becher geben, rote Steine hinzufügen und diese in

den gelben verrühren. Außerdem gehört das Benennen der Legosteine als Wasser(-teilchen) (gelb) und Salz(-teilchen) (rot) zu der Kategorie.

Adäquate Modellnutzung 1

Diese Kategorie beschreibt Videostellen, in denen die SchülerInnen den Modellversuch auf das Phänomen des Lösens von Salz in Wasser übertragen. Hierzu gehört auch die Beschreibung von Beobachtungen während des Experimentes in Verbindung mit dem Modell, wie etwa „das Salz und das Wasser vermischen sich", „das Salz ist überall verteilt" u. ä.

Adäquate Modellnutzung 2

Bei der Entwicklung der Kategorien fiel auf, dass einige SchülerInnen mehr leisteten als die Tätigkeiten, die in der Kategorie „Adäquate Modellnutzung 1" beschrieben sind. Einige SchülerInnen übertragen den Modellversuch auch wieder zurück auf das Phänomen, also sie nutzen Erkenntnisse aus dem Modellversuch, um die Beobachtungen im Versuch zu beschreiben.

Frage adäquate Modellübertragung

Nicht alle SchülerInnen werden in den Interviews zur Übertragung des Modells auf einen anderen Kontext gefragt, daher ergab sich diese zusätzliche Kategorie.

Adäquate Modellübertragung

Diese Kategorie wird Videostellen zugeordnet, in denen die SchülerInnen eigenständig und in anschlussfähiger Art und Weise weitere Phänomene mit dem Modell nachstellen und erklären, wie bspw. die Beschreibung des Versuchs im ersten Lernimpuls, also das Verdampfen des Wassers.

Adäquate Modellkritik

Wenn SchülerInnen eigenständig das Modell kritisieren, also Grenzen des Modells beschreiben oder Unterschiede zwischen der Realität und dem Modell verdeutlichen, werden die Videostellen dieser Kategorie zugeordnet.

Die Auswertung erfolgte, indem die Dokumentvariable „Post-Interview" bzw. „Follow-up V" aktiviert wurde. Außerdem wurden alle Codes zu den Modellen aktiviert. Im Code Matrix Browser wurde die Auswahl „Treffer pro Dokument nur einmal zählen" gewählt und die Ergebnisse abgerufen. Zur Veranschaulichung der Codierungen werden beispielhaft codierte Elemente ausgewählt und Sprache und Handlungen der SchülerInnen transkribiert. Die Ergebnisse werden im Anschluss mit dem Kategoriensystem eines Diagnosebogens zur Beschreibung von Modellkompetenz im Biologieunterricht nach Grünkorn, Lotz und Terzer (2014) in Beziehung gesetzt.

Modelleinsatz und –nutzung

Daten: Interviews, Follow-up Interviews
Kodiereinheit: bedeutungstragender Videoausschnitt (Aussage, Handlung der SchülerIn)
Kontexteinheit: gesamte Videodatei
Abstraktionsniveau: höheres Abstraktionsniveau, Beschreibung nach übergeordneten Merkmalen

	Benennung	Beispiele
1	**Adäquate Modellbenennung**	
Definition: • Schüler/in führt den Modellversuch auf Nachfrage selbstständig durch (gelbe Steine in den Becher, rote Steine hinzufügen, umrühren). • & Schüler/in benennt die Legosteine als Modell für Wasser (gelb) und Salz (rot).		*Ankerbeispiel:* Interview: Gs2K1G4-S3; 6:48-7:10 Min.
2	**Adäquate Modellnutzung 1**	
Definition: • Schüler/in überträgt den Modellversuch auf das kennengelernte Phänomen des Salzlösevorgangs. • Schüler/in verbindet Beobachtungen während der Experimente (i. d. Unterrichtseinheit oder dem Einstiegsversuch im Interview) mit den Beobachtungen im Modellversuch.		*Ankerbeispiel:* Interview: Gs5K2G1-S1; 6:48-7:00 Min. *weitere beispielhafte Formulierungen der SchülerInnen:* „Salz und Wasser vermischen sich; Das Salz ist überall; Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.“

Abb. 57: Ausschnitt Kategorienfaden 5 zur Modellnutzung

Die Ergebnisse der Codierungen aus den Post- und Follow-up Interviews werden in ihrer zahlenmäßigen Ausprägung für die Gesamtgruppe und ihre Untergruppen nach Diversitätsmerkmalen dargestellt. Hierzu wurden die entsprechenden Dokumente bzw. Kategorien und Dokumentssets in MAXQDA aktiviert und im Code-Matrix Browser angezeigt. Anhand von transkribierten prototypischen Beispielen soll die inhaltliche charakterisierende Gestaltung verdeutlicht werden.
Korrekturlos werden die Ergebnisse zur offenen Frage aus dem Follow-up Test wort wörtlich tabellarisch zusammengetragen. Außerdem wird auch hier das Kategoriensystem unverändert zur Modellnutzung angewendet und diese Ergebnisse deutlich gemacht. Im Rahmen des Follow-up Tests fertigten drei SchülerInnen Zeichnungen des selbigen Teilchenmodells an. Diese Zeichnungen wurden im Arbeitskreis diskutiert und taugliche Interpretationen gesammelt. Sämtliche Interpretationsmuster werden dafür im zugehörigen Abschnitt dargestellt.
Die Interviews der Lehrpersonen wurden transkribiert und auffällige Stellen wurden markiert. Diese werden nicht nur an dieser Stelle zur Beschreibung der Reflexion des Modelleinsatzes, sondern auch in Bezug zum gemeinsamen Lernen bzw. einzelner Fallbeschreibungen genutzt.

5.5.3 Ergebnisse

5.5.3.1 Modellnutzung der SchülerInnen

D1. In welcher Weise nutzen die SchülerInnen das Teilchenmodell in den Post-Interviews und den Follow-up Erhebungen?

D1.1 Wie viele SchülerInnen

a) benennen das Modell in der Weise, wie es eingeführt wurde?

b) nutzen das Modell in adäquater Weise?

c) übertragen das Modell auf einen anderen Kontext?

d) äußern eine Modellkritik?

i. Wie gestaltet sich diese?

D 1.2 Wie gestaltet sich dies in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

Post-Interviews

Tab. 36: Ergebnisse der Modellnutzung innerhalb der Post-Interviews

	Anzahl Codierungen				
Kategorie	**insgesamt (n=69)**	**SO (n=12)**	**SP (n=6)**	**MA (n=8)**	**LS (n=11)**
adäquate Modellbenennung	67	11	5	8	11
adäquate Modellnutzung 1	65	11	6	6	11
adäquate Modellnutzung 2	13	3	1	2	3
Frage nach Übertragung	24	2	1	5	7
Übertragung	21	3	1	5	7
selbstständige Übertragung	3	-	-	-	-
adäquate Kritik	5	1	-	1	2

67 von 69 SchülerInnen benennen das Modell im Post-Interview so, wie es im Unterricht eingesetzt wurde. Sie führen auch den Modellversuch durch (s. Tab. 36).

> *S: Das Gelbe ist, das hier ist das Wasser. (gibt gelbe Legosteine in den Becher) [...] Und jetzt kommt dazu das Salz. (nimmt rote Steine und gibt sie in den Becher) Und dann haben das umgerührt. (nimmt einen Löffel und rührt um)* (Gs2K1G3-S3_I; LS 5:06 min.)

65 dieser SchülerInnen verbinden die Erklärungen des Phänomens aus dem Unterricht oder ihren Beschreibungen zum Einstiegsversuch im Interview mit den Beobachtungen im Modellversuch.

> *S: Und dann haben wir gesehen, dass das Salz noch in derselben Form bleibt und sich auch nicht verändert, nur, dass es kleiner wird, ganz klein [...]*
>
> *I: Was meinst du mit ‚Kleinerwerden´?*
>
> *S: Ja, wenn das jetzt hier groß ist (nimmt roten Legostein in die Hand) und dann das Wasser berührt, dann sieht das immer kleiner aus, sodass man´s mit dem bloßen Auge nicht mehr sieht.* (Gs2K1G3-S3_I; LS 5:45 – 6:14 min.)

Zwei SchülerInnen nutzen das Modell, ohne vorher die Legosteine zu benennen. Bei Schüler Gs5K1G1-S1 (SP) wird es durch die Interviewerin benannt und Schülerin Gs4K166-S1 (SO; emotional-soziale Entwicklung, Lernen) verwechselt die Zuordnung der Legosteine

miteinander. Vier SchülerInnen benennen das Modell, ohne es dann zu benutzen; zwei dieser SchülerInnen gehören zur Gruppe mit *Motivations- und Aufmerksamkeitsschwierigkeiten.*

Schülerin Gs4K1G7-S3 (MA) erinnert es nicht mehr und der Schüler Gs5K2G4-S3 (SP, MA) wiederholt durch vielfache Unterstützung des Interviewers, dass sich die roten Legosteine in den gelben verteilen. Schüler Gs5K1G1-S2 (MA) stellt direkt die Verbindung zum Versuch her und sagt, dass man erkennt, dass sich das Salz nicht auflöst. Dreizehn SchülerInnen gelingt es, die Beschreibungen aus dem Modell auf die Beobachtungen im Versuch zurückzubeziehen. Sie stellen dazu Vergleiche her:

> *S: [...] das ist jetzt quasi so wie das.* (Gs2K1G1-S3 Interview; 06:02; LS);
>
> *S: [...] dann ist es fast so wie das.* (Gs2K1G3-S3 Interview; 06:44; LS);
>
> *S: Also das (zeigt auf Legosteine) ist wie das hier (stellt Glas mit Wasser daneben).*
> *I: Kann man das Salz noch sehen?*
> *S: Hier schon (zeigt auf Legosteinmodell) da nicht (zeigt auf Glas mit Wasser).* (Gs5K1G2-S2_Interview 8:46)
>
> *S: Und so ist das da auch (zeigt auf Glas mit Wasser).* (G5K1G5-S2_Interview 07:14; SP)

Oder aber sie führen das Legosteinmodell zum Ausschluss der zu überprüfenden Ideen an:

> *S: Das ist ja nicht weg, weil sonst wären die roten Teilchen ja auch weg, das Salz (zeigt auf Glas mit Wasser) ist ja immer noch da, es wurde nur vermischt (nimmt Becher mit Legosteinen in die Hand)* (Gs2K1G2-S2_Interview 7:40)
>
> *I: Und wie könnte man überprüfen, dass das Salz nicht weg ist?*
> *S: Mit Legosteinen!* (Gs5K2G9-S2_Interview 3:10)
>
> *S: Dann haben wir herausgefunden, dass das nicht weg ist, sonst wären die roten Legosteine jetzt auch weg.* (Gs2K1G3-S3_Interview 6:52; LS)
>
> *I: Und wenn jetzt jemand sagen würde: Das ist weg, das Salz?*
> *S: Dann wäre es falsch, denn man kann es ja noch sehen!* (Gs4K1G9-S1_Interview 10:43)

24 der SchülerInnen werden zur Übertragung des Modells gefragt. Sie werden aufgefordert, mit dem Modell die Beobachtungen zum ersten Lernimpuls wiederzugeben. Von den 24 SchülerInnen übertragen 21 das Modell in adäquater Weise. Dafür nehmen sie gelbe Legosteine aus dem Becher in die Hand und lassen sie nach oben steigen:

> *I: Wie würde das aussehen mit den Teilen, wenn wir das machen würden?*
> *S: So: plupp, plupp (nimmt nach und nach gelbe Legosteine in die Hand, führt sie in einem Bogen in die Luft und legt sie auf den Tisch).*
> *I: Was heißt plupp? Wo gehen die Teilchen hin?*
> *S: Weg.*
> *I: Weg. Raus ne?*
> *S: Ja, raus.*
> *I: Und was bleibt noch drin?*
> *S: Das Salz.* (Gs2K1G1-S2_Interview 06:43; LS)
>
> *I: Was passiert mit dem Wasser, wenn wir es erwärmen?*
> *S: Dann macht's so: tschhhtschh. (greift in den Becher und hebt gelbe Legosteine nach*

oben) (Gs4K1G1-S2_Interview 10:35)

S: Dann würde hier das Wasser verdunsten und hier halt rausgehen so und das Salz bleibt übrig, also die roten Steine. (Gs5K1G4-S2_Interview 8:24; MA)

Oder sie nehmen die gelben Steine raus und legen sie auf den Tisch, ohne dass sie diese mit ihrer Hand nach oben gehen lassen (z. B. Gs5K1G2-S3_I 8:34 SP, MA; Gs5K1G5-S2_I 8:22, SO). Einige SchülerInnen nehmen die Steine nicht in die Hand, sondern beschreiben lediglich, was mit den Steinen passieren würde:

S: Die würden dann in die Luft fliegen. (Gs5K2G9-S1_I 6:27 min.)

Drei SchülerInnen gelingt keine eigenständige Übertragung. Die Schülerin Gs5K2G4-S1 beschreibt auf die Frage, wie man den ersten Lernimpuls im Modell darstellen könnte, dass das Salz zurückbleibt. Eine Darstellung mit den Legosteinen führt sie nicht eigenständig durch. Der Schüler Gs4K1G2-S1 antwortet ebenfalls, dass das Wasser verdunsten würde. Darauf folgt die Frage, was mit dem Modell passieren würde und der Schüler antwortet: „gar nichts" (Gs4K1G2-S1_I 07:40 min.). Schülerin Gs5K2G3-S3 bleibt bei ihrer Antwort in der Beschreibung des Versuches, sie wiederholt, dass das Salz zurückbleibt. Eine Übertragung auf das Modell – oder eine Interaktion mit diesem findet nicht statt.

Drei Schülern gelingt es, auch ohne, dass sie nach der Modellübertragung gefragt werden, eine Verbindung des Versuchs aus Lernimpuls eins zum Modell zu ziehen. Währenddessen interagieren sie mit den Legosteinen.

S: Wenn man da (hält Becher mit Legosteinen in der Hand) jetzt so ne Kerze drunterstellt. Dann würde das Wasser verbrodeln, also verschwinden und dann sieht man, dass das Salz noch da ist. (Gs2K1G3-S1_I; 06:26-06:39)

S: Und wenn man ja jetzt das Wasser (hält Becher mit Legosteinen in die Luft) auf den Ofen stellt (führt Becher nach links); dann wird das so verdampft (zeigt mit Löffel auf gelbe Legosteine) und das Salz bleibt ja immer noch da.
I: Was heißt denn, das verdampft?
S: Also, geht so zu Dampf (führt die Hände mit bewegenden Fingern nach oben) und steigt in den Himmel. (Gs2K1G5-S3_I; 05:37-05:58; SO)

I: Und wenn jetzt jemand sagen würde, das Salz ist weg?
S: Dann: Nö, nö, nö, das ist nicht wahr. Weil/ wir ham an einem Tag in der Schule ham wir ein Experiment gemacht und da hat/ist durch Feuer das Salz wieder aufgetaucht. (sucht rote Legosteine aus dem Becher) Das, das Wasser ist verdunstet und zack hatten/ und zack war das Salz in der kleinen Schale. (Hält rote Legosteine in der Hand, die er zu einer Schale formt.) Und zwar nur noch das Salz. (Gs4K1G3-S1_I; 10:17-10:44)

Kritik am Modell wird von fünf SchülerInnen vollzogen. Diese bezieht sich bei drei SchülerInnen darauf, dass man die Legosteine im Modell noch sehen kann, aber im Wasser nicht (Gs4K1G3-S2; Gs2K1G3-S3, LS; Gs5K2G5-S1, SO):

S: Das Salz ist jetzt im Wasser verstreut, sodass man es nicht mehr sehen kann. Man sieht es zwar noch, aber eigentlich würde man es nicht mehr sehen.
I: Was meinst du damit?
S: Weil es ja dann mikroskop klein ist, wenn man die rührt.
I: Bitte?

> *S: Weils ja dann mikroskop klein ist, aber hier (zeigt auf Legosteine) sieht man die ja noch.* (Gs4K1G3-S2_I 9:40-10:04)

Eine *leistungsstarke* Schülerin beschreibt, dass die Legosteine nicht kleiner werden wie das Salz:

> *S: [...] und sich auch nicht verändert, halt nur, dass es kleiner wird, ganz klein. Aber das geht jetzt mit den Legosteinen nicht, dass ich die verkleinere* (Gs2K1G1-S3_I 05:58 min.)

> *S: Stell dir vor, die (zeigt auf rote Legosteine) wären ganz klein und sähe man nicht.* (Gs2K1G1-S3_I 06:31 min., LS)

Schüler Gs5K1G4-S2 übt Kritik daran, dass er die Legosteine verrühren muss, um den Lösevorgang darzustellen:

> *S: Eigentlich müsste das Salz von alleine runtergehen*. (Gs5K1G4-S2_I 7:23, MA)

Die Auflistung der Codierungen nach *Diversitätsmerkmalen* zeigt, dass es SchülerInnen aus allen Bereichen gelingt, das Modell zu benennen und auf Ebene eins zu benutzen. Es gelingt auch einigen SchülerInnen des jeweiligen Merkmals, das Modell auf zweiter Ebene zu nutzen. Außerdem gelingt es allen Untergruppen, das Modell zu übertragen, wenn sie danach gefragt werden. Einem Schüler mit *sonderpädagogischem Unterstüzungsbedarf* (Gs2K1G5-S3) gelingt es, das Modell zu übertragen, ohne dass er danach gefragt wird. Kritik am Modell leisten sowohl ein Schüler mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* (Gs5K2G5-S1) als auch ein Schüler mit *Motivations- und Aufmerksamkeitsschwierigkeiten* (Gs5K1G4-S2) und zwei *leistungsstarke* SchülerInnen (Gs2K1G1-S3; Gs2K1G3-S3).

Follow-up Interviews

Die Tabelle 37 zeigt die Ergebnisse der Modellnutzung der SchülerInnen innerhalb der Follow-up Interviews.

Tab. 37: Ergebnisse der Modellnutzung innerhalb der Follow-up Interviews

	Anzahl Codierungen				
Kategorie	**insgesamt (n=18)**	**SO (n=6)**	**SP (n=1)**	**MA (n=2)**	**LS (n=6)**
adäquate Modellbenennung	18	6	1	2	6
adäquate Modellnutzung 1	13	6	1	1	3
adäquate Modellnutzung 2	9	2	1	-	3
Frage nach Übertragung	1	1	-	-	-
Übertragung	0	-	-	-	-
adäquate Kritik	2	-	-	-	2

In den Follow-up Interviews benennen alle 18 SchülerInnen das Modell in adäquater Weise. Dreizehn von diesen SchülerInnen nutzen es, um den Lösevorgang als das Verteilen des Salzes in kleinen Teilchen im Wasser zu beschreiben. Drei der sechs *leistungsstarken*

SchülerInnen gelingt dies im Follow-up Interview nicht. Neun der SchülerInnen stellen einen direkten Bezug zwischen dem Phänomen und dem Modell dar bzw. vergleichen beide Elemente miteinander. Zwei von diesen sind SchülerInnen mit diagnostiziertem *sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf*, eine Schülerin mit *sprachlichen Schwierigkeiten* und drei *leistungsstarke SchülerInnen*. Der Schüler, der nach der Übertragung des Modells auf das Verdampfen von Wasser befragt wird, stellt folgende Vermutung an: „Die würden, wenn man die glaub ich auf die Hand macht, dann bleiben die so wie eine Kugel."(Gs2K1G2-S1_Follow-up_Interview, SO) Diese Aussage konnte nicht als adäquate Modellübertragung kategorisiert werden. Zwei *leistungsstarke* SchülerInnen benennen eine Kritik am Modell.

> *S: [...] die immer noch in derselben Form geblieben sind, aber kleiner und daher nicht sichtbar. Auch wenn/hier (zeigt auf Legosteinmodell) bei denen sieht man das immer noch. (*Gs2K1G1-S3_Follow-upI; 05:49-5:58, LS)

> *S: [...] das Salz sich jetzt n bisschen hier rein verzogen hat, und eigentlich müsste da/weil/jetzt/weil jetzt wären, wenn das jetzt das Salz wäre, dann wären/müssten die roten Steine jetzt auch weg/nicht sichtbar sein.* (Gs2K1G3-S3_Follow-upI; 5:09-5:25, LS)

Diese SchülerInnen führten in ähnlicher Weise Kritik bereits im Post-Interview an.

Follow-up Test

Die Tabelle 38 gibt einen Überblick über die Segmente, die der Modellnutzung im Follow-up Test zugeordnet wurden. Die Spalte „B" steht für die Modellbenennung und „N1" für die Modellnutzung auf Ebene eins. Wie bereits beschrieben, nutzt ein Schüler das Legosteinmodell im Follow-up Test als Begründung zum Ausschluss von anderen Ideen (Gs5K2G2-S1). Im Follow-up Test wurden den SchülerInnen, die besonders schnell mit der Bearbeitung fertig waren, noch eine offene Frage zum Einsatz der Legosteine gestellt: „Was haben wir mit den Legosteinen gemacht?" Diese Frage wurde von 31 SchülerInnen beantwortet. Ihre Antworten sind in Tabelle 38 aufgelistet. Wendet man das Kategoriensystem, das für die Modellnutzung und -interaktion im Rahmen der Post-Interviews entwickelt wurde, auf die SchülerInnenantworten an, so wird deutlich, dass 28 SchülerInnen das Modell benennen. Sieben dieser SchülerInnen nutzen dafür das Wort „Modell" (Gs4K1G1-S1; Gs4K1G3-S1; Gs4K1G5-S3; Gs4K1G8-S1; Gs5K1G3-S1; Gs5K1G5-S1; Gs5K2G2-S3; Gs5K2G4-S1). Drei Schülerinnen beschreiben, dass die Legosteine etwas vergrößert dargestellt haben (Gs4K1G5-S3; Gs5K1G6-S3; Gs5K1G6-S2). Die letzten beiden geben fast wortwörtlich die gleiche Antwort, was auf eine Zusammenarbeit der Schülerinnen hindeutet. Andere SchülerInnen beschreiben die Farbe der Legosteine und wofür sie stehen (z. B. Gs4K1G1-S3).
Auf der Ebene der Modellnutzung 1 finden sich neun Zuordnungen. Vier dieser SchülerInnen beschreiben, dass sich das Salz vermischt hat (Gs4K1G6-S3; Gs4K1G8-S2; Gs5K2G1-S3; Gs5K2G4-S3) drei SchülerInnen beschreiben, dass das Salz in kleine Teilchen zerfällt (Gs4K1G6-S2) bzw. sich verteilt (Gs5K2G2-S3; Gs5K2G4-S1). Die SchülerInnen Gs5K2G2-S3 und Gs5K2G2-S1 beschreiben, dass mit dem Modell etwas bewiesen werden kann. Gs5K2G2-S3 meint dabei die Verteilung des Salzes im Wasser und Gs5K2G2-S1 schreibt,

dass man mit dem Modell beweisen kann, dass das Salz nicht weg ist. Außerdem gelingt es der Schülerin Gs5K2G6-S1, Kritik am Modell zu äußern, indem sie beschreibt, dass die Legosteine nicht kleiner werden können so wie das Salz kleiner wird.

Tab. 38: Modellnutzung innerhalb des Follow-up Tests

SchülerIn	**Segment**	**B**	**N 1**
Gs4K1G1-S1	Wir ahben ein Wasse mudel gebaut. Die Gelben steine waren das Wasser und die rot Steine warn das Salz	X	
Gs4K1G1-S3	Wir haben blaue Legosteine als das Wasser benutzt und dann habne wir rote Legosteine als das Salz benutzt und das haben wir die beiden Farben von den Legosteinen zusammen in einen Becher getann und haben umgerürt. Dann haben wir gesehen das roten Legosteine sich in alle Ecken und Enden geschlängelt haben.	X	X
Gs4K1G2-S1	Es gab zwei sorten Lego die eine war rot und die andre Lego sorte gelb und die roten Lego steine war das Wasser und die gelben Legosteine waren das Salz und dan musten wir um rünn.	X	
Gs4K1G3-S1	mit den Legosteinen haben wir ein Model gemacht.	X	
Gs4K1G3-S2	wir haben gelbe Legosteine in ein Glas geta. Die gelben Legosteine stelen Wasser da und die roten Salz.	X	
Gs4K1G4-S2	Wir haben Rote Legosteine genohmmen und gelbe und dann verrürt. Dann hat mann gesehen das die Legosteine durcheinander wahren.	X	
Gs4K1G5-S1	wir haben rote und gelbe legosteine benutzt um zu kucken wie das mit den Wasser abläuft.	X	
Gs4K1G5-S2	wir harben das umgerüt die waren atomen die Legosteinen.	X	
Gs4K1G5-S3	Ein Großvormat oder ein Model	X	
Gs4K1G6-S1	wir haben sie in einen tof getan und dan wertalt	X	
Gs4K1G6-S2	Wir haben die gelben Legosteine als Wasser genommen und die Reoten als Salz dann haben wir gesehen das Salz ist in klen Teile zerfallen.	X	X
Gs4K1G6-S3	wir haben sie umgerüt und dann sa man das es sich ferteilt hat	X	X
Gs4K1G7_S32	Wir haben es so gemacht. Die gelben Waren das Wsser und die Roten das Saalz waren.	X	
Gs4K1G7-S2	Nachgesetllt wie das Salz im Wasser ist.		
Gs4K1G8-S1	Wir haben ein Model gemacht.	X	
Gs4K1G8-S2	Wir haben in einen Becher gelbe Legosteine getan die sollten Wasser sein. Dazu dann noch rote alls Salz und dann gerürt. Die rtoen Teile haben sich miten den gelben teilen vermischt.	X	X
Gs4K1G9-S2	Wir haben mit denn Legosteinen ein model von Wasser mit Salz gemacht.	X	
Gs5K1G3-S1	Ein model gebaut.	X	
Gs5K1G5-S3	Das das, wir heraus gefunden haben das das Salz nicht weg ist.		
Gs5K1G5-S1	ein Model gemacht	X	
Gs5K1G6-S3	wir haben alles in groß nach gebaut. Die gelben waren das Wasser und die roten waren das salz.	X	

SchülerIn	Segment	B	N 1
Gs5K1G6-S2	Wir haben alles in groß nach-gemacht. Die Gelben waren das Wasser. Die Roten waren das Salz.	X	
Gs5K2G1-S3	wir sollten uns vorstee alls weren die gelben lego tele das wasser und die roten salt dann sollten wir umrühren ung gehsen das die roten lego-teilchen sich nur gemischt haben	X	X
Gs5K2G2-S3	Wir haben daraus ein Model gemacht unswar haben wir zu erst gelbe Legosteine in ein eimer getan das war das Wasser danach haben wir rote Legosteine rein getan das war das Salz und dan haben wir es mit einem Löffel um gerürt das war der bewei das das Salz sich in kleine teilchen verteilt hat	X	X
Gs5K2G2-S1	Wir haben in ein Beken Foller Gelber Legosteine einen Roten Getan und damit bewisen das das Salz nicht wek ist.		X
Gs5K2G4-S3	Das gelbe war wassser und das rote war salz und wir musten das wasser und das salz unrüren und das salz war unter in wasser vermischt	X	X
Gs5K2G4-S1	wir haben ein model nach gebaut wie sich das salz in kleine teilchen ver-teilt, damit wir das besser sehen	X	X
Gs5K2G5-S3	wir haben rote legosteine in einen botig gekipt und gebe legosteine als salz reingekipt die roten waren wasser	X	
Gs5K2G6-S2	Wir hatten erst gelbe Legosteine im Gals, das war das Wasser dann ha-ben wir ein paar rote Legosteine reingetahn das war dass Salz.	X	
Gs5K2G6-S1	So getan als were es Salz und Wasser und es dan verürht zwar sind die Legosteine nicht kleiner geworden was klar war den lego ist ja plastik ist un dkein echter salz	X	aber Kritik
Gs5K2G7-S3	wir haben gelbe steine für das Wasser genommen und rote für das slz und dann haben wir es umgerührt und gekuckt was passiert	X	

Einzelne SchülerInnen zeichnen das Legosteinmodell im Follow-up Test, ohne dazu aufgefordert zu werden (s. Abb. 58). Zwei Schülerinnen (Gs5K1G6-S2; Gs5K1G6-S3) zeichnen ein Glas, das komplett gelb gefüllt ist. In der gelben Fläche befinden sich rote ausgefüllte Kreise. Sie beschreiben dazu, dass „die Gelben" für das Wasser und „die Roten" für das Salz stehen. Eine andere Schülerin (Gs5K1G7-S2) zeichnet ein Glas mit ungleichmäßig geometrischen Figuren darin, die zu einem größeren Anteil gelb und einem geringeren Anteil rot gefärbt sind. Die Figuren sind eckig geformt und bilden am oberen Rand keine einheitlich gerade Kante. Zwischen den Teilen befinden sich keine Zwischenräume.

Abb. 58: Zeichnungen des Legosteinmodells dreier SchülerInnen im Follow-up Test

Interpretation der Zeichnungen

Da die Schülerinnen zu ihren Zeichnungen nicht befragt wurden oder sie diese weiter beschreiben, bleiben die Deutungen auf einer interpretativen Ebene. Es werden verschiedene Interpretationsmöglichkeiten angeboten, die im Rahmen einer Teaminterpretation entwickelt wurden.

Die Schülerinnen Gs5K1G6-S2 bzw. S3, die die ähnlichen Bilder in Abb. 58 gezeichnet haben, haben keine Lücke und eine gleichmäßige gelbe Fläche gemalt. Bei der rechten Version ist nicht alles ausgemalt, was eher darauf zurückzuführen ist, dass die Schülerin nicht fertig geworden ist, als auf eine direkte Intention ihrerseits. Das Malen einer gelben Fläche an Stelle von Teilchen kann zum einen darin begründet sein, dass die Schülerinnen es gewohnt sind, Flächen auszumalen. Zum anderen könnte es auch darauf hindeuten, dass die Schülerinnen sich das Salz in kleinen Teilchen vorstellen, das Wasser jedoch auf Phänomenebene als etwas Zusammenhängendes und Ausfüllendes. In Bezug auf die Teilchenvorstellung könnte man also von einer Mischvorstellung sprechen, die für das Salz bereits entwickelt ist, jedoch noch nicht für das Wasser akzeptiert ist. Oder sie stellen sich vor, dass das Salz als kleine Kristalle im Wasser schwimmt. Eine weitere Interpretationsmöglichkeit ist, dass die Schülerinnen sich nicht die Mühe machen wollten, das Wasser auch in Punkten oder anderen kleinen Teilen zu zeichnen. Anstelle von eckigen Teilchen zeichnen beide Schülerinnen ausgefüllte Kreise. Eine mögliche Interpretation ist, dass die Schülerinnen sich die Salzteilchen in runden Formen vorstellen, obwohl eckige Legosteine eingesetzt wurden. Dies könnte dann daraufhin deuten, dass die Schülerinnen akzeptieren, dass unterschiedliche Modellierungen für ein Phänomen möglich sind. Oder aber es lag ihnen lediglich näher, runde Kreise als eckige Teilchen zu malen. Eine weitere Interpretationsmöglichkeit ist, dass ihnen aus anderen Kontexten, wie etwa Fernsehsendungen oder Büchern, die Darstellung von Teilchen in runder Form bekannt ist. Die Verteilung der roten ausgefüllten Kreise in der gelben Fläche ist relativ gleichmäßig, was zeigt, dass die Schülerinnen davon ausgehen, dass sich das Salz überall im Wasser verteilt. Im rechten Bild hat

die Schülerin einen roten Kreis in die linke untere Ecke gezeichnet. Diese Positionierung fällt bei der Betrachtung der Zeichnung ins Auge. Es bleibt jedoch unklar, ob es eine zufällige Positionierung ist oder ob die Schülerin damit aussagen möchte, dass sich das Salz auch am Boden verteilt oder etwa ein Rückstand am Boden zu erkennen ist. In beiden Zeichnungsarten finden sich keine Lücken zwischen Teilchen wieder. Die Befürchtung einiger Autoren, dass durch den Einsatz von Teilchenmodellen eine „horror vacui"-Vorstellung bei den SchülerInnen gefördert wird, kann durch diese Zeichnungen nicht bestärkt werden.

Die andere Schülerin (Gs5K1G7-S2) zeichnet eins-zu-eins das Legosteinmodell nach. Die nicht-einheitliche Form der einzelnen Teile ist wohl auf Zeit- oder Geschicklichkeitsgründe zurückzuführen. Auffällig ist jedoch, dass deutlich weniger rote als gelbe Teilchen gezeichnet werden, sie demnach zeichnet, dass sich wenig rote in vielen gelben Teilen verteilen. Außerdem ist auffällig, dass sich keine Lücken zwischen den Teilchen befinden. Dies könnte zum einen so interpretiert werden, dass es einfacher ist, keine Lücken zu zeichnen. Zum anderen stellt es einen Unterschied zum Legomodell dar, was auch daraufhin deuten könnte, dass die Schülerin bewusst keine Lücken gemalt hat. Dies würde bedeuten, dass sie zwischen den Teilchen nichts anderes vermutet. An dieser Stelle sei jedoch angemerkt, dass GrundschülerInnen zwar bewusst ist, dass es Luft gibt, diese jedoch eher in Bewegung beschreiben und wahrnehmen (Driver et al., 1994). Die Schülerin zeichnet die obere Kante der Legosteine nicht als geschlossene Linie, sondern es sind die verschiedenen Kanten der Steine zuerkennen. Demnach vermischt die Schülerin in diesem Fall nicht die Phänomenebene des Wassers mit den dargestellten Teilchen.
Inwiefern die Schülerin tatsächlich akzeptiert, dass das Wasser aus Teilchen besteht, wird auch durch ihre beschreibenden Worte nicht klar: Sie spricht zwar davon, dass das Salz zu kleinen Teilchen wird, diese aber im Wasser schwimmen. Es bleibt unklar, ob sie sich vorstellt, dass die Salzteilchen in Wasserteilchen schwimmen. Beim Salz wirkt es überzeugender, denn sie führt zum Schluss erneut an, dass das Salz zu „mini teilchen geworden ist". Hinter dieser Beschreibung könnte auch die Vorstellung stecken, dass das Salz sich hinzu Teilchen verändert und ggf. eine Stoffveränderung gemeint ist. Die Flexion des Verbes „schwimmt" im ersten Teil des Satzes deutet jedoch eher darauf hin, dass die Schülerin sich kleine Salzteilchen vorstellt.

5.5.3.2 Modellnutzung aus Sicht der Lehrpersonen

D2. Wie reflektieren die Lehrpersonen den Einsatz des Teilchenmodells?

Zwei Lehrpersonen nennen im Interview von sich aus das Modell und beschreiben, dass es den SchülerInnen beim Verständnis hilft:

> *L: [...] gerade dieses Modell und diese Anschauung für ihn ja ganz toll war.* (Gs4L1K1 Abs. 20)
>
> *L: Ich fand das sehr anschaulich mit diesen Legosteinen, [...]ich glaube durch diese Legosteine ist denen das deutlicher geworden. Also generell anschaulicher geworden, dass das kleine Teilchen sind.* (Gs2L2K2, Abs. 23)

Keine der Lehrpersonen äußert sich kritisch in Bezug auf das eingesetzte Modell.

5.5.3.3 Modellnutzung im Bezug zur Modellkompetenz

D3. Wie lässt sich die Modellnutzung im Projekt mit dem Kompetenzmodell der Modellkompetenz in Beziehung setzen?

Die Interviews zielten nicht von Anfang an darauf ab, eine Modellkompetenz bei den SchülerInnen zu diagnostizieren. Vielmehr wurde im Nachhinein anhand induktiver Kategorien beschrieben, wie die SchülerInnen mit dem Modell interagierten.
Grünkorn, Lotz und Terzer (2014) haben auf der Grundlage einer Studie zur Modellkompetenz für biologische Situationen in der 7.-10. Jahrgangsstufe mit Hilfe von offenen Aufgabenformaten ein Kategoriensystem zur Diagnose von Modellkompetenz entwickelt. Die AutorInnen stützen sich auf das beschriebene Modell der Modellkompetenz (Kap. 2.3.2) nach Upmeyer zu Belzen und Krüger (2010). Das Kategoriensystem zur Diagnose soll unter anderem LehrerInnen dabei unterstützen, das Niveau von SchülerInnenaussagen in Bezug auf eine Modellkompetenz einzuschätzen. Dieses Kategoriensystem wird im Folgenden mit den in der vorliegenden Arbeit entstandenen Kategorien und codierten Videostellen in Beziehung gesetzt. Es geht dabei nicht darum Niveaus von einzelnen SchülerInnen zu beschreiben, sondern einen allgemeinen Bezug zwischen der Modellnutzung im Projekt und den Kategorien herzustellen. Das Diagnosesystem von Grünkorn et al. (2014) zielt auf Aussagen bzw. schriftliche Antworten von SchülerInnen über ein Modell ab. Dementsprechend beschreiben die Kategorien zur Diagnose mögliche Formulierungen und Antworten der SchülerInnen, die sie auf gezielte Fragen geben. Im vorliegenden Projekt wurde jedoch das Beschreiben und Handeln, also die Interaktion mit dem konkreten Anschauungsmodell, zur Beschreibung der Modellnutzung und demnach eher eine implizite Art der Modellkompetenz betrachtet. Inwiefern die SchülerInnen über ihre konkreten Handlungen hinaus auch ein Metawissen über diese verfügen, das ihnen bewusst ist, blieb unbeachtet und daher unklar. Die Zusammenführung wird in Tabelle 39 verdeutlicht. Die Kategorien der Modellkompetenz nach Upmeyer zu Belzen und Krüger (2010) in den Niveaus sind in fett gedruckt, die Teilkompetenzen nach Grünkorn et al. (2014) sind in kursiv dargestellt und auf sie folgen jeweils die von den AutorInnen beschriebenen Beispielantworten von SchülerInnen. Die Kategorien des Projektes zur Modellnutzung wurden an entsprechenden Stellen den Bereichen des Modells der Modellkompetenz zugeordnet.

Der erste Abschnitt des Kompetenzmodells zur Modellkompetenz bezieht sich auf „Kenntnisse über Modelle". Im Bereich der „Eigenschaften der Modelle" beschreibt das Niveau 1, dass Modelle Kopien von etwas sind. Diese Fähigkeit wird im Projekt mit der Kategorie *Modellnutzung 1/2* beschrieben (Definition s. Kap. 5.2.2 bzw. Anhang C, Tab. V). Dass einigen SchüleInnen bewusst ist, dass das Legosteinmodell eine Kopie mit großer Ähnlichkeit ist, zeigt sich bspw. in der Formulierung der Schülerin Gs2K1G1-S3:

S: [...] das ist jetzt quasi so wie das. (Gs2K1G1-S3 Interview; 06:02-06:14; LS)

Tab. 39: Bezüge der Modellnutzung im Projekt zum Kompetenzmodell der Modellkompetenz

	Niveau 1	**Niveau 2**	**Niveau 3**
	Kenntnisse über Modelle		
Eigenschaften von Modellen	**Modelle sind Kopien von etwas** *Modell als Kopie:* Das Modell sieht genauso aus wie das Original und gleicht ihm in allen Eigenschaften. Das Modell ist eine vergrößerte/verkleinerte Kopie des Originals***. (→Modellnutzung 1/2)*** *Modell mit großer Ähnlichkeit:* Das Modell ähnelt dem Original in fast allen Eigenschaften. Bestimmte Eigenschaften des Originals sind vom Modellierer nicht gut umgesetzt worden oder entsprechen nicht meinen Vorstellungen***.*** ***(→ Modellkritik)***	**Modelle sind idealisierte Repräsentationen von etwas** *Modell ist in Teilen eine Kopie:* Das Modell gleicht nur in bestimmten Merkmalen dem Original. Andere Merkmale sind für den Modellierer nicht bekannt und können daher nicht beurteilt werden. *Modell als fokussierte Darstellung:* Das Modell ist vereinfacht, d. h. nur bestimmte Merkmale sind dargestellt und hervorgehoben. Andere Merkmale sind nicht gezeigt. ***(→Modellnutzung 2; Modellkritik)***	**Modelle sind theoretische Rekonstruktionen von etwas** *Modell als hypothetische Darstellung:* Das Modell stellt eine Idee/Hypothese über das Original dar. Eine Ähnlichkeit zwischen Original und Modell ist möglich.
Alternative Modelle	**Unterschiede zwischen den Modellobjekten** ***(→im weitesten Sinne Zeichnungen der SchülerInnen im FU)***	**Ausgangsobjekt ermöglicht Herstellung verschiedener Modelle von etwas**	**Modelle für verschiedene Hypothesen**

	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
	Modellbildung		
Zweck von Modellen	**Modellobjekt zur Beschreibung von etwas einsetzen** *Modell zum Darstellen eines Sachverhalts:* Das Modell hat den Zweck, Merkmale/Sachverhalte des Originals darzustellen. ***(→ Modellbenennung, Modellnutzung 1)***	**Bekannte Zusammenhänge und Korrelationen von Variablen im Ausgangsobjekt erklären** *Modell zum Erkennen/Erklären von Zusammenhängen:* Das Modell hat den Zweck, Zusammenhänge zwischen verschiedenen Aspekten im Original zu erklären und bekannte Tatsachen nachzuvollziehen. ***(→ Modellnutzung 2)***	**Zusammenhänge von Variablen für zukünftige neue Erkenntnisse voraussagen** *Modell zum Überprüfen von Ideen:* Das Modell hat den Zweck, Voraussagen über das Original abzuleiten. Das Modell hat den Zweck, Hypothesen über das Original zu prüfen und Schlüsse über das Original zu ziehen. Das Modell hat den Zweck Erkenntnisse über das Original auf andere Phänomene zu übertragen. ***(→ Modellübertragung)***
Testen von Modellen	**Modellobjekt überprüfen** *Überprüfung des Materials:* Das Modell wird getestet, indem das Material auf Widerstandsfähigkeit (u. a. Beweglichkeit, Stabilität, Elastizität) überprüft wird.	**Parallelisierung mit dem Ausgangsobjekt, Modell von etwas testen** *Vergleich zwischen Original und Modell:* Das Modell wird getestet, indem es mit dem Original verglichen (Struktur und/oder Funktion) wird. ***(→ Modellkritik)*** *Vergleich und Passung zwischen Original und Modell:* Das Modell wird getestet, indem geprüft wird, ob das Modell in den notwendigen Merkmalen (Struktur und/oder Funktion) mit dem Original übereinstimmt.	**Überprüfung von Hypothesen bei der Anwendung, Modell für etwas testen** *Überprüfung von Hypothesen:* Das Modell wird angewendet, um in einer Untersuchung mit dem Modell, eine Hypothese über das Original zu überprüfen und Erkenntnisse über das Original zu gewinnen.
Ändern von Modellen	**Mängel am Modellobjekt beheben**	**Modell als Modell von etwas durch neue Erkenntnisse oder zusätzliche Perspektiven revidieren**	**Modell für etwas aufgrund falsifizierter Hypothesen revidieren**

Auch der Bereich „Modell mit großer Ähnlichkeit“ zeigt sich in den Interaktionen der SchülerInnen mit dem Modell, wenn ihnen die Kategorie der *Modellkritik* zugeordnet wurde und sie Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten beschreiben. In Teilen wird auch das Niveau 2 des Bereichs „Eigenschaften von Modellen“ ersichtlich, wenn die SchülerInnen innerhalb der *Modellnutzung 2* oder der *Modellkritik* beschreiben, dass nur bestimmte Merkmale in

der Darstellung fokussiert werden. Ein Bezug zum Bereich „Alternative Modelle“ ist in den Videografien nicht zu erkennen. Lediglich zeigen die spontanen Zeichnungen der SchülerInnen im Follow-up Test im weitesten Sinne, dass anderweitige Möglichkeiten der Darstellung des Denkmodells (bspw. in Form von Zeichnungen bzw. runden Teilchenformen) möglich sind.
Der zweite grobe Abschnitt des Modells der Modellkompetenz bezieht sich auf die Modellbildung. Im abgebildeten Bereich „Zweck von Modellen“ zeigen die SchülerInnen im Projekt in Form der Kategorien *Modellbenennung* und *Modellnutzung 1* das erste Niveau: Sie benennen die Legosteine und setzen das Modell zur Beschreibung des Lösevorgangs ein. Die geleistete *Modellnutzung 2* der SchülerInnen kann dem zweiten Niveau zugeordnet werden, denn die SchülerInnen vollziehen bspw. anhand des Modells nach, dass sie die Salzteilchen im Wasser nicht sehen können. Außerdem zeigen die SchülerInnen Ansätze des dritten Niveaus, indem sie das Legosteinmodell als konkretes Anschauungsmodell eines Diskontinuums nicht nur akzeptieren, sondern auch auf den Kontext der Verdampfung oder Verdunstung übertragen. Der Bereich „Testen von Modellen“ wird auf Niveau 2 durch das Anmerken von *Modellkritik* und dem Vergleich von Original und Modell der SchülerInnen deutlich.

5.5.4 Fazit zu „Modellnutzung“

Wie in Kapitel 2.3 beschrieben, bringt die Erklärung von naturwissenschaftlichen Phänomenen auf submikroskopischer Ebene viele Herausforderungen mit sich. Dies führt dazu, dass von einigen Autoren der Einsatz eines Teilchenmodells im Anfangsunterricht kritisch diskutiert wird (Bäumer et al., 2009). Auf der anderen Seite wird dem handlungsorientierten Zugang im Sachunterricht bzw. naturwissenschaftlichen Unterricht allgemein sowie im inklusiven Kontext ein großes Potential zugewiesen. Im Besonderen für SchülerInnen mit eingeschränkten kognitiven Fähigkeiten soll eine Handlungsorientierung bzw. ein enaktiver Zugang im Unterricht sinnvoll sein. Die Ergebnisse in Bezug auf die Modellnutzung zeigen, dass SchülerInnen im inklusiven Sachunterricht in der Lage sind, den Lösevorgang mit einem konkreten Anschauungsmodell auf submikroskopischer Ebene zu beschreiben. Sie können das Modell nicht nur adäquat benennen, sondern beschreiben anhand des Modells Beobachtungen, die sie im Rahmen des Lösens von Salz in Wasser gemacht haben *(Modellnutzung 1).* Dies zeigte sich nicht nur für *leistungsstarke* SchülerInnen. Auch SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf, sprachlichen Schwierigkeiten* oder *Motivations- und Aufmerksamkeitsschwierigkeiten* zeigen diese Art der Modellnutzung.
Außerdem gelingt es einigen SchülerInnen darüber hinaus, die Erkenntnisse aus der Modellnutzung auf das Phänomen zurück zu übertragen sowie die Erkennntisse zu nutzen, um den Lösevorgang zu beschreiben und zu verstehen *(Modellnutzung 2)*. Weiterhin übertragen einige SchülerInnen die Modellierung, um ein anderes Phänomen bzw. Lernimpuls

eins zu modellieren *(Modellübertragung).* Noch dazu zeigen die Ergebnisse, dass es einigen SchülerInnen außerdem gelingt, spontan Kritik am Modell zu üben *(Modellkritik).* Inwiefern die SchülerInnen ein Denkmodell bzw. eine Vorstellung zum Diskontinuum entwickeln, kann nicht beantwortet werden, jedoch nutzen sie, wie oben beschrieben, den Teilchenbegriff bzw. verwenden eigene Formulierungen dafür (s. Kap. 5.4.4). Im Follow-up Test wurden insgesamt 31 SchülerInnen nach dem Einsatz der Legosteine im Unterricht befragt. 28 dieser SchülerInnen benennen das Modell und neun nutzen es, um den Lösevorgang damit zu beschreiben. Eine Schülerin (Gs5K2G6-S1) führt im Rahmen dieser offenen Frage Kritik am Modell an.

Die Analysen der gezeichneten Teilchenmodelle dreier Schülerinnen zeigen, dass Zeichnungen einen Zugang zu Vorstellungen von SchülerInnen zum Diskontinuum ermöglichen können. Um die Zeichnungen präziser zu interpretieren, wäre jedoch die Kombination aus Zeichnung und Interview interessant, um Absichten und Gründe der SchülerInnen für ihre Entscheidungen im Zeichnungsprozess aufzudecken. Auch Lehrpersonen reflektieren den Einsatz des Teilchenmodells als für die SchülerInnen unterstützend und anschaulich. Lehrpersonen schätzen den Einsatz des Teilchenmodells als sinnvoll ein, um den Lösevorgang zu veranschaulichen.

Setzt man die Ergebnisse in Bezug zu der beschriebenen Modellkompetenz, so wird deutlich, dass es SchülerInnen im inklusiven Sachunterricht gelingt, Ansätze von Modellkompetenz innerhalb von Interaktionen mit einem konkreten Anschauungsmodell zu zeigen. Dies wurde für die Bereiche „Eigenschaften von Modellen“ und „Zweck von Modellen“ anhand von Zuordnungen der Modellnutzung von SchülerInnen beschrieben. In Ansätzen lassen sich auch Bezüge zu dem Bereich „Testen von Modellen“ und im weitesten Sinn zu dem Bereich „alternative Modelle“ herstellen. Aus diesen Ergebnissen lässt sich die Vermutung ableiten, dass eine implizite Modellkompetenz auch über das Handeln oder die Verbindung von Handeln und Sprache beschrieben werden kann. Diese handlungsorientierte Art der Beschreibung kann im (inklusiven) Sachunterricht Potentiale bieten, da dies eine sprachärme bzw. sprachfreie Erfassung des Umgangs mit Modellen ermöglichen könnte. Weiterhin könnte die Interaktion mit den Modellen auch Schülervorstellungen erkennbar machen. Hier bedarf es weiterführender Forschung, denn die hier beschriebenen Erkenntnisse bieten lediglich einen kleinen Einblick in das Feld.

Im inklusiven Sachunterricht ist es demnach möglich, dass SchülerInnen anhand eines konkreten Anschauungsmodells den Lösevorgang auf submikroskopischer Ebene beschreiben und dabei Ansätze von impliziter Modellkompetenz zeigen bzw. entwickeln können. Das konkrete Anschauungsmodell in Form von Legosteinen kann auch zur Diagnose von impliziter Modellkompetenz eingesetzt werden.

5.6 Analysen des gemeinsamen Lernens

Ziel eines inklusiven Unterrichts ist es, gemeinsame und somit inklusive Lernsituationen zu initiieren. Innerhalb der Unterrichtskonzeption choice²explore sollen diese im Rahmen der Kleingruppenarbeiten der SchülerInnen, vor allem in der Phase „Find es heraus!“, angestoßen werden. Analysen zielen darauf ab, zu beschreiben, ob gemeinsames Lernen entsteht und wie sich dieses gestaltet. Weiterhin soll fokussiert werden, wie einzelne SchülerInnen in diese Situationen eingebunden sind und welche Handlungen vor allem gemeinsames Lernen hervorrufen. Dies soll zunächst in einem allgemeinen Blick über alle videografierten Kleingruppen hinweg und daraufhin in Bezug auf einzelne dieser Kleingruppen charakterisierend vollzogen werden.

E) Gemeinsames Lernen
In welcher Weise initiiert die Unterrichtskonzeption choice²explore gemeinsames Lernen innerhalb der Lernimpulsphasen?

5.6.1 Datenaufnahme

Die Daten, die als Grundlage der Analysen des gemeinsamen Lernens dienen, wurden im vierten Mesozyklus aufgenommen. Es wurden dafür die Kleingruppenarbeiten der SchülerInnen an den Gruppentischen videografiert. Zur Entwicklung des Kategoriensystems und der Kategorienleitfäden wurden Videografien von Kleingruppenarbeiten aus dem dritten Mesozyklus herangezogen. Insgesamt wurden 15 Kleingruppen videografiert, von denen eine Gruppe aufgrund schlechter Tonqualität nicht analysiert werden konnte. Somit ergeben sich 14 videografierte und codierte Kleingruppenarbeiten.

5.6.2 Instrument: Videografie

Um mehrere Gruppen in einem Klassenraum videografieren zu können, wurden die SchülerInnengruppen um einzelne Tische herum im Klassenraum verteilt. Abbildung 59 zeigt einen möglichen Aufbau in einem Klassenraum. Die Dreiecke stellen die Kameras, die Rechtecke die Tische, die Kreise mit dem Kreuz die Mikrofone und die Kreise ohne Kreis die SchülerInnen dar.

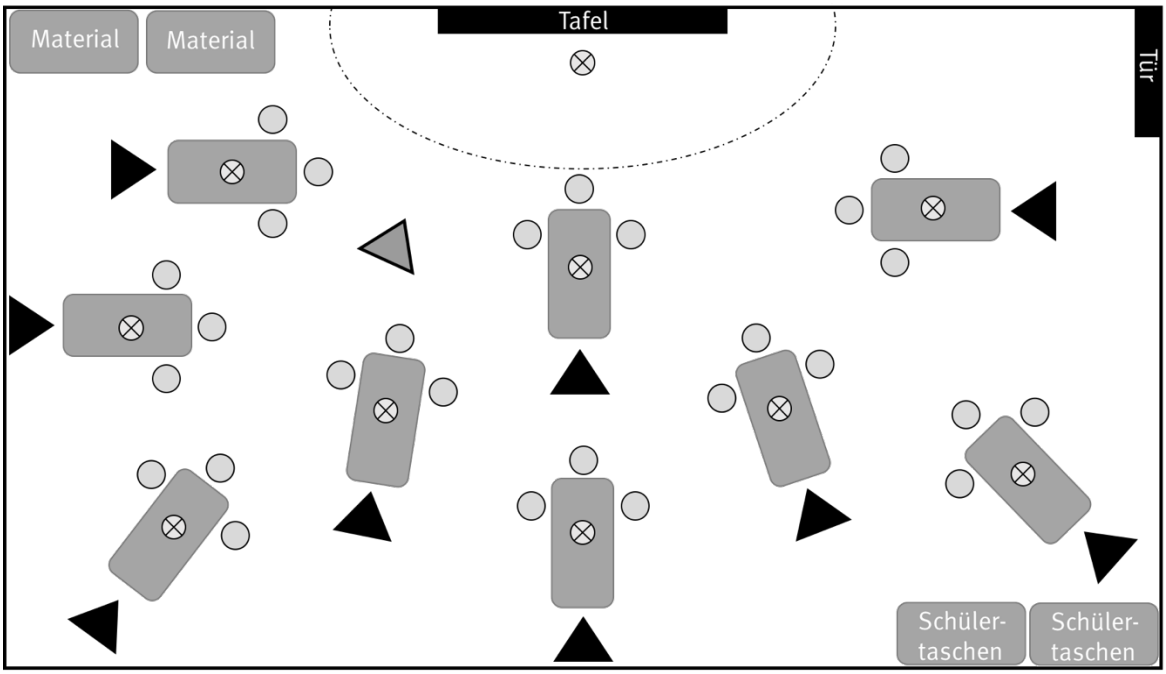


Abb. 59: Technikaufbau in einem Klassenraum

Die Ausrichtung der Kameras erfolgte möglichst vom Fenster aus in den Raum hinein, um nicht gegen den Lichteinfall der Sonne zu filmen. Außerdem wurde versucht, den Fokus der Kamera auf eine Gruppe zu lenken, die sich um das eine Ende des Tisches gruppierte. Dafür wurde die Kamera auf einem Stativ befestigt und ihr Winkel so ausgerichtet, dass sowohl Mimik als auch Gestik der SchülerInnen sowie ihre Lernmaterialien gut zu erkennen waren. Dies sollte es ermöglichen Videos zu generieren, die möglichst umfassend die Interaktionen der Kleingruppen einfangen. Damit die Gruppen sich nicht untereinander zu sehr stören, wurden sie zum großen Teil mit dem Rücken zueinander gesetzt. Ein Bereich vor der Tafel wurde freigelassen, um hier die Plenumsphasen im Sitzkreis abhalten zu können (gestrichelte Linie). Die Gruppen wurden mit einem externen Richt- oder Grenzmikrofon audiografiert, das auf dem Tisch platziert wurde und mit einer Kabel- bzw. Funkverbindung mit der zugehörigen Kamera verbunden wurde. Zusätzlich wurde je Gruppe ein Diktiergerät eingesetzt, um qualitativ nicht ausreichende Tonspuren auszutauschen. Um mögliche Stolperfallen zu verhindern, wurden Schultaschen beiseite geräumt und das benötigte Material vorne auf Tischen vorbereitet und gesammelt. Sämtliche Kabel wurden am Boden festgeklebt.
Eine weitere Kamera wurde zum Filmen der Plenumsphasen (grau eingefärbtes Dreieck) sowie ein Grenzmikrofon für die dort stattfindenden Gespräche eingesetzt. Die durchführende Lehrperson erhielt ein Ansteckmikrofon, um Hinweise und verbale Unterstützungsmaßnahmen seitens dieser während der Kleingruppenphasen aufzunehmen.

Die Daten wurden je Klasse an zwei verschiedenen Erprobungstagen aufgenommen. Es wurde versucht, die Technik in den Klassenräumen an beiden Tagen möglichst gleich aufzubauen, um Verwirrungen bei den SchülerInnen zu verhindern. Die Tische wurden, wie beschrieben (Kap. 5.3), mit Zahlen und Tischkarten versehen, um den SchülerInnen das Wiedereinfinden zu erleichtern. Um den SchülerInnen mögliche Ängste vor der Videografie zu nehmen, wurden zu Beginn sämtliche Fragen beantwortet und das Vorhaben erläutert. SchülerInnen, die sich frühzeitig im Klassenraum aufhielten, durften beim Aufbau der Technik helfen.

5.6.3 Datenaufbereitung und -analyse

Die Videografien wurden mit Hilfe des Schnittprogrammes Final Cut Pro auf die benötigten Bereiche zugeschnitten und im MP4 Format exportiert, um diese in MAXQDA importieren zu können. Als Auswertungsmethode wurde ebenfalls die qualitative Inhaltsanalyse gewählt.

Die gemeinsamen Lernsituationen sollen auf das Vorhandensein, aber auch auf deren Art und Weise der Gestaltung beschrieben werden. Hierfür waren die Phasen interessant, in denen die SchülerInnen miteinander in der Gruppe an ihrem Tisch arbeiteten. Es wurden folgende Phasen in die Analysen einbezogen: „Schau genau!“ und „Find es heraus!“ 1-3. Wie bereits beschrieben definiert Wocken (1998) die solidarischen Lernsituationen als reine Form des gemeinsamen Lernens, in der die Lernenden ein gemeinsames Ziel verfolgen:

> *Die Aufgaben und Ziele sind aufeinander bezogen, die Tätigkeiten und Arbeitsprozesse sind koordiniert und wechselseitig abgestimmt, es gibt einen Fundus an gemeinsamen Erfahrungen und Erlebnissen. (Wocken, 1998, 46)*

Diese Definition geht einher mit den Beschreibungen des „inclusive pedagogical approach“ von Florian und Spratt (2013), die die Initiierung von Interaktion, Interdependenz und die Ermöglichung von ko-konstruktivem Wissensaustausch für ein inklusives Lernsetting als bedeutsam beschreiben. Um diese Tätigkeiten der SchülerInnen näher beschreiben zu können wurde sich bei der Codierung auf die Kooperationstypen und Kooperationshandlungen nach Naujok (2000) gestützt, die sie anhand von Interaktionsanalysen innerhalb von Wochenplanarbeiten von GrundschülerInnen beschrieb (s. Kap. 3.3.2.6).

Kooperationshandlungen:	Erklären, Vorsagen, Abgucken, Vergleichen, Zur-Verfügung-stellen von Arbeitsmaterialien, Erfragen, Metakooperieren
Kooperationstypen:	nebeneinanderher, helfend, kollaborierend (Naujok, 2000)

Die Kategorien nach Naujok (2000) wurden anhand von Transkripten der Kleingruppenarbeiten aus dem dritten Mesozyklus auf ihr Vorhandensein überprüft und im Rahmen der

strukturierenden Inhaltsanalyse (s. Kap. 5.1.3 Abb. 13) induktiv erweitert sowie deren Definitionen an das vorliegende Material angepasst bzw. ausdifferenziert. Anzumerken ist, dass Naujok (2000) die Handlungen innerhalb relativ freier Handlungsspielräume, nämlich des Wochenplanunterrichts beschrieb. Dies stellt einen Unterschied zur hier betrachteten Situation wieder, denn die Unterrichtskonzeption choice²explore zielt im Gegensatz zum Wochenplanunterricht direkt auf die Interaktion der SchülerInnen untereinander ab. Dennoch wird hier in gleicher Weise wie Naujok es tut, SchülerInneninteraktion bzw. Kooperation als ein Alltagsphänomen betrachtet. Diese ist zwar im Rahmen der Unterrichtskonzeption in eine gruppenunterrichtliche Organisation eingebettet, sie wird jedoch nicht durch bestimmte Methodenwerkzeuge und von außen vorgegebenen Aufgabenteilungen, wie in kooperativen Lernformen, normativ festgelegt. Daher soll auch nicht geprüft werden, welche Merkmale des kooperativen Lernens sich in der Gruppenarbeit wiederfinden, sondern wie die SchülerInnen in ihren leistungsheterogenen Lerngruppen die gemeinsamen Lernsituationen ausgestalten.

Es wurde deutlich, dass die Transkripte der verbalen Kommunikation nicht ausreichten, um daran die Interaktionen der SchülerInnen zu kategorisieren. Zunächst wurde überlegt, für verbale und nonverbale Kommunikation bzw. Handlungen eigene Transkripte anzulegen und diese getrennt zu codieren. Die Trennung dieser beiden Aspekte war jedoch nicht zielführend, da sie die Analyse verkomplizierte und die zu verarbeitenden Daten verdoppelte. An vielen Stellen wurde außerdem durch dieses Vorgehen eine künstliche Trennung der beiden Elemente vorgenommen: Zur Beschreibung einzelner Interaktionen bzw. Kooperationshandlungen waren nicht nur verbale, sondern auch nonverbale Elemente entscheidend.

Eine detaillierte Interaktionsanalyse kurzer Handlungsabschnitte wurde aber abgelehnt, denn es war Ziel, viele Gruppen und deren Kooperationen zu analysieren und daraufhin beschreiben bzw. charakterisieren zu können. Außerdem sollte der Verlauf in der gesamten Einheit beschrieben werden, um auch Entwicklungen innerhalb der Gruppenarbeit und zeitliche Anteile deutlich machen zu können. Ein weiterer Punkt ist, dass mit letzgenanntem Vorgehen mehrere Gruppen miteinander verglichen werden können, wie es bei Beobachterprotokollen oder Feldnotizen nicht möglich wäre.

Im Gegensatz zu standardisierten Beobachtungsverfahren ermöglichte die qualitative Inhaltsanalyse am Videomaterial nicht nur die Codierung des Kooperationstypen der vorhandenen Handlungen, sondern ermöglichte auch die Beschreibung dieser durch die Entwicklung von Kategorienleitfäden mit Ankerbeispielen direkt in MAXQDA am Videomaterial. Die Codierungen wurden demnach nicht unabhängig von den Handlungen vorgenommen, denn ein inhaltlicher Zusammenhang war für die Codierungsentscheidung von zentraler Bedeutung.

Das Codieren in MAXQDA gegenüber bspw. dem Observer ermöglicht es, mehrere Kategoriensysteme auf das gleiche Material anzuwenden. So können Bezüge und Zusammenhänge innerhalb eines, aber auch mehrerer Kategoriensysteme ausfindig gemacht werden. Außerdem wird eine visuelle Darstellung des Ablaufes in einem Dokument möglich.
Die qualitative Inhaltsanalyse bietet somit eine Zwischenlösung zur Realisierung einer intensiven Beschreibung einzelner Gruppen bei gleichzeitiger vergleichender Analyse und Quantifizierungen der Ergebnisse. Durch die Codierung direkt am Videomaterial konnten verbale und nonverbale Elemente gemeinsam betrachtet und gleichzeitig auch deren zeitliche Gestaltungen abgebildet werden. Dabei bleibt die Kategorienzuordnung regelgeleitet, aber interpretativ, jedoch können innere Vorgänge, wie etwa Denkhandlungen, nur beachtet werden, wenn sie ausgesprochen werden (Mayring, 2002).
Die Entscheidung für das Codieren anhand inhaltlicher Elemente ermöglicht es, auch kurze Handlungen zeitgenau zu erfassen. Die Codierung enthält somit zwei Entscheidungen des Codierenden: die Kategorienzuordnung zum Abschnitt sowie die gewählte Länge des Abschnittes. Dies stellt eine Anpassung der qualitativen Inhaltsanalyse dar, bei der ihren Regeln nach zuvor feste Coderieinheiten und deren Länge benannt werden müssen. Das Ende einer Codiereinheit wird hier als Bruch in der Handlung definiert. Da die zu codierenden Stellen auf lernimpulsbezogene Handlungen abzielen, die Kooperation ermöglichen, werden anderweitige Handlungen nicht codiert. Als Kontexteinheit dienten das Videomaterial einer Gruppe, aber auch deren ausgefüllte Arbeitsmaterialien, um bspw. das Aufschreiben der SchülerInnen nachzuvollziehen. Die Auswertungseinheit bezieht sich auf das Videomaterial der Gruppe und Mehrfachcodierungen der Kategorien waren möglich.
Die Videosequenzen zeigen immer drei SchülerInnen und an einigen Stellen verlaufen mehrere Interaktionen gleichzeitig oder überlappen sich. Um diese komplexen Vorgänge zu erfassen und daraufhin codieren zu können, wurde ein mehrschrittiges Vorgehen für das Codieren entwickelt:

1. Codierung der Abschnitte der Lernimpulse
2. Sichtung eines Lernimpulses
3. Codieren von Kooperationshandlungen am Lernimpuls
4. Erster Prüfdurchgang der Codierung
5. Codieren von Kooperationstypen am Lernimpuls
6. Zweiter Prüfdurchgang der Codierung
7. Erneute Sichtung des Lernimpulses und dritter Prüfdurchgang (ggf. diesen Vorgang wiederholen)
8. Vorgang für weitere Lernimpulse durchführen
9. Wenn alle Lernimpulse codiert werden, einen weiteren Kontrollcodiergang für die jeweilige Gruppe anschließen

Die Kategoriensysteme wurden, wie beschrieben, zunächst anhand der Transkripte und mittels Unterstützung der Videografien der Kleingruppenarbeiten des dritten Mesozykluses entwickelt. Dabei ergaben sich die Kategorien, die in Abbildung 60 dargestellt sind. Diese Abbildung zeigt außerdem, dass den lernimpulsbezogenen Handlungen, die Kooperation ermöglichen, die Kooperationstypen zugeordnet werden. Dabei können auch mehrere Handlungen einen Kooperationstypen gestalten. Es wurde sich daher bewusst dagegen entschieden, die einzelnen Typen als Subkategorien unterhalb der lernimpulsbezogenen Handlungen einzusortieren, sondern für die Kooperationstypen ein eigenes Kategoriensystem zu gestalten (für ausführliche Definition s. Anhang C, Tab. VI).
Stellen, an denen sich Kooperationstypen überlagern, wurden zusätzlich mit dem „aufzeigenden Finger“ (Emoticon) codiert, um diese Stellen in den späteren Analysen herausfiltern zu können. Stellen die unklar sind, werden mit dem „Blitz“ (Emoticon) codiert, um sie bei den Codierteamtreffen im Besonderen zu thematisieren.

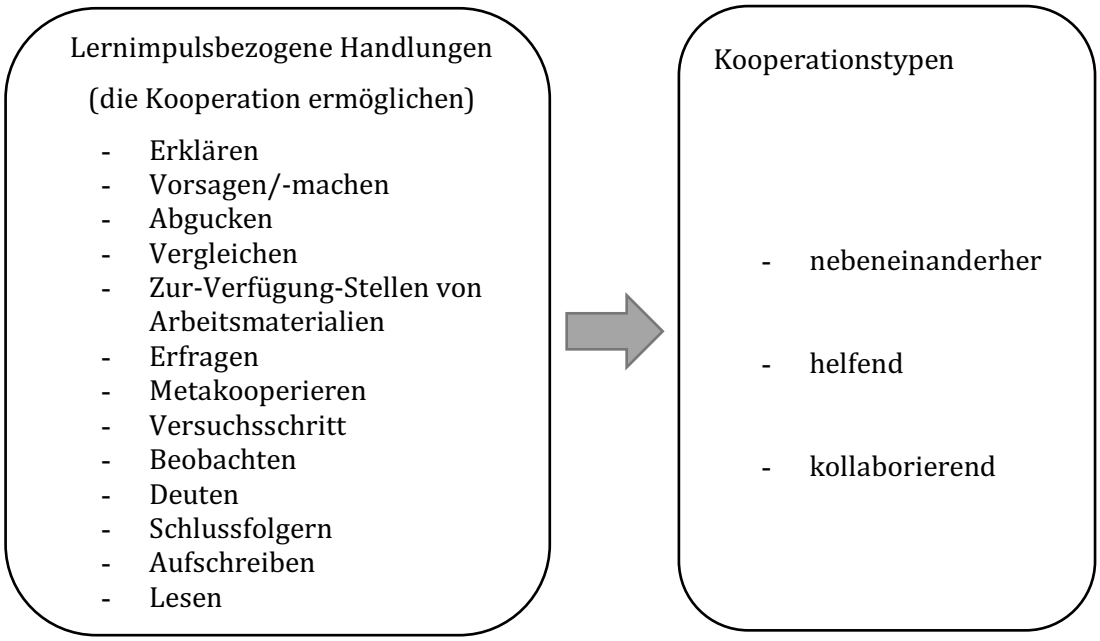


Abb. 60: Lernimpulsbezogene Handlungen und Kooperationstypen

Die Kategorien wurden von zwei Codierenden auf die Videos von einer Gruppe angewendet und daraufhin revidiert. Hierzu wurde die Projektdatei kopiert und einem weiteren Codierenden zur Verfügung gestellt. Innerhalb der Masterarbeit von Geissler (2016) wurde der Prototyp der Kategorienleitfäden überarbeitet. Die Studentin wurde im Umgang mit MAXQDA geschult sowie auf die Vorgehensweise der qualitativen Inhaltsanalyse an Videos vorbereitet. Ein erster Kategorienleitfaden mit Regeln und Definitionen zum Codieren wurde zur Verfügung gestellt. In regelmäßigen Codierteamtreffen wurden codierte Stellen verglichen und schwer zu codierende Stellen im Diskurs geklärt. Die Kategorien wurden ausgeschärft und voneinander abgegrenzt. Ziel war es, den Prototypen des Kategorienleitfadens zu verbessern, Kategorien eindeutiger zu beschreiben und zu prüfen, ob das Kategoriensystem die vorhandenen Handlungen und deren Typen abdeckt. Beide Codierenden hielten dafür während des Codiervorganges Merkmale fest, anhand derer sie

die jeweilige Kategorie zuordneten. Diese Merkmale bezogen sich sowohl auf Äußerungen, aber auch auf Mimik und Gestik und wurden in Memos an die Kategoriensysteme in MAXQDA geheftet, im Diskurs ausgehandelt und bei Übereinstimmung in den Kategorienleitfaden übernommen. Zunächst wurden die Treffen in kürzeren Abständen gewählt, die im weiteren Verlauf größer wurden. Ein Protokoll während der Treffen diente der Dokumentation. Es wurden beide bearbeiteten Projektdateien auf zwei Rechnern geöffnet, schrittweise durchgegangen und besprochen. Änderungen und Einigungen wurden in einer der beiden Dateien vorgenommen und gespeichert, sodass an dieser neu entstehenden Version weitergearbeitet werden konnte.

In Bezug auf das Codieren der Phasen der Lernimpulse an sich ergaben sich keine Schwierigkeiten. Die Grenzen dieser waren eindeutig, da sie meist durch das Erscheinen der SchülerInnen am Tisch begonnen und durch das Ertönen des akustischen Signals des Phasenwechsels („Gong“) beendet wurden.

Die Codierungen der lernimpulsbezogenen Handlungen wurden anhand von kurzen Sequenzen, in etwa ein bis zwei Minuten, miteinander verglichen. Dabei ergaben sich deutliche Schwierigkeiten, die hier an ausgewählten Beispielen deutlich gemacht werden sollen. Die beiden lernimpulsbezogenen Handlungen des „Vorsagens“ und des „Erklärens“ folgen meist auf die Handlung des „Erfragens“ und grenzen sich dadurch voneinander ab, dass das „Vorsagen“ sich eher auf das „was“ bezieht und das „Erklären“ auf das „wie“. In Bezug auf einen durchzuführenden Versuchsschritt können das „was“ und das „wie“ eines Schrittes jedoch sehr nah beieinanderliegen. Durch treffende Ankerbeispiele und ausdifferenzierte Definitionen anhand von Indikatoren konnten diese beiden Kategorien im weiteren Verlauf besser voneinander unterschieden und treffend den jeweiligen Segmenten zugeordnet werden. Das „Erklären“ nimmt deutlich mehr Zeit ein als das „Vorsagen“, das eher einer „schnellen Kurzhilfe“ entspricht. Das „Vorsagen“ zeigt sich in der zuerst codierten Gruppe außerdem stärker asymmetrisch als das „Erklären“, denn beim „Erklären“ können die Rollen in der Gruppe auch gewechselt werden, was auch in Naujoks (2000) Beschreibungen deutlich wird.

Eine ähnliche Unschärfe kristallisierte sich bei den Kategorien „Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien“ und dem „Metakooperieren“ heraus. Die Grenze war nicht eindeutig, da die SchülerInnen bei der Verteilung der Lernmaterialien oder auch der Gegenstände zum Experimentieren gleichzeitig über das Durchführen der Aufgaben – und dessen Verteilung – diskutierten. Das Reichen eines Löffels kann gleichzeitig beiden Handlungen zugeordnet werden, je nach Intention des Gebers bzw. Nehmers. Als Abgrenzungsmerkmal wurde zwischen einer Material- und Aufgabenverteilung unterschieden. Außerdem wurde ergänzt, dass bei dem „Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien“ immer eine gebende und eine nehmende Person interagieren. Das „Metakooperieren“ kann durch alle SchülerInnen gleichzeitig oder auch durch einzelne SchülerInnen vollzogen werden. Wie beschrieben, hat sich aber auch gezeigt, dass eine Doppelcodierung beider Handlungen

möglich ist. In ähnlicher Weise wurden weitere Ausschärfungen und Überarbeitungen vorgenommen.

Um außerdem beschreiben zu können, welche der drei SchülerInnen in die jeweiligen Handlungen eingebunden sind, wurden die Kooperationstypen noch weiter ausdifferenziert (s. Abb. 61).

Abb. 61: Ausdifferenziertes Codesystem der Kooperationstypen aus MAXQDA

Der Typ „kollaborierend" kann sich insgesamt auf alle drei SchülerInnen beziehen („alle"). Er kann aber auch von je zwei SchülerInnen gestaltet werden, sodass sich diese in den Kombinationen als Subkategorien wiederfinden (S1+S2; S1+S3; S2+S3). Die Reihenfolge der Nennung der SchülerInnen trägt keine Bedeutung. Dies gestaltet sich beim helfenden Typen anders. Dessen Subkategorien geben wieder, welche SchülerInnen bei der Handlung agieren, aber auch, wer wem Hilfe gibt, bzw. wem geholfen wird. Dies wird durch die Verwendung von Pfeilen in den Subkategorien verdeutlicht. Die Bezeichnung „S1-> S2+S3" bedeutet, dass SchülerIn 1 den anderen beiden SchülerInnen hilft. Analog ergeben sich auch die Kategorien, in denen zwei SchülerInnen einem/r helfen, z. B. „S1+S2->S3", oder dass ein/e SchülerIn einem/r anderen hilft, z. B. „S1->S2". Die verschiedenen Konstellationen werden in den zwölf Subkategorien wiedergegeben.

Die Kategorie „nebeneinanderher" kann sich auf alle SchülerInnen gleichzeitig beziehen („alle") oder aber auf jeweils eine/n SchülerIn (z. B. „S3"). Die SchülerInnen wurden von links nach rechts, so wie sie am Tisch sitzen, durchnummeriert (S1, S2, S3). Bei einigen Gruppen änderten die SchülerInnen vom ersten zum zweiten Erprobungstag ihren Platz. Dies wurde in Form von Memos an den Videodateien markiert und konnte so in der Auswertung der Codierung berücksichtigt werden. Dies ist auch der Grund dafür, dass die Videodateien von beiden Tagen nicht zusammengeschnitten wurden. Abbildung 62 zeigt einen Einblick in die Videocodierung in MAXQDA. Der Multimediabrowser enthält sowohl das Videobild, als auch den zu codierenden Bereich darunter. Die verschiedenfarbigen Balken zeigen die codierten Segmente der Videodatei an. Links im Bild ist sowohl die Liste der Dokumente (oben) als auch die Liste der Codes zu erkennen.

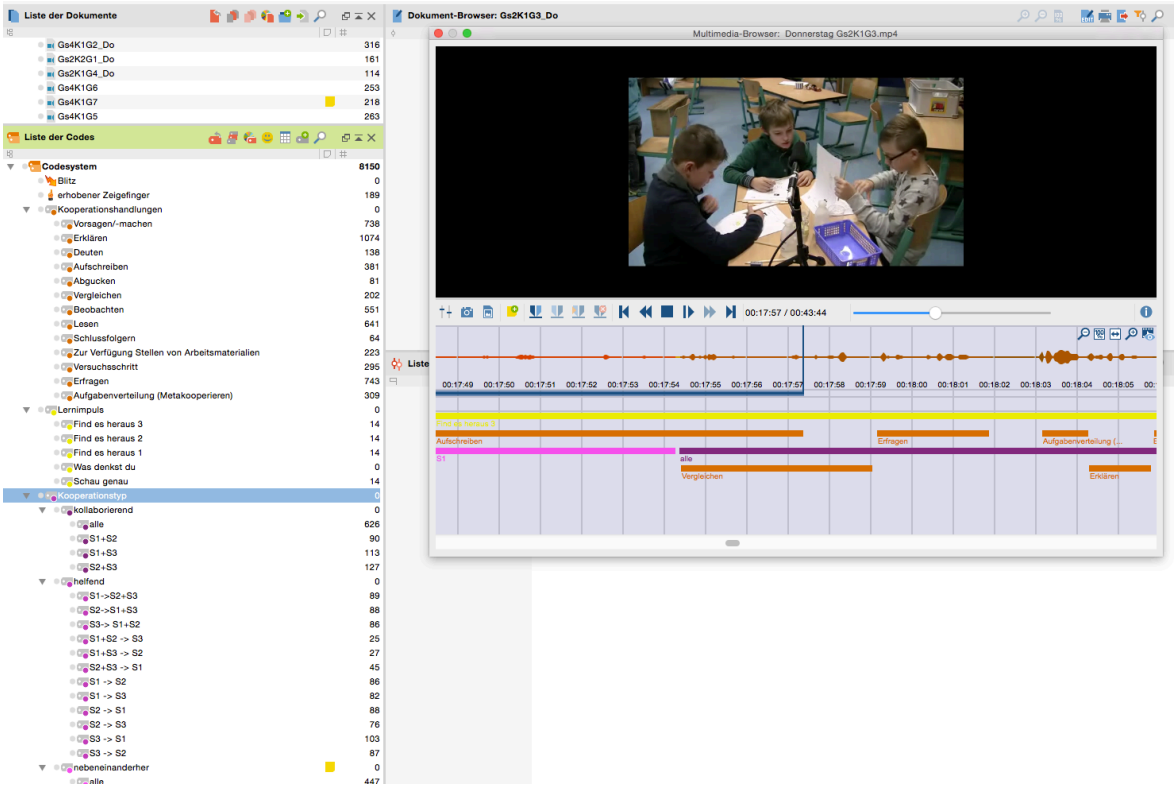


Abb. 62: Bildschirmansicht bei der Videocodierung in MAXQDA

Die Endversion des Kategorienleitfadens 6 mit seinen Kategoriensystemen findet sich im Anhang (s. Anhang C, Tab. VI), einen Einblick gibt die Abbildung 63.

Lernimpulsbezogene Handlungen, die Kooperation ermöglichen

Daten: Videografien der Kleingruppen
Kategorien: deduktiv-induktiv erweitert, analytisch
Kodiereinheit: bedeutungstragender Videoausschnitt der eine Handlung umreißt
Kontexteinheit: Videomaterial einer Gruppe, ggf. Artefakte als Ergänzung (Arbeitsmaterialien der SuS, Charakterisierungsbögen)
Auswertungseinheit: Videomaterial einer Gruppe, Mehrfachkodierungen möglich (nominale Kategorien)

	Benennung	**Beispiele**	
1	**Erklären**	*Ankerbeispiel:* Gs2K1G1 – Min. 17:34.5	
	Definition: SchülerInnen sagen einem/zwei anderen Schüler/Innen, wie etwas geht/funktioniert oder auch wie etwas gemeint ist. Sie sagen den Grund für etwas.		
Indikatoren: - Handlung kann sich thematisch auf fachliche oder methodische Angelegenheiten beziehen - Vorschläge, die gemacht werden - Schüler sprechen explizit darüber - Meint ein „Beibringen; Erklären; Sagen, wie etwas geht" – in Abgrenzung zur bloßen Mitteilung einer Lösung in Abgrenzung zur Kategorie „Vorsagen" - Eine beteiligte Person verfügt über einen für das Aufgabenlösen relevanten Wissensvorsprung, den sie vermittelt, ohne die Lösung vorweg zu nehmen - Die Handlung ist in sich asymmetrisch, diese kann sich jedoch umkehren, wenn die Rollen wechseln - Sie kommt nicht nur punktuell vor, setzt ein Mindestmaß an gemeinsamer Konzentration voraus.		*Wird z. B. erkennbar durch...*	
		Gestik/ Mimik - zeigen auf etwas - zeigen wie - Handlungsablauf wird dargestellt	Verbale Äußerungen - sagen wie - Schüler sprechen explizit darüber - meint eher nicht: bestätigen bei - aber erläutern, beschreiben, was gemacht werden muss Beispiele: - „Wir müssen das von Neuem machen" - „Ein ganz bisschen Wasser auf das Drahtgestell legen, nicht zu viel."

Kooperationstypen

Daten: Videografien der Kleingruppen
Kategorien: deduktiv-induktiv erweitert, analytisch
Kodiereinheit: bedeutungstragender Videoausschnitt der einen Typen umreißt
Kontexteinheit: Videomaterial einer Gruppe, ggf. Artefakte als Ergänzung (Arbeitsmaterialien der SuS, Charakterisierungsbögen)
Auswertungseinheit: Videomaterial einer Gruppe, Mehrfachkodierungen möglich (nominale Kategorien)

	Benennung	**Beispiel**
1	**Nebeneinanderher-Arbeiten**	*Ankerbeispiel:* Gs2K1G1 – Min. 4:45- 4:53
	Definition: Die Kooperation weist lediglich eine geringe Intensität auf und verläuft beiläufig.	
Indikatoren: - Geringe Intensität, beiläufige Kooperation - Beziehung unbedeutend - Jeder arbeitet an seiner Aufgabe; kann auch bedeuten, dass 2 SuS kollaborieren/helfen und 3. ist nicht involviert, übt aber eine andere lernimpulsbezogene Handlung aus - Schmales Zeitfenster - Oft: lediglich eine Weitergabe von Infos (dies kann aber auch lernförderlich sein) - Das potenzielle Lernen wird zumeinst nicht während eines Austauschs stattfinden, eher im anschließenden individuellen Teil des Arbeitsprozesses		*Beispiele:* Alle Schüler lesen/schreiben Typische Kooperationshandlungen sind: - Vorsagen - (Erklären, Metakooperieren kommt nicht vor) - Abgucken - Vergleichen - Zur-Verfügung Stellen von Arbeitsmaterialien - Erfragen	
Unterkategorien (der Kooperationstyp „Nebeneinanderher-Arbeiten" wird umgesetzt durch...)			
1a)	**S1**	*Definition:* S1 führt nebeneinanderher eine lernimpulsbezogene Handlung durch.	
1b)	**S2**	*Definition:* S2 führt nebeneinanderher eine lernimpulsbezogene Handlung durch.	
1c)	**S3**	*Definition:* S3 führt nebeneinanderher eine lernimpulsbezogene Handlung durch.	

Abb. 63: Ausschnitte der Kategorienleitfäden 6 zum gemeinsamen Lernen

Die Überprüfung der Codierungen zu den gemeinsamen Lernsituationen gestaltet sich, wie bereits beschrieben, als komplex. Denn die Codierenden treffen nicht nur die Entscheidung der Kategorienzuordnung zum Abschnitt, sondern setzen auch die Abschnittsgrenzen fest. Dieses Vorgehen bleibt hoch interpretativ. Um jedoch eine Übereinstimmung der Codierungen zu überprüfen, wurde wie folgt vorgegangen: Nach dem der Kategorienleitfaden

eine endgültige Version angenommen hatte, wurde eine weitere Gruppe von zwei Codierenden codiert. Unklare Stellen wurden mit dem „Blitz“ markiert und besprochen. Zur Bestimmung der prozentualen Übereinstimmung wurde die Überschneidung der Segmentgrenzen auf 80 % festgesetzt. Ansonsten würden bei sehr kurzen Handlungen Millisekunden über eine Übereinstimmung entscheiden. Ohne die kritischen Stellen kam man auf eine Übereinstimmung von 55 % und nach der Überprüfung einer weiteren Gruppe zu Übereinstimmungen mit kritischen Stellen von 72 %. Dies war hinsichtlich der Komplexität, der Vielzahl an Codierungen je Video und der notwendigen interpretativen Leistung ein zufriedenstellender Wert.
Für das weitere Material wurde eine augenscheinliche Validierung vorgenommen. Dies bedeutet, dass das Material auf beide Codierenden aufgeteilt und komplett codiert wurde. Auch hier wurden unklare Stellen mit dem „Blitz“ markiert, um sie bei Codierteamtreffen zu diskutieren. Nach der Codierung wurde das Material ausgetauscht und vom jeweilig anderen Codierenden geprüft. Stellen, bei denen die Codierenden verschiedenen Kategorien auswählen würden, wurden ebenfalls in den Codierteamtreffen geprüft und diskutiert. Die codierten Elemente wurden auf verschiedene Weisen ausgewertet, um die Fragestellungen beantworten zu können. Dies wird im jeweiligen Ergebnisabschnitt erläutert.

5.6.4 Ergebnisse

5.6.4.1 Gemeinsames Lernen im Überblick über alle Gruppen

E 1. Gemeinsames Lernen_alle Gruppen

E 1.1 Inwiefern werden unterschiedliche lernimpulsbezogene Handlungen verwirklicht?

a) Welche Handlungen treten auf?

b) Wie häufig treten welche Handlungen auf?

Um diese Frage zu beantworten, werden die codierten Handlungen in MAXQDA im Codesystem betrachtet (s. Abb. 64).

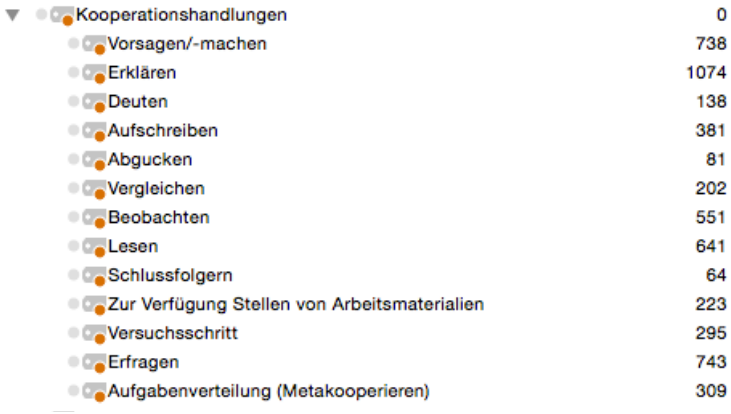


Abb. 64: Codierte Handlungen im Codesystem in MAXQDA

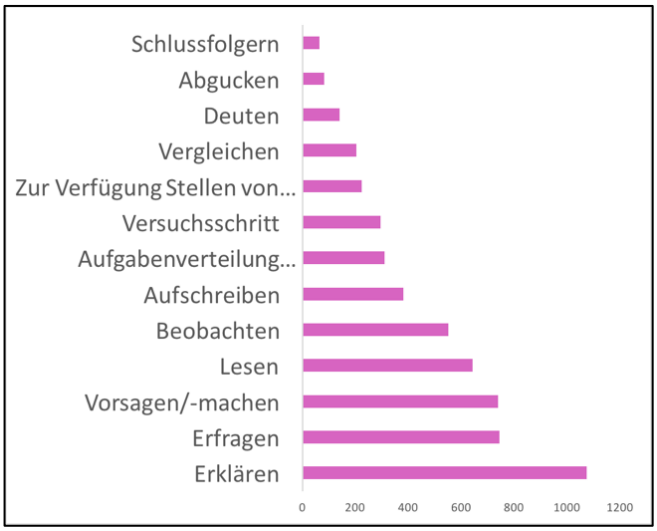


Abb. 65: Häufigkeiten der Handlungen

Abbildung 65 zeigt die Häufigkeiten im Überblick. Die mit Abstand häufigste Handlung ist das Erklären, darauf folgen das Erfragen, Vorsagen/-machen, Lesen und Beobachten. Im mittleren Bereich (mit deutlich geringeren Häufigkeiten) folgen das Aufschreiben, die Aufgabenverteilung/ Metakooperation und das Durchführen eines Versuchsschritts. Die am wenigsten auftretenden Handlungen sind das Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien, das Vergleichen und Deuten. Am aller wenigsten gucken die SchülerInnen ab oder führen Schlussfolgerungen durch.

c) Welche Zeit nehmen die Handlungen jeweils ein?

Zur Berechnung von zeitlichen Anteilen codierter Vidoestellen gibt es keine direkte Funktion in MAXQDA. Daher wurden zunächst die benötigten Stellen durch das Aktivieren der Dokumente und Codes in der Codingliste in tabellarischer Ansicht angezeigt (s. Abb. 66). Diese Tabelle wurde im Excelformat exportiert. Die Zeitangaben in der Spalte „Fläche“ geben die Zeitanteile der jeweiligen Codings an. Diese können in Excel summiert werden.

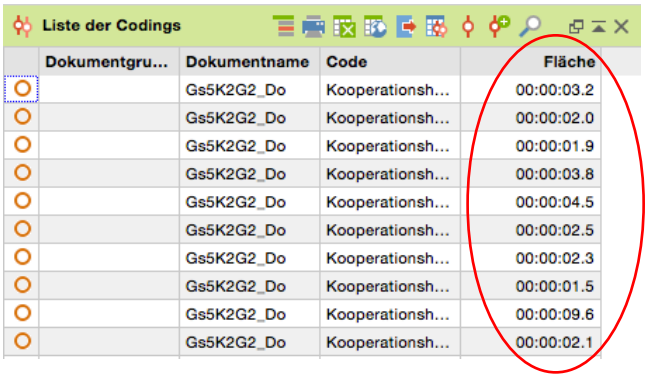


Abb. 66: Liste der Codings mit der Spalte "Flächen

Tabelle 40 zeigt die summierten zeitlichen Anteile der codierten lernimpulsbezogenen Handlungen.

Tab. 40: Dauer der Handlungen insgesamt und durchschnittlich

Handlung	**Dauer insgesamt**	**Dauer durchschnittlich**
Schlussfolgern	04:43,6 min.	4,4 s
Abgucken	06:56,2 min.	5,1 s
Deuten	07:59,3 min.	3,5 s
Vergleichen	10:53,4 min.	3,2 s
Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien	11:17,2 min.	3,0 s
Lesen	12:12,5 min.	1,1 s
Aufgabenverteilung	19:04,2 min.	3,7 s
Vorsagen	24:23,4 min.	2,0 s
Erfragen	24:32,2 min.	2,0 s
Beobachten	44:28,7 min.	4,8 s
Versuchsschritt	49:50,6 min.	10,1 s
Erklären	53:16,3 min.	3,0 s
Aufschreiben	56:08,6 min.	8,8 s

Die vier Handlungen, für die die meiste Zeit genutzt wird, sind das Aufschreiben, das Erklären, die Durchführung eines Versuchsschritts sowie das Beobachten. Darauf folgen im mittleren Bereich das Erfragen, Vorsagen und die Aufgabenverteilung. Weniger Zeit wird auf das Lesen sowie das Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien verwendet und am wenigsten Zeit wird für das Deuten, Abgucken und Schlussfolgern verwendet.
Aufbauend auf diesen Ergebnissen kann die durchschnittliche Dauer einer Handlung berechnet werden. Tabelle 40 zeigt diese Ergebnisse. Ersichtlich wird, dass das Lesen die

durchschnittlich kürzeste Handlung ist. Die danach kürzesten Handlungen sind das Erfragen und Vorsagen. Im mittleren Bereich liegen hier das Erklären, das Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien, das Vergleichen, Deuten und die Aufgabenverteilung. Durchschnittlich länger gestalten sich das Schlussfolgern und Abgucken. Am meisten Zeit wird durchschnittlich auf das Aufschreiben und das Durchführen eines Versuchsschrittes verwendet.

Zeitliche Anteile der Lernimpuls:

Die Codierung der Lernimpulse ermöglicht auch Einblicke in die zeitliche Gestaltung der Lernimpulse an sich. Dazu wurden die „Flächen" der Gruppen je Lernimpuls summiert und deren durchschnittliche Dauer berechnet. Es stellt sich heraus, dass die Phase „Schau genau!" durchschnittlich je Gruppe 7:14 min. dauert. Die Lernimpulse der Phase „Find es heraus!" dauern durchschnittlich länger und am längsten von diesen dauert der dritte Lernimpuls (Find es heraus! 1: 15:30 min.; Find es heraus! 2: 13:07 min.; Find es heraus! 3: 13:33 min.).

Zwischenfazit

Der Aufbau der Unterrichtskonzeption ermöglicht es, verschiedene Handlungen zu vollziehen. Der Befund, dass das Schlussfolgern und Deuten eher weniger oft vollzogen wird, ist nicht überraschend, da diese Handlungen nur an wenigen Stellen vom Lernmaterial angestoßen werden. Auffällig ist dennoch, dass diese sich im Durchschnitt der zeitlichen Anteile eher im Mittelfeld bewegen. Die SchülerInnen erklären sehr häufig und verwenden auch einen großen Anteil der Zeit darauf. Durchschnittlich sind die erklärenden Handlungen jedoch von eher kürzerer Dauer. Die Häufigkeit des Aufschreibens liegt im mittleren Bereich, deren zeitlichen Anteile sind jedoch sehr hoch, was sich auch in der durchschnittlichen Dauer widerspiegelt. Obwohl die SchülerInnen also nicht sehr oft etwas aufschreiben, verwenden sie viel Zeit damit. Ein Versuchsschritt wird noch seltener durchgeführt, jedoch finden sich auch bei dieser Handlung hohe zeitliche Anteile. Für das Beobachten wird insgesamt viel Zeit in Anspruch genommen, seine relativ hohe Häufigkeit ergibt eine mittlere Durchschnittslänge. Die SchülerInnen lesen relativ häufig. Jedoch ist die Zeit, die insgesamt auf das Lesen verwendet wird, eher gering und die Durchschnittszeit einer lesenden Handlung ist besonders gering. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass die SchülerInnen nur kurze Zeit darauf verwenden, Informationen aus dem Lernmaterial zu erlesen. Der erste Lernimpuls dauert durchschnittlich etwas länger als die anderen beiden Impulse. Die Ergebnisse dieser durchschnittlichen Dauer könne zur Planung für Lehrkräfte genutzt werden, die das Unterrichtskonzept in ihrer Klasse umsetzen möchten.

E 1.2 Inwiefern werden unterschiedliche Kooperationstypen verwirklicht?

a) Welche Kooperationstypen treten auf?

b) Wie häufig treten die Kooperationstypen auf?

Die Berechnung der Häufigkeiten der Kooperationstypen wurde über das Anzeigen dieser im Kategoriensystem in MAXQDA ermöglicht. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 67.

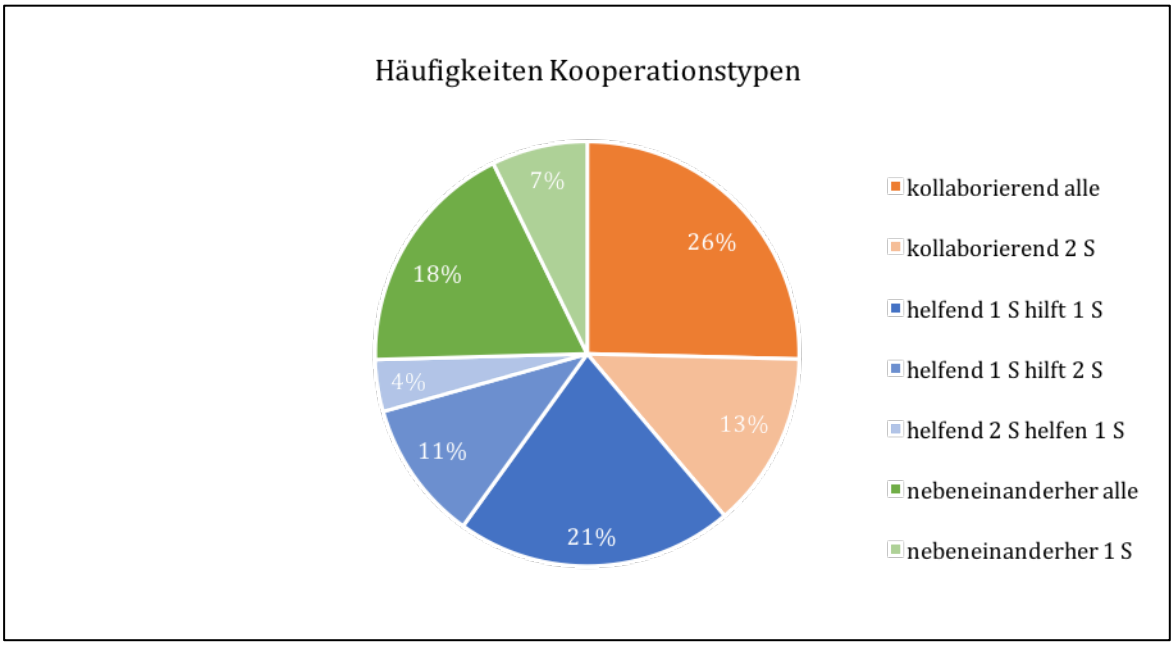


Abb. 67: Häufigkeiten der Kooperationstypen

Für die Darstellung der helfenden Typen wurden die Subkategorien zusammengerechnet, da sich die Bezeichnungen der einzelnen SchülerInnen nur je Gruppe auswirken. Dies betrifft bspw. bei der Kategorie „helfend 1 S hilft 2 S“ die Codierungen „S1>S2+S3“, „S2>S1+S3“, „S3>S2+S1“. In Abbildung 67 werden die Häufigkeiten der Kategorien aller kollaborierender (orange), helfender (blau) und nebeneinanderher (grün) Codierungen dargestellt. Mit 39 % wurden der kollaborierende Typ am häufigsten codiert, darauf folgt mit 36 % der helfende Typ. Am wenigsten, zu 25 %, wurden Videostellen dem Typ des „nebeneinanderher“ Arbeitens zugeordnet.

Bei der Betrachtung der Häufigkeiten der Subkategorien wird deutlich, dass der Typ kollaborierend_alle mit 28 % am häufigsten codiert wurde. Mit 21 % folgen die Codierungen, in denen ein/e SchülerIn einem/r anderen hilft („1S hilft 1S“). Es folgt das nebeneinanderher Arbeiten aller SchülerInnen (18 % bei „nebeneinanderher alle“). Bei 15 % der Codierungen kooperieren zwei SchülerInnen kollaborierend und bei 11 % helfen zwei SchülerInnen einem/r SchülerIn. Unter 10 % der Codierungen fallen auf das nebeneinanderher Arbeiten eines/r Schülers/in und das Helfen zweier SchülerInnen durch eine/n SchülerIn.

c) Welche Zeit nehmen die Kooperationstypen jeweils ein?

Die zeitlichen Anteile der Kooperationstypen wurden in einem ähnlichen Vorgehen berechnet wie die der lernimpulsbezogenen Handlungen und diese Ergebnisse sind in Abbildung 68 dargestellt. Zu bemerken ist, dass hier der prozentuale Anteil der Zeit berechnet wurde, der insgesamt mit Kooperationstypen codiert wurde. Dies gibt nicht die Gesamtzeit der Lernimpulse wieder.

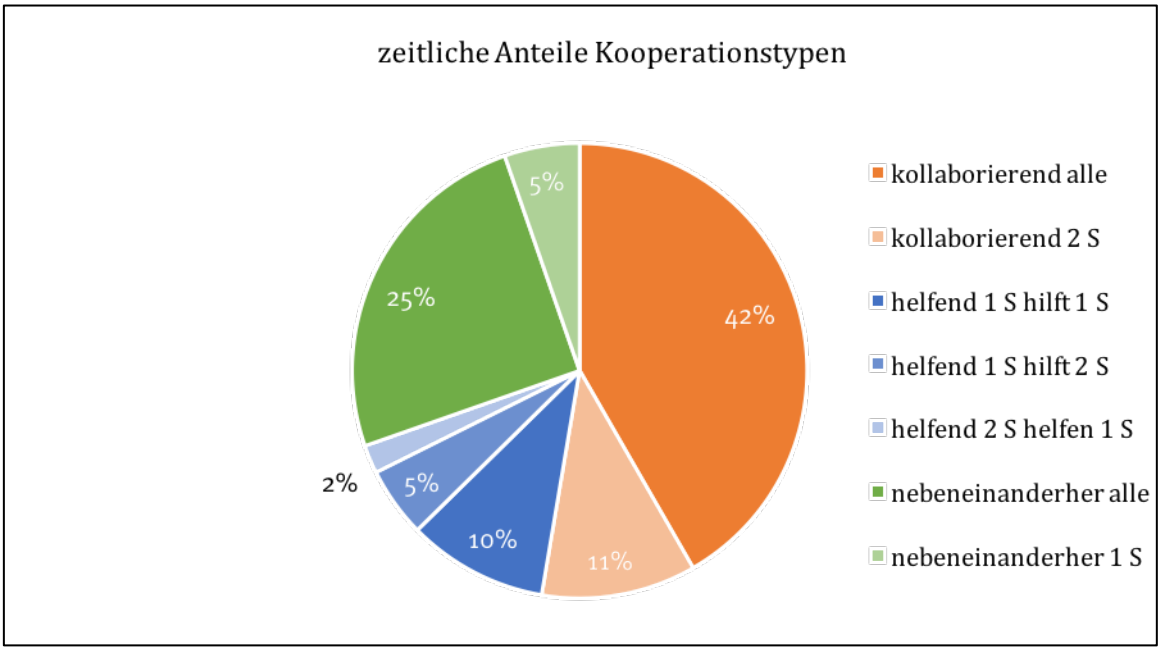


Abb. 68: Zeitliche Anteile der Kooperationstypen

Es zeigt sich, dass die SchülerInnen zu 53 % der Zeit kollaborierend handeln. Zu 17 % finden helfende Handlungen statt und zu 30 % handeln die SchülerInnen nebeneinanderher (Abb. 68). Betrachtet man nun die zeitlichen Anteile der Subkategorien, ergibt sich, dass zu 42 % alle SchülerInnen kollaborierend miteinander interagieren. Kollaborative Handlungen zweier SchülerInnen finden zu 11 % der Zeit statt. Die Anteile der Zeit, in denen alle SchülerInnen nebeneinanderher handeln, liegen bei 25 %. Dahingegen arbeitet zu 5 % der Zeit ein/e Lernende/r für sich alleine (nebeneinanderher). Bei den helfenden Anteilen dominiert die Subkategorie, dass ein/e SchülerIn den anderen hilft. Zu 10 % bezieht sich diese Hilfe auf eine/n SchülerIn und zu 5 % auf zwei SchülerInnen. Am seltensten hilft ein/e SchülerIn einer/m anderen (2 %).

Tab. 41: Durchschnittliche Dauer der Kooperationstypen

kollaborierend alle	18,3 s
kollaborierend 2 S	9,1 s
helfend 1 S hilft 1 S	5,1 s
helfend 1 S hilft 2 S	5,3 s
helfend 2 S helfen 1 S	5,7 s
nebeneinanderher alle	15,4 s
nebeneinanderher 1 S	8,2 s

Ein Blick auf Tabelle 41 ermöglicht eine Übersicht der durchschnittlichen Längen der Kooperationstypen. Am durchschnittlich längsten gestaltet sich der Typ „kollaborierend_alle“, auf den der Typ „nebeneinanderher_alle“ folgt. Daran schließen sich das Kollaborieren zweier SchülerInnen sowie das nebeneinanderher Arbeiten eines/r Schülers/in an. Die helfenden Typen gestalten sich durchschnittlich am kürzesten und alle durchschnittlich ungefähr gleich lang.

Zwischenfazit

Die Ergebnisse zu den Häufigkeiten und den zeitlichen Anteilen der codierten Kooperationstypen machen deutlich, dass die Unterrichtskonzeption choice^{2}explore die SchülerInnen zu gemeinsamem Lernen im Sinne von symmetrischen Interaktionen initiiert. Vor allem die Ergebnisse der zeitlichen Anteile machen deutlich, dass die Kooperationen sich zum großen Teil symmetrisch gestalten und dabei die meiste Zeit alle SchülerInnen der jeweiligen Gruppen beteiligt sind und somit solidarische Lernsituationen, wie Wocken (1997) sie beschreibt, entstehen. Auch der Befund, dass der zeitliche Anteil, in dem ein/e Lernende/r nebeneinanderher arbeitet im Vergleich zu den anderen Anteilen sehr gering ist, deutet darauf hin, dass alle SchülerInnen die meiste Zeit am Lernprozess der Gruppe beteiligt sind. Der Kooperationstyp helfen wird relativ häufig codiert, seine zeitlichen Anteile gestalten sich jedoch von den drei Typen am geringsten, was auch in der geringen durchschnittlichen Dauer dieser Typen deutlich. Die Hilfe gebenden und nehmenden Aktionen sind zwar häufig, aber dafür kurz gestaltet. Von einer intensiven, langandauernden Hilfe kann daher nicht gesprochen werden. Aus diesen Erkenntnissen kann geschlussfolgert werden, dass die SchülerInnen davon ausgehen, dass kurze Erklärungen bzw. Hilfe den (fragenden) SchülerInnen genügen und von den Hilfe benötigenden SchülerInnen auch vermutlich schnell verstanden und angenommen werden. Demnach scheinen die Lernmaterialien so gestaltet zu sein, dass sie von der Mehrzahl der SchülerInnen verstanden werden und Unklarheiten innerhalb der Gruppe geklärt werden können (aufgabenspezifische Hilfe). Wenn es sich um inhaltliche Hilfen handelt, kann aus den Ergebnissen geschlossen werden, dass die meisten SchülerInnen angemessen gefordert werden.

E 1.3 In welcher Weise überschneiden sich die Kooperationshandlungen und die Kooperationstypen?

Bislang wurde der Blick entweder auf das „Was“ oder auf das „Wie“ der Kooperationen der SchülerInnen gelegt. Um jedoch herauszufinden, bei welchen Handlungen ein gemeinsames symmetrisches Lernen vermehrt auftritt und welche Handlungen eher nebeneinanderher vollzogen werden, soll nun eine Betrachtung der Überschneidungen von Kooperationshandlungen und -typen vorgenommen werden. Zur Beantwortung der oben benannten Frage ergeben sich zwei Herangehensweisen. Zum einen kann sie aus Sicht der Kooperationstypen beschrieben werden: Wie viele Überschneidungen der Handlungen ergeben

sich je Kooperationstyp? Zum anderen aus Sicht der Handlungen: In welcher Art der Kooperation werden einzelne Handlungen umgesetzt? Beide Seiten sollen hier betrachtet werden.

Zur Beschreibung dieser wurden die codierten Daten weiter aufbereitet. Der Code-Relation-Browser der Visual Tools macht es in MAXQDA möglich Überschneidungen von codierten Segmenten anzeigenzulassen. Dafür aktiviert man in der Liste der Codes mindestens zwei Codes. Deren Überschneidung wird dann in einer Kreuztabelle für die ausgewählten Dokumente angezeigt. Einen Ausschnitt zeigt Abbildung 69.

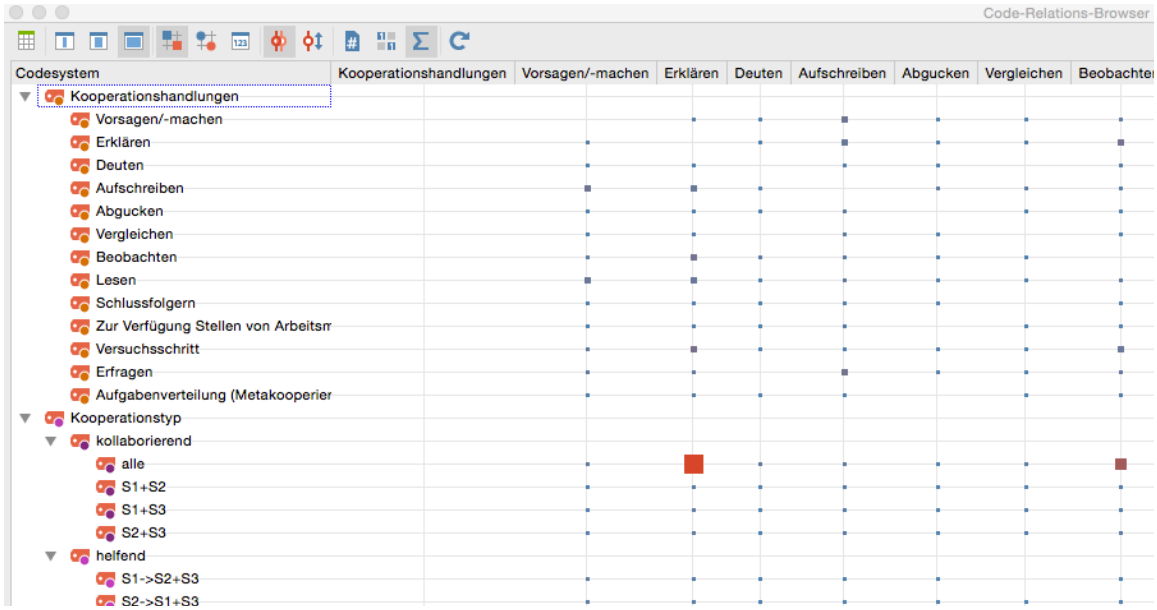


Abb. 69: Ausschnitt Code-Relation Browser zur Überschneidung von Kooperationshandlungen und -typen

Die Definition der zu codierenden Segmente ermöglicht es, wenn mehrere Handlungen gleichzeitig auftreten, diese auch zu codieren. Dadurch können Überschneidungen bei den Kooperationstypen auftauchen. Wenn bspw. zwei SchülerInnen kollaborierend etwas deuten, können gleichzeitig kürzere helfende Aktionen, wie ein kurzes Erfragen, dem ein Vorsagen folgt, zwischen dem dritten und den anderen beiden Lernenden auftreten. Um solche Stellen zu markieren, wurden diese, wie oben beschrieben, mit dem „Zeigefinger"-Emoticon codiert. Bei allen anderen, sich nicht überschneidenden Handlungen und Kooperationstypen wurde bei den Codierungen darauf geachtet, dass sich diese nicht überlappen. Um falsche Zuordnungen von Handlungen zu Kooperationstypen herauszufiltern, wurden nach der Berechnung der Überschneidungen die „Zeigefinger"-Stellen erneut angeschaut. Dabei wurde festgehalten, welche Zuordnung von Handlung und Kooperationstyp nicht vorliegt, um dies bei der Berechnung berücksichtigen zu können. Am oben genannten Beispiel würde MAXQDA den Typ helfend sowohl als Überschneidung bei deuten, erfragen und vorsagen berechnen. Die Zuordnung helfend zu deuten müsste hier ebenso abgezogen werden, wie die Überschneidung kollaboriend zu erfragen und vorsagen. Dieses Vorgehen

bezieht sich nicht nur auf die Hauptkategorien der Typen, sondern auch deren Subkategorien. Insgesamt wurden 189 „Zeigefinger"-Stellen in dieser Weise betrachtet und in die Berechnung der Ergebnisse in Excel einbezogen. Um konkretere Einblicke in die vollzogenen Handlungen der SchülerInnen und deren zugeordneten Kooperationstypen zu geben, werden Beispielsituationen aus dem codierten Material zur Veranschaulichung herangezogen und beschrieben.

a) Welche Handlungen werden häufig kollaborierend vollzogen?

Der kollaborierende Typ wurde am häufigsten codiert und nimmt zudem die größten zeitlichen Anteile ein. Die Ergebnisse für die Häufigkeiten der Überschneidungen der codierten lernimpulsbezogenen Handlungen mit dem kollaborierenden Kooperationstypen zeigt die Abbildung 70. Die Summe der jeweilige Balken für die codierten Überschneidungen für „alle" und „2 SchülerInnen" ergeben die Überschneidungen des kollaborierenden Typs zu den Handlungen insgesamt.

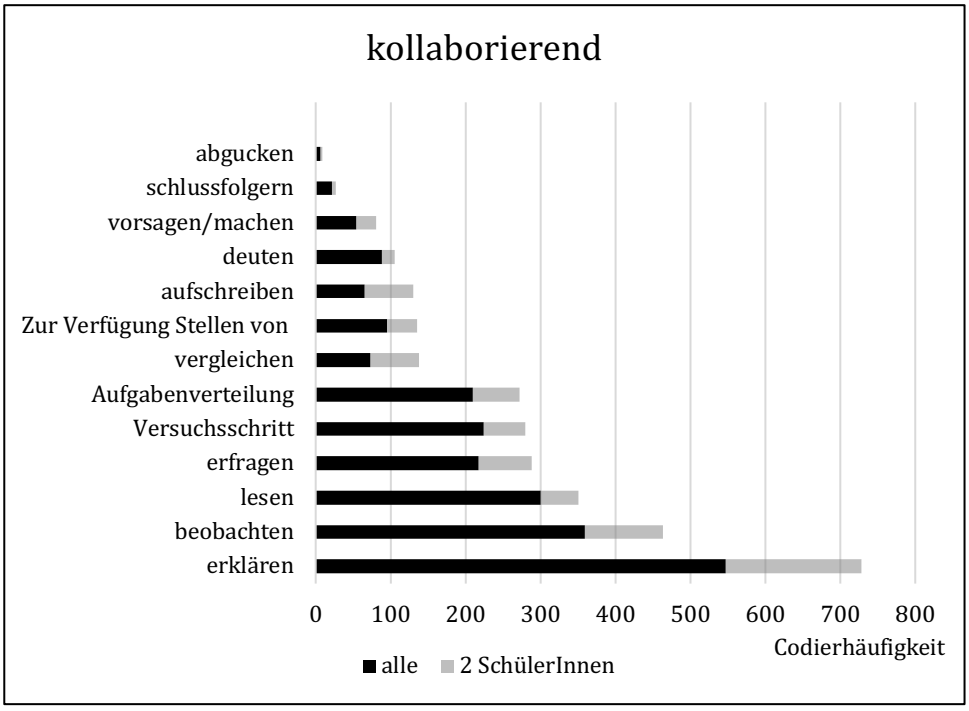


Abb. 70: Häufigkeiten der Überschneidungen der Kooperationshandlungen mit dem Kooperationstyp "kollaborierend"

Als häufigste kollaborierende Handlung erscheint das Erklären. Sowohl für das kollaborieren insgesamt, aber auch für die Subkategorien kollaborierend_alle und kollaborierend_2SchülerInnen finden sich die meisten Überschneidungen mit dem Erklären.
Auch das Beobachten und das Lesen gehören zu den häufigsten kollaborierenden Handlungen. Ein Versuchsschritt wird insgesamt noch häufiger durch alle SchülerInnen kollaborierend durchgeführt als das Erfragen.

Beispielsituation: kollaborierendes Erklären 1 (Gs5K1G5; 21:16-21:19 min.)

Die SchülerInnen führen den Versuch zur Phase „Schau genau!“ durch. Sie klären gemeinsam, wie der Auftrag „Fülle das Glas bis zur Hälfte mit Wasser“ umgesetzt wird. Das Foto (Abb. 71) zeigt den Moment, in denen die SchülerInnen die Hälfte des Glases ausmachen. S1 und S2 zeigen mit der Hand auf die Mitte des Glases, S3 schaut hin und bestätigt die Aussage von S2 „Die Hälfte ist da.“ mit „Ja genau da.“.

Abb. 71: Beispielsituation: kollaborierendes Erklären

Beispielsituation: kollaborierendes Erklären 2 (Gs5K1G5; 51:18-51:28 min.)

Die SchülerInnen haben den ersten Lernimpuls durchgeführt und überlegen, welche Idee sie auf dem Forscherprotokoll streichen können und wie sie dies begründen. Zunächst beschreibt S3, dass das Salz nicht zu Wasser geworden sein kann, und begründet es damit, dass das Salz noch in der Schale zu sehen ist. S1 sagt daraufhin, dass das Salz auch nicht flüssig geworden sein kann. S2 steigt in das Gespräch ein und widerspricht dieser Aussage. Er beschreibt, dass in der Schale doch noch etwas flüssiges Salz zu sehen ist. Eine symmetrische Kooperation ist erkennbar, alle SchülerInnen sind eingebunden, sie agieren, indem sie sich zueinander gewandt etwas erklären (s. Abb. 72). Die Einwände aller SchülerInnen werden dabei in der Gruppe betrachtet.

Abb. 72: Beispielsituation kollaborierendes Erklären 2

Beispielsituation: kollaborierendes Beobachten (Gs5K2G2 15:24-15:44 min.)

Die Gruppe führt den Versuch zur Phase „Schau genau!“ durch. S1 gibt mit dem Löffel etwas Salz in das Glas mit Wasser. Alle drei SchülerInnen beugen sich nach vorne und richten ihren Blick auf das Glas (s. Abb. 73). Folgendes Gespräch ergibt sich:

S2: (beendet Rühren im Becherglas)
S3: (?) Wir müssen jetzt gucken, was passiert.
Alle: (schauen sich das Becherglas genau an)
S3: (steht auf, um genauer schauen zu können)
S2: Nichts.
S1: Das Salz geht auf den Grund.
Alle: (schauen weiterhin genau)
S2: Na und? Ist doch nichts Neues!
S1: Ehrlich, ne?
S3: (zeigt auf das Becherglas) (unv.) Salz. Guck mal, wie das aussieht.
S1 & S2: (schauen noch näher hin)
S3: Da ist noch/ (unv.) in der Mitte ist noch so viel Salz.
S3: [(unv.) (macht Hand/Armbewegung wie beim Umrühren)]
S2: [Sonst (unv.) das nochmal.]
S3: Rühr noch mal um!
S1: (beginnt nochmals umzurühren)

Abb. 73: Beispielsituation kollaborierendes Beobachten

Beispielsituation: kollaborierendes Lesen (Gs5K2G2_Do 3:08 min.)

Die SchülerInnen haben das Lernmaterial zum dritten Lernimpuls bereits verteilt. Auf dem Tisch befindet sich ebenfalls der Materialkorb mit den Versuchsmaterialien (s. Abb. 74).

Abb. 74: Beispielsituation kollaborierendes Lesen

Während sich das folgende Gespräch ergibt, schauen die SchülerInnen immer wieder im Wechsel auf die Lernmaterialien und in die Materialkiste.

S2: (greift sofort in die Materialkiste)
S3: Salz (schaut kurz in die Materialkiste) ham wir.
S1: Salz.
Alle: (haken auf dem Zettel ab)
S1: & S3: Löffel.
Alle: (schauen in die Materialkiste)

S2: Ham wir.
S1: Ham wir.
Alle: (haken auf dem Zettel ab)
S1: Teelicht?
S1: & S2: (schauen in die Materialkiste)
S1: Ham wir.
S2: & S3: Ham wir.
Alle: (haken auf dem Zettel ab)
S1: Drahtgestell, ham wir. Ham wir ne Sanduhr?
S2: (sucht in der Kiste)
S1: Wir ham ne Sanduhr.
Alle: (haken auf dem Zettel ab)
S1: (greift in den Materialkorb) Wir ham alles, so gut(?). (nimmt die Materialien hoch aber legt sie zurück in den Materialkorb)
S3: Ja, dann ham wir alles. (hakt weiter ab)

Beispielsituation: Versuchsschritt kollaborierend durchführen (Gs2K1G1_Do 1:16 min.)

Schülerin 1 füllt Wasser in das Becherglas. Die anderen beiden Schülerinnen schauen zu und fordern durch die wiederholte Formulierung „weiter, weiter, weiter", dass die Schülerin 1 die Aktion fortführen soll. Gemeinsam sagen Schülerin zwei und drei dann nach einiger Zeit „Stopp!". Ein weiteres anschauliches Beispiel dieser Gruppe zeigt sich beim Auspusten des Teelichtes im zweiten Lernimpuls. Die SchülerInnen einigen sich auf ein gemeinsames Auspusten und zählen dafür von drei herunter (Gs2K1G1_Do 39:16 min.).

b) Welche Handlungen werden häufig helfend vollzogen?

Als häufigste codierte Überschneidungen des helfenden Typs finden sich die Handlungen Vorsagen, Erfragen und Erklären (s. Abb. 75). Auch während des Aufschreibens und Lesens helfen die SchülerInnen sich gegenseitig, wobei beim helfenden Aufschreiben meistens ein/e SchülerIn einer/m anderen hilft.

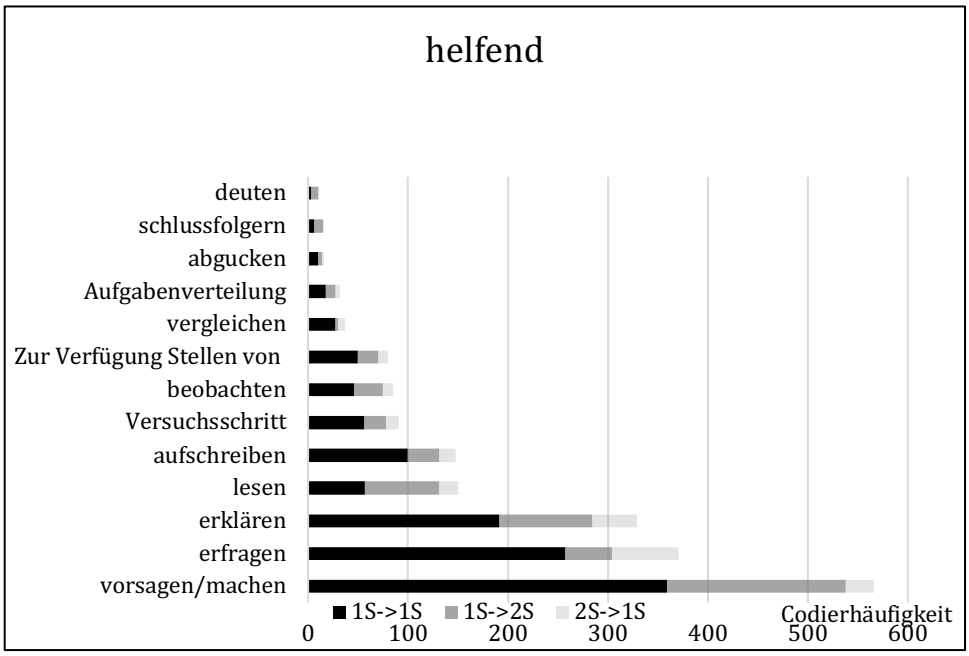


Abb. 75: Häufigkeiten der Überschneidungen der Kooperationshandlungen mit dem Kooperationstyp "helfend"

Beispielsituation: Helfendes Aufschreiben (Gs4K1G7: 46:40- 46:44 min.)

Abb. 76: Beispielsituation helfendes Aufschreiben

Die Gruppe hält ihre Beobachtungen zum dritten Lernimpuls durch Zeichnungen fest. Währenddessen fragt S1 S3: „Und Kartoffel auch malen?“ S3 begegnet dieser Frage, indem sie nickt. Hier folgt auf ein Erfragen ein Vorsagen, während die SchülerInnen aufschreiben (s. Abb. 76).

c) Welche Handlungen werden häufig nebeneinanderher vollzogen?

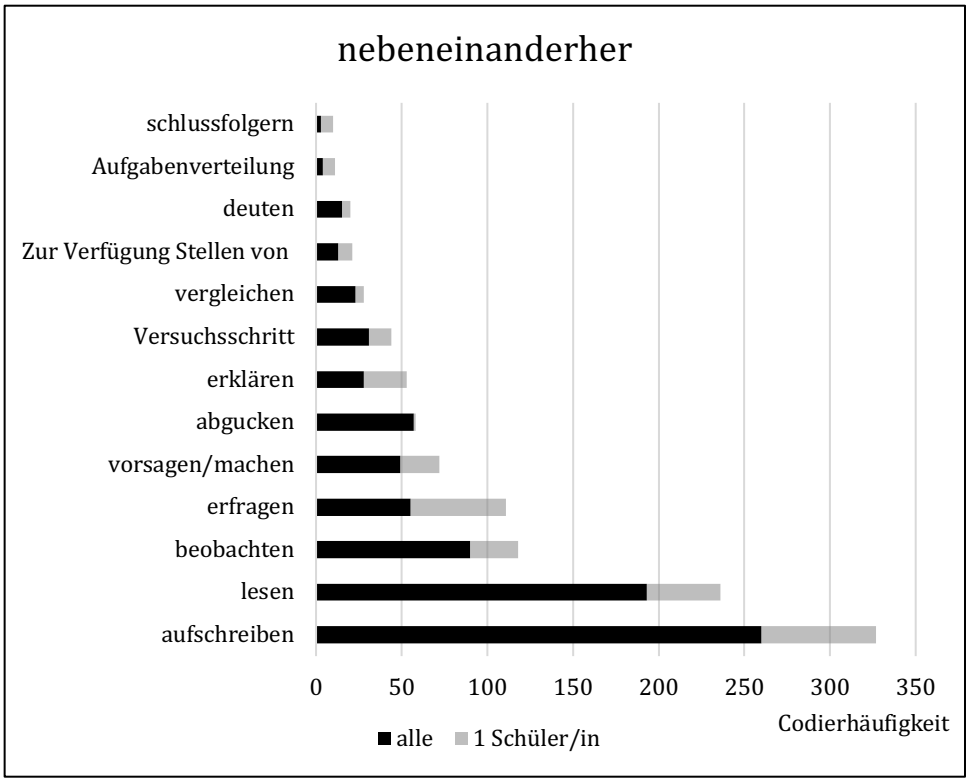


Abb. 77: Häufigkeiten der Überschneidungen der Kooperationshandlungen mit dem Kooperationstyp "nebeneinanderher

In einer nicht intensiven Kooperationsart, dem Nebeneinanderher, wird am häufigsten aufgeschrieben und gelesen (s. Abb. 77). Weniger oft wird etwas nebeneinanderher beobachtet. In den Situationen, in denen die SchülerInnen etwas aufschreiben, besprechen sie meist zunächst, was aufgeschrieben werden soll, oder ein/ SchülerIn liest den Auftrag vor. Dadurch wird deutlich, dass die SchülerInnen gemeinsam die Aufgabe bearbeiten, aber auch jeder für sich etwas festhält. Es besteht keine intensive symmetrische Interaktion, aber dennoch arbeitet die Gruppe an einem Ziel.

Beispielsituation: nebeneinanderher Aufschreiben (Gs2K1G1_Do 17:48-19:19 min.)

Abb. 78: Beispielsituation nebeneinanderher Aufschreiben

Die SchülerInnen haben den dritten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!“ bereits durchgeführt und halten nun ihre Beobachtungen fest. Sie sind dabei, die Bechergläser mit den Kartoffelstücken darin zu zeichnen (s. Abb. 78). Es wird deutlich, dass die SchülerInnen darüber Bescheid wissen, was die anderen gerade tun, denn sie beschreiben immer wieder ihre Handlungen:

S3: *(liest laut)* Male, was du siehst.
S2: & S3: *(nehmen sich sofort Stifte)*
S1: *(blättert die Zettel um)* Oh geil, wir dürfen malen. [was wir sehen(?)]
S3: [Mein Becher wird/]
S2: Oh geil. Ey das ist/ oh geil.
S3: Mein Becher wird lila!
S2 & S3: *(beginnen zu malen)*
S1: *(schaut zu den anderen Schülerinnen, liest auf dem Arbeitsblatt)*
S3: So, jetzt brauch ich blau. (.) Damit ich malen kann.
S1: *(beginnt zu malen)* Mein Glas wird orange.
S3: Bei mir ist sie geschwommen. (.) Genau, die eine kann schon schwimmen, die andere kann noch nicht schwimmen. Hat aber ihre Schwimmflügel vergessen. (.) So, Glas eins - Wasser, ist untergegangen! *(nimmt sich weiteren Stift und malt)*
S2: Ich brauche blue (?).
S3: Und Glas zwei. *(nimmt Stift - malt weiter)*
S2: Lieeeeeeeee *(singt).*
S2: Yellow. *(nimmt sich anderen Stift)*
S1 & S3 *(greifen nach dem selben Stift, ziehen kurz daran.* S1: *nimmt den Stift an sich und lächelt* S3 *kurz zu.)]*
S3: [Jetzt brauch ich blau. (.) Dann nehm ich eben/] (.) Tje, ich brauche blau!
S2: *(legt* S3 *den (blauen?) Stift auf das Blatt und nimmt sich einen anderen)*
S3: *(zeigt auf das Blatt von* S2*)* Hä, ist oben das Glas zu? *(deutet dann auf die Öffnung eines Bechers)*
S2: Nein. *(lacht) (..)* Ach ist jetzt völlig wurst.
S3: *(greift nach dem Stift, mit dem* S1: *noch malt)*
S1: *(zieht den Stift weg)* Watte! *(malt weiter)*
S3: *(lacht, lehnt sich wieder zurück)*
S2: *(malt nicht weiter, lehnt sich vor, deckt mit Unterarm den Zettel ab)*
S3: *(Nimmt sich anderen Stift)* Dann mal ich schon mal die Kartoffel. (.) NEIN, das ist ja schwarz! *(wechselt den Stift erneut)* Schwarze Kartoffel.
S2: *(lacht)*
S3: Jaja, *(erschrickt)* die schwimmt doch! Hat jemand n Radiergummi?
S1: *(Legt Stift in die Mitte des Tisches und beendet Malen.)*
S1 *&* S2: *(schauen auf den Zettel von* S3*)*
S1 & S2: Nein.
S3: Schitte. (..) Dann mal ich das eben so dunkel mit Wasser über, dass man das nicht mehr erkennt.
S1: *(schaut sich die anderen Zettel an, nimmt nochmals einen Stift und malt erneut* etwas.)
S2: *(schaut was* S1 *malt)*

d) In welcher Art der Kooperation werden einzelne Handlungen umgesetzt?

Die Überschneidungen der Kooperationstypen je Handlungsart sind in Abbildung 79[6] dargestellt. Durch diese Darstellung wird erkennbar, dass acht der dreizehn codierten Handlungen zu über 50 % kollaborierend durchgeführt werden. Am stärksten kollaborierend zeigt sich die Aufgabenverteilung bzw. die Metakooperation mit 87 %. Bei 67 % der Anteile kollaborieren alle SchülerInnen. Mit 77 % kollaborierendem Anteil folgt das Deuten und mit 70 % das Beobachten. Die SchülerInnen kollaborieren zu 68 %, wenn sie einen Versuchsschritt durchführen und zu 54 % kollaborieren dabei alle SchülerInnen. Auch das Vergleichen hat mit 68 % einen hohen kollaborierenden Anteil, der sich jedoch fast zur Hälfte auf die Kollaboration zwischen zwei SchülerInnen bezieht. Zu 65 % kollaborieren die SchülerInnen während sie sich etwas erklären und zu 49 % kollaborieren dabei alle SchülerInnen der Gruppe. Das Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien gestaltet sich zu 57 % kollaborierend. Mit 52 % liegt das Schlussfolgern im Prozentsatz des gesamten kollaborierenden Typs zwar hinter dem Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien, jedoch liegt der Anteil bei dem alle SchülerInnen kollaborieren höher (42 % im Vergleich zu 40 %). Das Lesen folgt knapp dahinter, denn bei dieser Handlung kollaborieren zu 41 % alle SchülerInnen und insgesamt zeigen sich 48 % der Handlungen kollaborierend. Im mittleren Bereich zeigen sich die Handlungen erfragen (37 % insgesamt, 28 % alle SchülerInnen) und aufschreiben (22 %, 11 % alle SchülerInnen) kollaborierend. Am geringsten vollziehen die SchülerInnen die Handlungen vorsagen und abgucken als kollaborierend (je 11 % insgesamt, 7 % alle SchülerInnen).

80 % des Vorsagens findet helfend statt und zu 46 % hilft ein/e SchülerIn einem/r anderem/n. Bei 23 % hilft ein/e SchülerIn zwei andern, in dem er/sie etwas vorsagt. Dies ist mit Abstand die am stärksten helfend codierte Handlung. Als weitere folgt erst das Erfragen mit 49 % und mit 34 % helfenden Situationen von einer/m SchülerIn zu einer/m anderen. Zu 34 % erfolgt das Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien helfend. Das Erklären der SchülerInnen wurde zu 30 % dem helfenden Typen zugeordnet, auf das mit 29 % das Schlussfolgern folgt. Zu einem Viertel erfolgt das Aufschreiben helfend und während ein Versuchsschritt durchgeführt wird helfen die SchülerInnen sich zu 22 %. Das Lesen erfolgt zu 20% helfend und zu 10 % hilft ein/e SchülerIn den beiden anderen. Darauf folgen im prozentualen Anteil das Abgucken mit 19 % und das Vergleichen mit 18 %. Am wenigsten gestalten sich die Handlungen Beobachten (12 %), Aufgabenverteilung (9 %) und das Deuten (3 %) helfend.

Das Nebeneinanderher-Arbeiten wurde als Kooperationstyp mit geringster Intensität beschrieben. Diesem Typen entsprechen 70 % der Handlung Abgucken und 69 % des Abguckens erfolgt durch alle SchülerInnen nebeneinanderher. Auch das Aufschreiben erfolgt mit 54 % zu einem großen Anteil nebeneinanderher und hier bezieht sich dies bei 43 %

[6] Die Abbildung 79 erstreckt sich über die folgenden Seiten.

auf alle SchülerInnen. Mit geringerem prozentualen Anteil zeigt sich das Lesen nebeneinanderher (32 %). Zu 19 % folgt mit etwas Abstand das Schlussfolgern, bei dem auffällig ist, dass hierbei 13 % durch einzelne SchülerInnen nebeneinanderher gearbeitet wird. Das Beobachten zeigt sich zu 18 % mit geringer Intensität, auf das das Deuten mit 15 % und das Vergleichen sowie das Erfragen mit je 14 % folgen. 7 % der Handlung Erfragen wird von einer/m SchülerIn nebeneinanderher ausgeführt. Das bedeutet, dass die Frage von den anderen SchülerInnen der Gruppe nicht beachtet wird. Ein Versuchsschritt wird zu 9 % nebeneinanderher durchgeführt und zu je 9 % wird nebeneinanderher etwas vorgesagt oder Material zur Verfügung gestellt. Am seltesten wurde das Erklären (5 %) und das Verteilen von Aufgaben (3 %) dem Kooperationstyp nebeneinanderher zugeordnet.

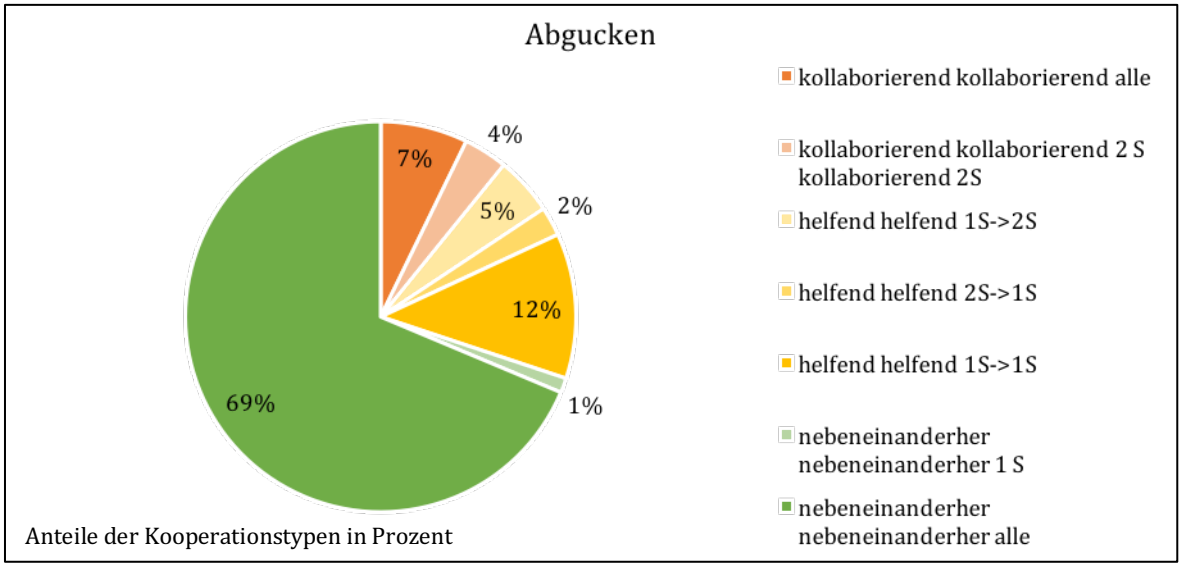
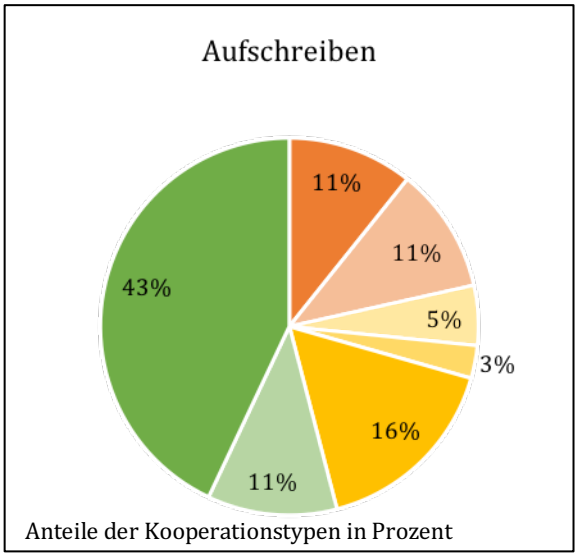
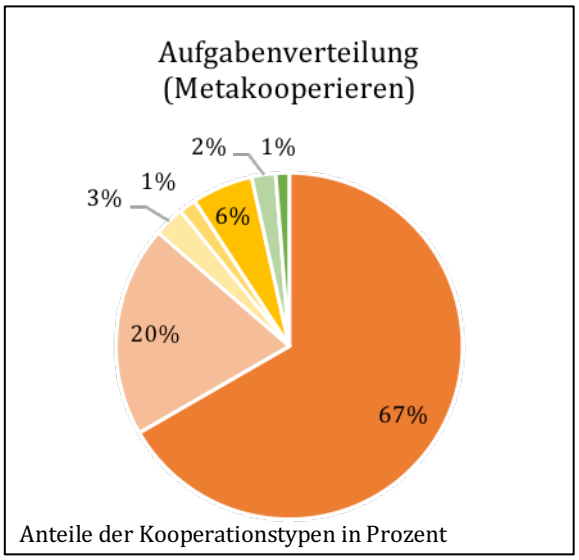
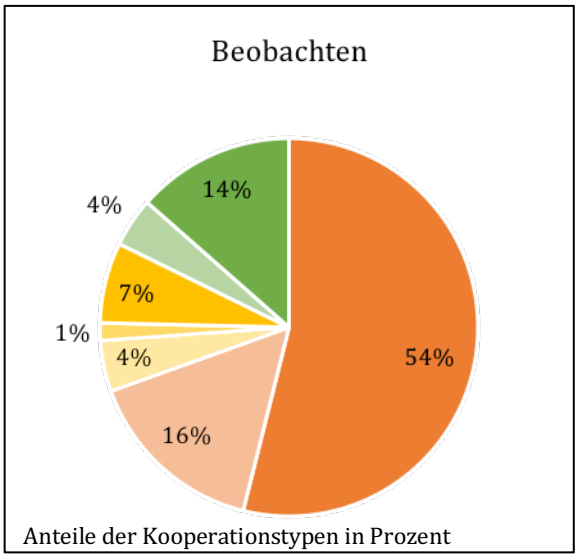
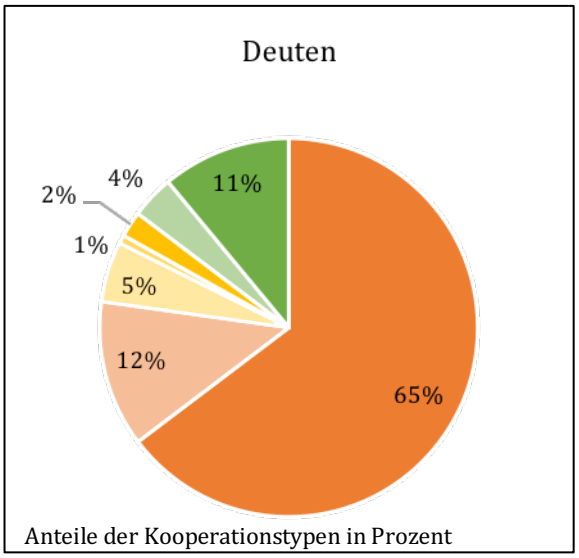


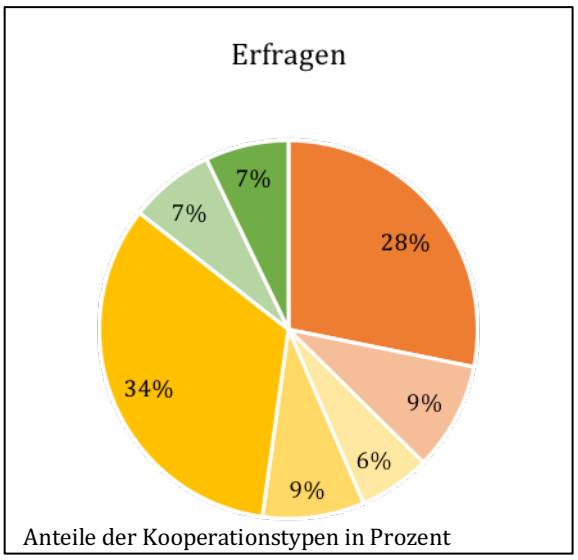
Abb. 79: Überschneidungen der Kooperationstypen je Handlungsart

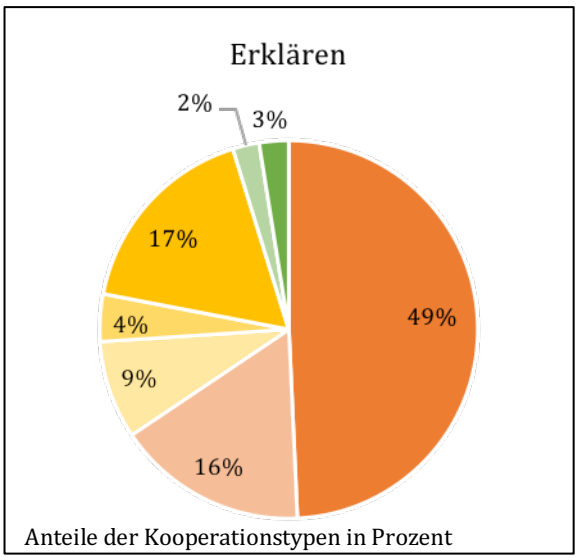

Aufschreiben
11%
11%
5%
3%
16%
11%
43%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent


Aufgabenverteilung (Metakooperieren)
2%
1%
3%
1%
6%
20%
67%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent

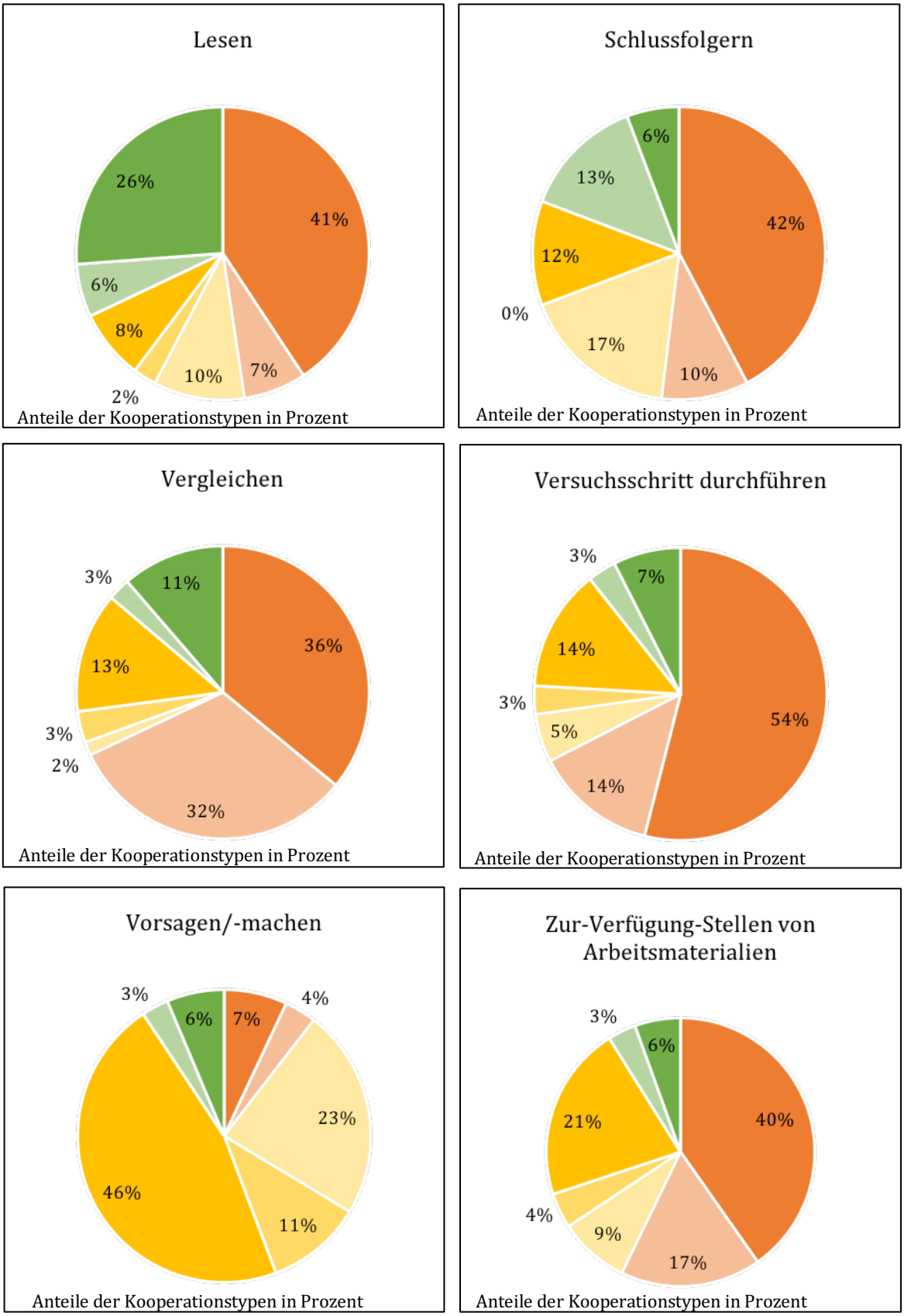

Beobachten
4%
14%
7%
1%
4%
54%
16%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent


Deuten
2%
4%
11%
1%
5%
12%
65%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent


Erfragen
7%
7%
28%
34%
9%
6%
9%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent


Erklären
2%
3%
17%
49%
4%
9%
16%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent

kollaborierend kollaborierend alle
kollaborierend kollaborierend 2 S
kollaborierend 2S
helfend helfend 1S->2S
helfend helfend 2S->1S
helfend helfend 1S->1S
nebeneinanderher nebeneinanderher 1 S
nebeneinanderher nebeneinanderher alle


Lesen
41%
7%
10%
2%
8%
6%
26%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent
Schlussfolgern
42%
10%
17%
0%
12%
13%
6%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent
Vergleichen
36%
32%
2%
3%
13%
3%
11%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent
Versuchsschritt durchführen
54%
14%
5%
3%
14%
3%
7%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent
Vorsagen/-machen
23%
11%
46%
3%
6%
7%
4%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent
Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien
40%
17%
9%
4%
21%
3%
6%
Anteile der Kooperationstypen in Prozent
kollaborierend kollaborierend alle
kollaborierend kollaborierend 2 S
kollaborierend 2S
helfend helfend 1S->2S
helfend helfend 2S->1S
helfend helfend 1S->1S
nebeneinanderher nebeneinanderher 1 S
nebeneinanderher nebeneinanderher alle

Zwischenfazit

Die Überschneidungen von Kooperationshandlungen und Kooperationstypen geben einen Einblick, wie häufig die Kooperationstypen von welcher Handlung umgesetzt werden. Außerdem zeigen sie, wie die einzelnen Handlungen sich entlang der Typen gestalten.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich typische Handlungen in Bezug auf die Kooperationstypen herauskristallisieren. Als häufige kollaborierende Handlungen, bei denen alle SchülerInnen kollaborieren, können das Erklären, das Beobachten, das Lesen und das Durchführen eines Versuchsschritts beschrieben werden. Handlungen, die zu den häufigsten helfenden gehören, sind das Vorsagen, Erklären und Lesen. Geholfen wird am häufigsten durch das Vorsagen, Erfragen und Erklären. Die häufigsten Handlungen, bei denen die SchülerInnen nebeneinanderher arbeiten sind das Aufschreiben und das Lesen.

Bei der Betrachtung der einzelnen Handlungen wird ersichtlich, welche Handlungen welchem Typ am stärksten entsprechen und somit dafür als typisch beschrieben werden können. Als typische Handlung geringer Intensität zeigt sich das Abgucken. Aber auch beim Aufschreiben arbeiten die SchülerInnen eher nebeneinanderher. Wie oben bereits beschrieben, einigen sich die SchülerInnen dabei zuvor darauf, was aufgeschrieben werden soll.

Das Abgucken und Aufschreiben geschehen zu einem großen Anteil nebeneinanderher. Als weitere Handlung mit größerem Anteil des Nebeneinanderher zeigte sich das Lesen. Die helfenden Anteile sind, bis auf beim Vorsagen eher gering. Dies lässt sich schon durch die Definition der Handlung an sich herleiten, da sie bereits eine Asymmetrie mit sich bringt, ebenso wie das Erfragen. Anzumerken ist hier, dass diese beiden Handlungen in Bezug auf das Helfen zu unterscheiden sind: Das Vorsagen wird vom Hilfe gebenden Part initiiert und das Erfragen vom Hilfe nehmenden Part. Naujok (2000) beschreibt das Erfragen ebenfalls als Strategie des Hilfe-Suchens. Sie weist auch darauf hin, dass Hilfe auch gegeben werden kann, wenn sie vom annehmenden Part nicht erwünscht, also aufgedrängt ist. Erbetene und angebotene Hilfe kann auch verweigert oder abgelehnt werden. Naujok (2000) weist an dieser Stelle auch darauf hin, dass hinter der Intention, Hilfe zu geben und Hilfe zu erbeten auch bestimmte Rollenverständnisse stehen können: SchülerInnen, die Hilfe benötigen, werden als unterlegen oder abhängig und SchülerInnen, die Hilfe geben, werden als überlegen eingeschätzt. Inwieweit solche Muster und Strategien sich in einzelnen Gruppen finden lassen, soll im Abschnitt 5.6.4.2 genauer betrachtet werden. Daraus sollen kontrastierende Fälle für Fallbeschreibungen herausgefiltert werden.

Deutlich wird durch die dargestellten Ergebnisse, dass sich für die intensivste Kooperationsform, dem Kollaborieren, neben dem Erklären das Beobachten und Lesen am häufigsten gezeigt wird. Als typisch kollaborierende Handlungen zeigen sich neben der Metakooperation vor allem die typischen naturwissenschaftlichen Handlungen: Deuten, Beobachten, Versuchsschritt und das Erklären. Das Erklären kann als Handlung der Argumentation beschrieben werden (Krummheuer, 1992). Die Argumentationsstränge wurden hier nicht weiter ausdifferenziert untersucht. Wie in der Beispielsituation deutlich wird, bezieht sich

das Erklären hier auch auf Situationen, in denen nicht eine Schlussfolgerung, sondern auch die Durchführung von Handlungsschritten ausgehandelt werden. Das Ergebnis, dass das Erklären als kollaborierend kategorisiert wurde, zeigt, dass alle SchülerInnen in solche argumentativen Prozesse eingebunden sind. Dass die Handlungen der Metakooperation stark kollaborierend ausfallen, macht deutlich, dass die SchülerInnen die Kooperation an sich auch miteinander aushandeln. Demnach gibt es keine klaren einzelnen Entscheidungsträger in den Gruppen.
Die Ergebnisse in Bezug auf das Deuten, Beobachten und den Versuchsschritt zeigen, dass das naturwissenschaftliche Arbeiten eine Möglichkeit bietet, gemeinsames, kollaboratives Lernen zu ermöglichen. Aber auch das Lesen erfolgt zu 48 % als kollaborierender Typ. Da 41 % der lesenden Handlungen von allen SchülerInnen kollaborierend erfolgen, kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass alle SchülerInnen im Rahmen der Kleingruppenarbeiten am Leseprozess partizipieren. Gerade weil die Ergebnisse der Überschneidungen in Bezug auf die Häufigkeiten auch die Handlungen des Lesens, Erklärens, Beobachtens und den Versuchsschritt als oft kollaborierend darstellen, zeigt sich, dass im Rahmen der Erprobungen durch die Unterrichtskonzeption häufige gemeinsame experimentierende Lernsituationen geschaffen wurden. Inwieweit einzelne Merkmale der Unterrichtskonzeption zu diesen Kollaborationen beitragen können, soll anhand der Fallbeschreibungen näher analysiert werden.

5.6.4.2 Gemeinsames Lernen gruppenspezifisch

E 2) Gemeinsames Lernen_gruppenspezifisch

E 2.1 Wie gestalten sich das gemeinsame Lernen in einzelnen Gruppen?

Zur Beschreibung des gemeinsamen Lernens innerhalb der jeweiligen Gruppen wurden die Daten für alle Gruppen individuell so aufbereitet, wie es bereits für die Gesamtgruppe beschrieben wurde. Diese gesamten Ergebnisse wurden in Diagrammen dargestellt, um Gruppen ausfindig zu machen, die bei bestimmten Merkmalen besonders auffallen. Anhand dieser Auffälligkeiten wurden Gruppen herausgesucht, deren Ausgestaltung der gemeinsamen Lernsituationen als Fallbeschreibungen (s. Kap. 5.7) beschrieben werden.

a) Wie verteilen sich die kollaborierenden Anteile auf die Gruppenmitglieder?

Abbildung 80 zeigt die Anteile an den zeitlichen Flächen der Kollaboration einzelner SchülerInnen im Vergleich. Erkennbar wird, dass einige Gruppen längere Zeit kollaborieren als andere. Die meiste Zeit nutzen die Gruppen Gs4K1G3 und Gs5KsG2 zur Kollaboration und die wenigste Zeit Gs2K1G4 und Gs4K2G5. Die Anteile der SchülerInnen an diesen Zeiten der Kollaboration gestalten sich in den Gruppen verschieden. Es zeigen sich Gruppen, bei denen die Anteile der Kollaborationszeit sich nahezu gleichmäßig auf die SchülerInnen verteilen (z. B. Gs5K2G2; Gs2K1G3). Bei anderen Gruppen ergeben sich unterschiedliche

Anteile an der Kollaborationszeit. Diese Unterschiede liegen im Bereich von drei bis vier Minuten (Gs2K1G1; Gs5K1G5; Gs5K2G4). Die drei SchülerInnen, die hier weniger eingebunden sind, gehören der Gruppe der SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* an. Weiterhin wird ersichtlich, dass einige SchülerInnen an allen Kollaborationen der jeweiligen Gruppe beteiligt sind (Gs4K1G3-S2; Gs2K2G1-S2). Von diesen wurde die Schülerin Gs2K2G1-S2 als *leistungsstark* beschrieben.

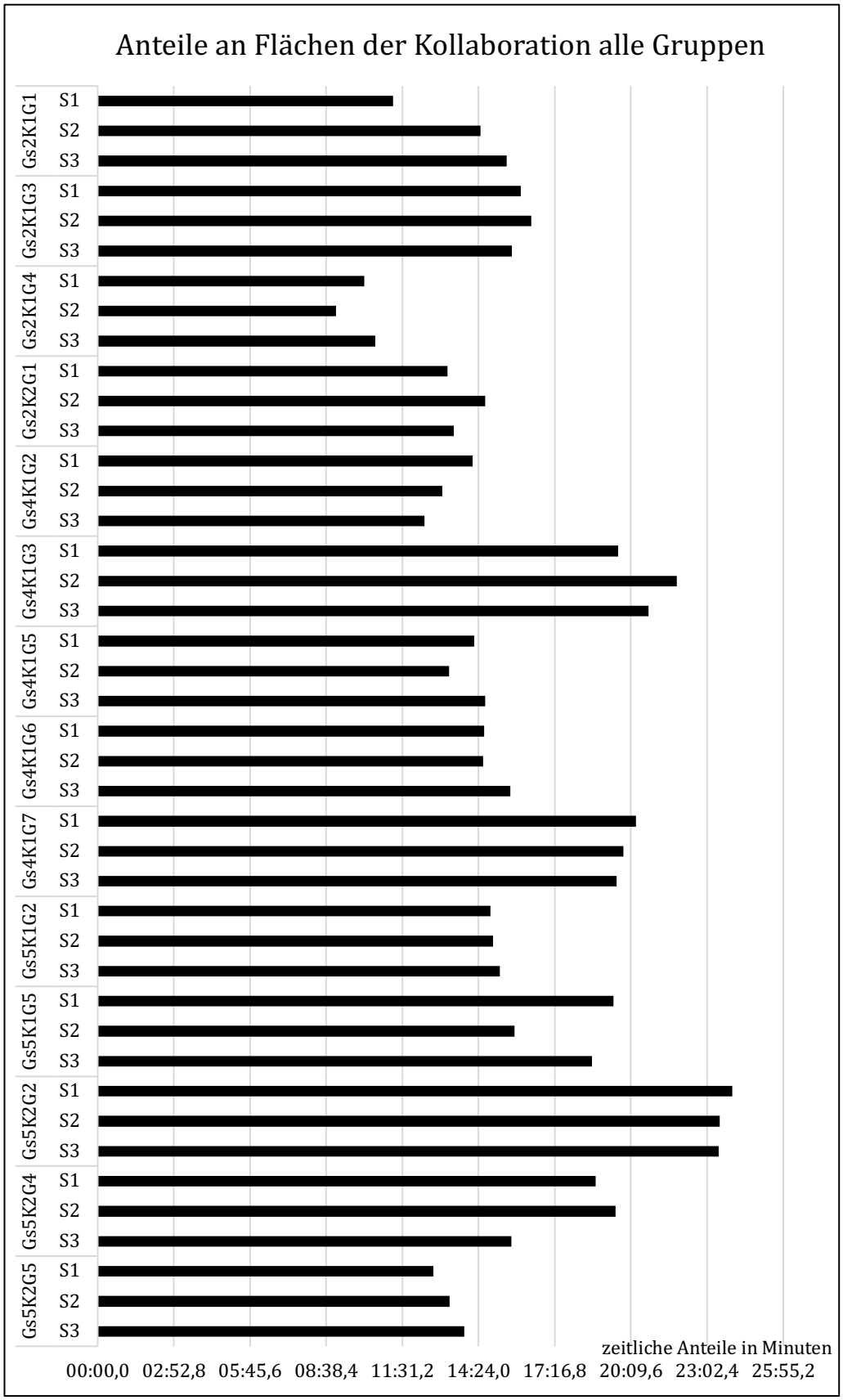


Abb. 80: Anteile an Flächen der Kollaboration aller Gruppen im Vergleich

b) Wie verteilen sich die helfenden Anteile auf die Gruppenmitglieder?

Abbildung 81 zeigt die prozentualen Anteile einzelner SchülerInnen an der gesamten helfenden zeitlichen Fläche (im Folgenden als Zeit beschrieben) der einzelnen Gruppen im Vergleich. Die schwarzen Bereiche der Balken zeigen die Zeit, in denen die SchülerInnen Hilfe geben. Dies bedeutet bspw. für SchülerIn 1 die prozentualen Anteile der Gesamtzeit in der Summe, die mit den folgenden Kategorien codiert wurden: S1->S2; S1->S3; S1+S2->S3; S1+S3->S2. Die grauen Balken geben die Zeit wieder, in denen der Lernende Hilfe bekommt. Also für SchülerIn 1 die Stellen summiert, die mit folgenden Kategorien codiert wurden: S2->S1; S3->S1 und S2+S3->S1. In der Abbildung wird deutlich, dass sich die Anteile an den helfenden Zeitabschnitten innerhalb der jeweiligen Gruppen divers darstellen.

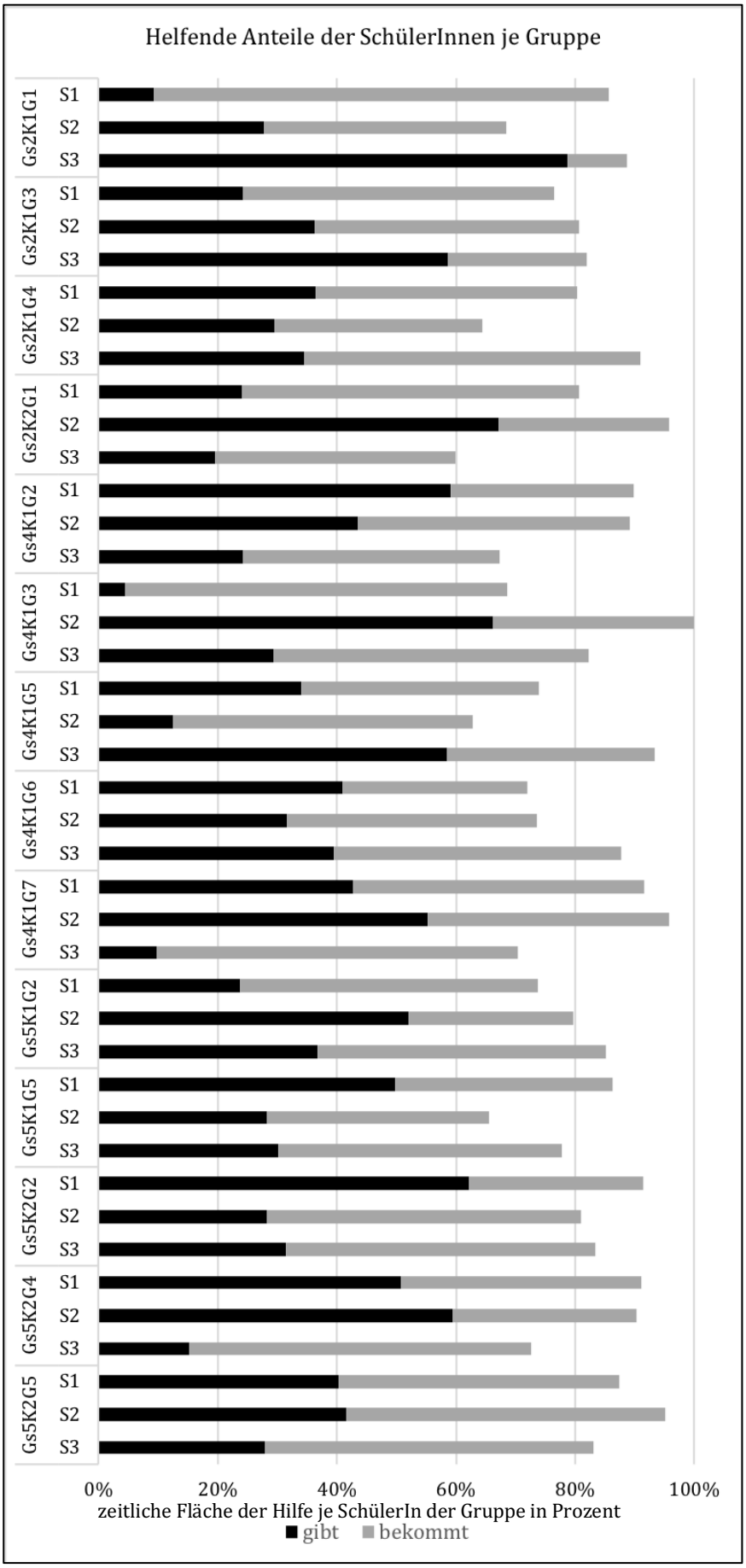


Abb. 81: Anteile an Hilfe gebenden und Hilfe nehmenden Aktionen je SchülerIn

Gleichmäßige Verteilung helfender Anteile

Es zeigen sich Gruppen, in denen die helfenden Anteile gleichmäßig auf die SchülerInnen verteilen: Gs4K1G6, Gs2K1G4. In der Gruppe Gs4K1G6 lernt eine Schülerin mit diagnostiziertem Unterstützungsbedarf in den Bereichen Lernen und emotional-soziale Entwicklung. Die andere Gruppe (Gs2K1G4) wird von einer Schülerin mit *Motivations- und Aufmerksamkeitsschwierigkeiten* besucht.

Zwei SchülerInnen geben mehr Hilfe

Außerdem wird deutlich, dass in einigen Gruppen zwei SchülerInnen mehr Hilfe geben als die/der dritte SchülerIn der Gruppe: Gs4K1G7, Gs5K2G4. In der Gruppe Gs4K1G7 erhält S3 deutlich mehr Hilfe als die anderen beiden SchülerInnen (SP und LS) und gibt auch eher wenig Hilfe.

Ein/e SchülerIn gibt oder bekommt mehr Hilfe

Es zeigen sich auch Gruppen, bei denen deutlich ein/e SchülerIn mehr Hilfe gibt als die anderen SchülerInnen der Gruppe: Gs2K1G1, Gs4K1G3, Gs4K1G5, Gs5K2G2.
Der Schülerin 1 der Gruppe Gs2K1G1 wurde ein *sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf* im Bereich Sprache und Lernen diagnostiziert. Sie bekommt deutlich mehr Hilfe als die anderen SchülerInnen dieser Gruppe. Vor allem Schülerin 3, die als *leistungsstark* beschrieben wird, gibt Schülerin 1 einen großen Anteil an Hilfe.
In der Gruppe Gs4K1G5 ist es der Schüler 2 der einen großen Anteil der Hilfe bekommt. Diesem Schüler wurde ein *sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf* in den Bereichen Lernen und Sprache diagnostiziert. Der Schüler 3 dieser Gruppe, der als *leistungsstark* beschrieben wird, ist der Schüler, der am meisten Hilfe in Bezug auf die zeitlichen Anteile gibt.
In der Gruppe Gs5K2G2 lernen zwei SchülerInnen mit beschriebenen *sprachlichen Schwierigkeiten*; von diesen zweien ist Schüler 1 derjenige, der in der Gruppe am meisten Hilfe gibt. Neben seinen *sprachlichen Schwierigkeiten* beschreibt die Lehrperson ihn als motiviert und naturwissenschaftlich interessiert.

Die berechneten Gesamtflächen der helfenden Zeitanteile zeigen, dass die Gruppen unterschiedlich viel Zeit auf das Helfen verwenden (s. Anhang E, Abb. I). Dabei zeigen sich Gruppen, in denen insgesamt sehr wenig helfende Zeitabschnitte vorliegen, wie Gs4K1G6 und Gs4K1G3 mit je ca. drei Minuten. Dabei gehört Gs4K1G6 zu den Gruppen, in denen sich die Anteile relativ gleichmäßig auf die SchülerInnen verteilen. Bei Gs4K1G3 dagegen verteilen sich die Anteile sehr unterschiedlich auf die GruppenteilnehmerInnen. Weiterhin zeigen andere Gruppe deutlich höhere helfende Zeitanteile, wie bspw. Gs2K1G3 mit 7:37 min. und damit mehr als doppelt so lange Zeitabschnitte (s. Anhang E, Abb. I).

c) Wie verteilen sich die Anteile des nebeneinanderher Arbeitens auf die Gruppenmitglieder?

Wie bereits beschrieben, sind die Zeitanteile, in denen einzelne SchülerInnen nebeneinanderher arbeiten insgesamt gering. Abbildung 82 zeigt die Zeitflächen in denen die einzelnen SchülerInnen je Gruppe nebeneinanderher arbeiten. Dabei zeigen sich unterschiedliche Muster, die im Folgenden unter der Beachtung von *Diversitätsmerkmalen* beschrieben werden.

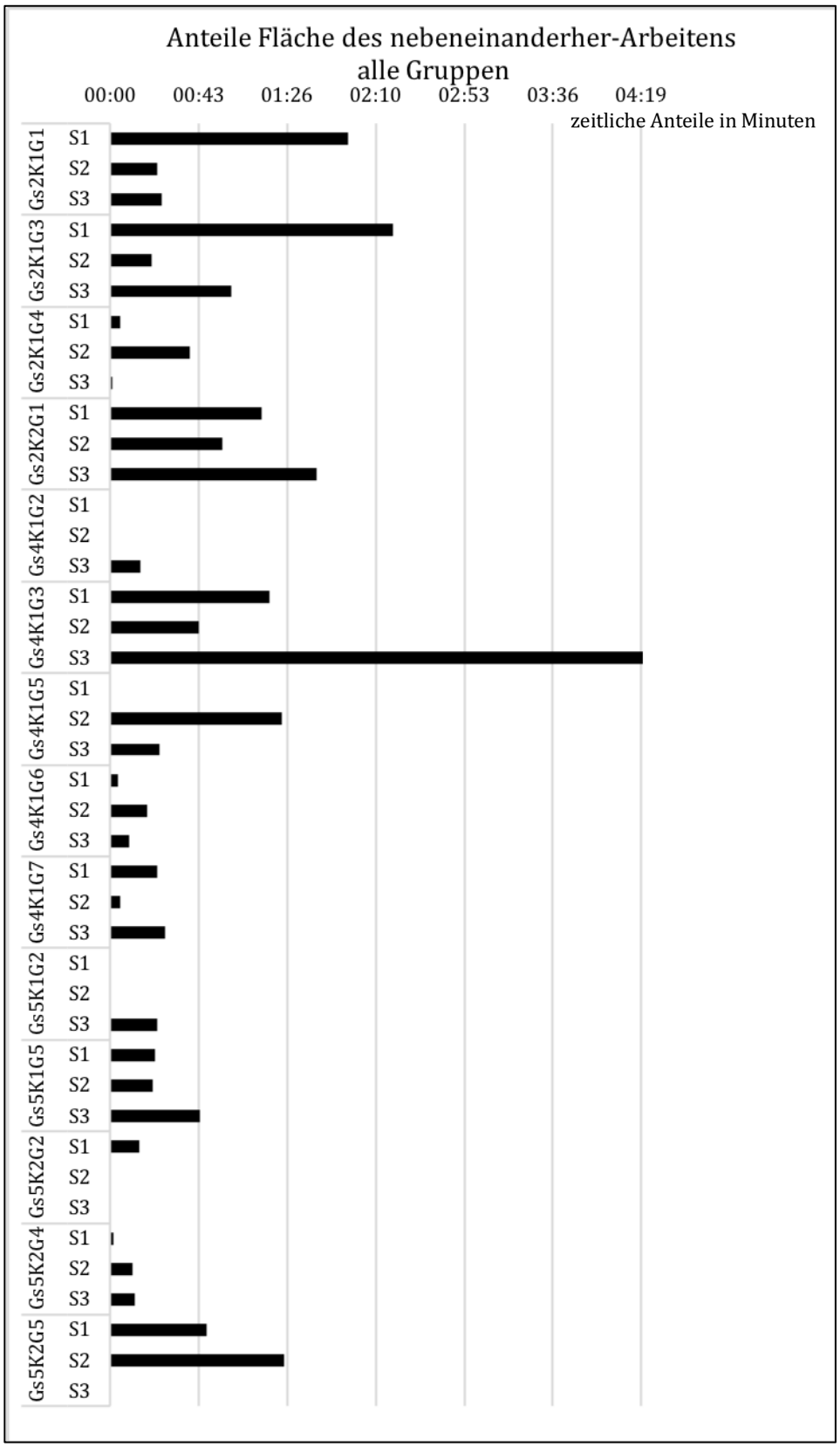


Abb. 82: Anteile Flächen des Nebeneinanderher aller Gruppen

Alle drei SchülerInnen zeigen Zeiten des Nebeneinanderher

Bei den folgenden Gruppen zeigen alle drei Lernenden Zeiten des nebeneinanderher Arbeitens: Gs2K1G1, Gs2K1G3, Gs2K1G4, Gs2K2G1, Gs4K1G3, Gs4K1G6, Gs4K1G7, Gs5K1G5, Gs5K2G4.

Die Lernenden zeigen in der Gruppe unterschiedlich viel Zeit dieses Kooperationstyps. In Gruppe Gs2K1G1 arbeiten Schülerin 2 (LS) und Schülerin 3 (LS) in etwa gleich viel Zeit nebeneinanderher, aber Schülerin 1 (SO Lernen und Sprache) im Vergleich zu diesen fünfmal so lang. Ebenso zeigen in der Gruppe Gs5K1G5 zwei SchülerInnen gleich große Anteile (S1, SP; S2, SO Lernen) und die Schülern 3 etwas mehr. Auch in der Gruppe Gs2K1G4 arbeitet eine Schülerin häufiger nebeneinanderher, nämlich Schülerin 2 (MA). Ebenso zeigt Schüler 1 (LS) der Gruppe Gs2K1G3 die längste zeitliche Fläche dieses Kooperationstypes. Schüler 3 (LS) dieser Gruppe zeigt längere Zeitabschnitte, als Schüler 2 (SO emotional-soziale Entwicklung). Die SchülerInnen 1 (SP) und 3 (MA) arbeiten in der Gruppe Gs4K1G7 relativ gleich lange und SchülerIn 2 (LS) nur kurz und deutlich weniger nebeneinanderher. Dies gilt in ähnlicher Weise für Schülerin 2 (LS) und 3 (SP Lernen) der Gruppe Gs5K2G4. In den Gruppen Gs2K2G1 und Gs4K1G6 arbeiten alle SchülerInnen ungefähr gleich viele zeitliche Anteile nebeneinanderher. Am auffälligsten ist die Gruppe Gs4K1G3, in der Schülerin 3 (LS) mit deutlichem Abstand, nicht nur innerhalb der Gruppe, sondern auch im Vergleich zu den anderen Gruppen, am meisten Zeit nebeneinanderher arbeitet.

Zwei SchülerInnen zeigen Zeiten des Nebeneinanderher

Jeweils zwei SchülerInnen der Gruppen Gs4K1G5, und Gs5K2G5 zeigen Zeiten, in denen sie alleine nebeneinanderher arbeiten. In der Gruppe Gs5K2G5 arbeitet Schülerin 2 etwas mehr nebeneinanderher als Schüler 1 (SO). Und in Gruppe Gs4K1G5 zeigt sich Schüler 2 (SO Lernen, Sprache) mehr nebeneinanderher arbeitend als Schüler 3 (LS).

Ein/e SchülerIn zeigt Zeiten des Nebeneinanderher

In drei Gruppen arbeitet lediglich jeweils ein/e SchülerIn nebeneinanderher: Gs4K1G2-S3 (SO Lernen und Sprache), Gs5K1G2-S3 (SP), Gs5K2G2-S1 (SP). Alle diese zeitlichen Anteile liegen unterhalb von 40 Sekunden und sind damit von kurzer Dauer.

Zwischenfazit: gemeinsames Lernen gruppenspezifisch

Die gruppenspezifischen Beschreibungen der gemeinsamen Lernsituationen machen deutlich, wie unterschiedlich diese in den einzelnen Gruppen ausgestaltet werden. Es finden sich Gruppen, die mehr kollaborieren als andere, und die Verteilung kann sowohl alle SchülerInnen gleichermaßen betreffen, aber sich auch auf bestimmte Konstellationen beziehen. Einige SchülerInnen sind sogar in alle Kollaborationen eingebunden. Die SchülerInnen, die im Vergleich zu ihren Gruppenmitgliedern weniger stark in die Kollaborationen eingebunden sind, gehören zur Gruppe der SchülerInnen mit *sonderpädagogischem*

Unterstützungsbedarf. Das Helfen gestaltet sich noch differenter in den einzelnen Gruppen: Es gibt Gruppen, in denen bestimmte SchülerInnen viel Hilfe geben oder Hilfe bekommen. In manchen Gruppen bezieht sich dies auf einen oder aber auf zwei SchülerInnen. In zwei der Gruppen, in denen ein Lernender auffällig viel Hilfe bekommt, ist dies ein/e SchülerIn mit diagnostiziertem *sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf* und der Lernende, der besonders viel Hilfe gibt, wurde als *leistungsstark* beschrieben. Es zeigt sich in diesem Muster auch eine Gruppe, in der ein Schüler mit *sprachlichen Schwierigkeiten* viel Hilfe gibt. Auch zeitliche Anteile des Helfens gestalten sich verschieden: Einige Gruppen arbeiten insgesamt nur sehr kurz, andere deutlich länger helfend. Inwieweit hinter diesen Mustern ein „Hilfe suchen" oder „Hilfe geben" steckt, soll in den Fallbeschreibungen betrachtet werden. Auch das nebeneinanderher Arbeiten zeigt sich in den betrachteten Gruppen verschieden. Teilweise arbeiten nur bestimmte SchülerInnen lernimpulsbezogen neben den anderen her oder die Häufigkeiten sind verschieden. Im Gegensatz zum Helfen und Kollaborieren können hier keine typischen *Diversitätsmerkmale* den Mustern zugeordnet werden. Das gemeinsame Lernen gestaltet sich demnach in den verschiedenen Gruppen unterschiedlich und die SchülerInnen sind unterschiedlich stark eingebunden. Es lässt sich eine geringe Tendenz dahingehend beschreiben, dass SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* in ausgewählten Gruppen weniger kollaborieren und mehr Hilfe bekommen als andere. Da sich jedoch auch viele Gruppen zeigen, in denen sich diese Beobachtungen nicht bestätigen lassen, sollen in den Fallbeschreibungen solche Fälle im Besonderen betrachtet und das Zustandekommen der gemeinsamen Lernsituationen interpretiert werden.

5.6.4.3 Gemeinsames Lernen aus LehrerInnensicht

E 3. In welcher Weise reflektieren die Lehrpersonen im Interview, ob gemeinsames Lernen zwischen den SchülerInnen stattgefunden hat?

Innerhalb der Einzelinterviews mit den Lehrkräften wurde diesen die Frage gestellt, inwiefern in den Kleingruppen gemeinsames Lernen stattgefunden hat und ob sie dies gegebenenfalls auf bestimmte Elemente der Unterrichtskonzeption zurückführen würden.
Die Gs2L1K1 beschreibt, dass sie vermutet, dass gemeinsame Lernsituationen stattgefunden haben und sich auch einen positiven Effekt in Bezug auf die Klassengemeinschaft erhofft:

> *Ich glaub' schon, dass die was voneinander gelernt, aber auch miteinander gelernt haben und dass auch einiges, hoffe ich, auch für die Klassengemeinschaft auch ´n bisschen dabei ´rum gekommen ist.* (Gs2L1K1, Z.88)

Eine weitere Lehrperson (Gs2L2K2) beschreibt, dass sie die Erfahrung, die Kleingruppen heterogen zusammenzusetzen, als positiv wahrnimmt und dies in ihren Unterrichtsalltag übertragen möchte:

> *Also, ähm, mit der Schülerzusammenstellung glaub ich, es ist natürlich in der Klasse oft so, dass die tatsächlich an ihren Tischen arbeiten, ne oder mit dem Nachbarn, [...]*

> *das hat sich für mich nochmal so ´n bisschen bestätigt, dass man das öfter machen sollte, dass die wirklich so, weil häufig manche Kinder nie miteinander sprechen, weil die einfach gar keine Berührungspunkte haben, ähm, das fand ich ganz gut, auf jeden Fall, dass das so bunt gemischt ist und da sollte man, glaub ich, öfter sich selber nochmal so dran erinnern, einfach auch für die Klassengemeinschaft, ne, das sie so, sich alle so ´n bisschen besser kennenlernen. [...] Die arbeiten einfach auf sehr unterschiedlichen Niveaus, ne, und häufig werden die dann eben auf gleichen oder finden sich automatisch so zusammen, da wissen die: „Ok, die ist in Mathe genauso weit wie ich und mit der arbeite ich jetzt zusammen." Ne, es geht auch nicht immer, aber so zwischendurch ist es, glaub ich, gar nicht schlecht, dass man die auch mit stark und schwach, äh mal durchmischt. Also für beide Seiten einfach, ne.* (Gs2L2K2, Z.44, 46)

Lehrperson Gs4L1K1 beschreibt in der Reflexion der Kleingruppenarbeiten der SchülerInnen, dass sich auch stillere SchülerInnen in die Gruppen eingebracht haben. Außerdem führt sie an, dass die SchülerInnen aktiv am Lerngeschehen beteiligt sind und sich untereinander austauschen:

> *Ich fand's eigentlich angenehm, wie die doch sich in den Gruppen zurechtgefunden haben und die das Gespräch miteinander gefunden haben, oder auch mal etwas stillere Kinder zu beobachten, wie sie sich da doch mit einbringen konnten, oder andere sie angewiesen haben „jetzt schreibst du das mal!" oder „jetzt machst du das mal!" Das fand ich eigentlich sehr angenehm und schön. [...]*
> *Ja. Die haben zusammen was gemacht, teilweise auch noch zurückhaltend, aber die haben auf jeden Fall gehandelt, agiert und irgendwie [...] Ich hab´ manchmal auch Rückfragen gestellt, also wenn ich irgendwie das Gefühl hatte, der eine guckt mehr beim andern, was der macht, oder übernimmt das einfach, aber die wussten auch, was sie tun. Also ein-zweimal habe ich mir dann erlaubt, mal irgendwo eine Frage zu stellen, und da hatte ich aber auch das Gefühl, die wissen, was sie machen. Und ehm hab' auch noch mal gefragt „Was ist denn in dem Glas?" - „Ja da ist Wasser und da ist Wasser mit Salz drin." Also es war auch irgendwie schon klar. Ich hatte das Gefühl schon die sind am Thema dran und kommunizieren auch wirklich miteinander.* (Gs4L1K1 Z.16)

Die fünfte Lehrperson (Gs5L1K1/2) bezieht sich in ihren Beschreibungen auf zwei Klassen, da sie in diesen anwesend war. Sie beschreibt zum einen, dass die SchülerInnen sich in der Gruppenarbeit abwechseln und sie zum anderen die Heterogenität in den Gruppen als positiv für das Erreichen der Ziele einschätzt. Außerdem beschreibt sie, dass die starken SchülerInnen auch die schwächeren einbezogen haben. Ein Lernen voneinander beschreibt sie in Bezug auf das Prüfen der Ideen:

> *Ich hatte schon das Gefühl, dass die das gut hinbekommen haben, dass die sich abgewechselt haben - also alle Gruppen kann ich jetzt nicht sagen - aber so Gruppen, die ich beobachtet habe, weil ich bin ja auch meistens sitzen geblieben. Aber was ich so beobachtet habe, haben die sich immer abgewechselt auch, und ich hab auch - ich glaub in der Gruppe von/ war das von [Schüler x] (?) - da wurde dann gezeigt „jetzt musst du das noch machen" oder „hier müssen wir erst noch aufschreiben" und dann haben die alle aufgeschrieben. Also so die Kinder, die da unstrukturiert rangehen und einfach mal eben schnell das Experiment machen und gar nicht so gucken. Also da hatten wir ja auch in je/ so Gruppen mäßig geguckt, dass da/ durch diese Heterogenität in den Gruppen, ich glaub nicht oder ich konnte nicht beobachten, dass jetzt die starken Kinder – sag ich mal – alles gemacht haben und die andern Kinder so (.) ja Arbeiten gemacht haben wie (.) ja sag ich mal (..) wie so Handlangerarbeiten, oder*

> *wie soll ich das nennen. Also die haben/ ich find/ ich find die haben echt schön zusammengearbeitet. Also die Gruppen, die ich gesehen hab, haben sich abgewechselt, es gab klare Absprachen da und dadurch also konnten die auch auf jeden Fall voneinander lernen, gerade auch wenn/ ich hab/ als es dann darum ging, wenn die irgendwie irgendwelche Behauptungen prüfen sollten.* (Gs5L1K1/2 Z.34)

Sie beschreibt auch in Bezug auf einen Schüler, von dem keine Gruppenanalyse stattgefunden hat, dass es ihm trotz seiner Schwierigkeiten im sprachlichen Bereich sowie in seiner Motivation gelungen ist, in der Gruppe zu arbeiten:

> *Er konnte ja alles mitmachen, weil er ist vom/ er ist/ er ist ein cleveres Kerlchen, nur er hat halt diese Lese-Rechtschreibschwierigkeit, nicht diagnostiziert, aber ja und das ist auch ganz viel, warum er nicht ans Arbeiten kommt. Also das ist auch eigentlich immer so eine Eins zu Eins Betreuung, damit er überhaupt was macht. Und da hat er ja auch schön in der Gruppe mitgearbeitet. [...] Auf jeden Fall war das auch schön zu sehen, dass der da so mitmachen konnte. Also allgemein würde mich auch kein Kind einfallen was da nicht mitgearbeitet hat, ne? Was sich da irgendwie ausgeklinkt hat?* (Gs5L1K1/2 Z.25)

5.6.5 Fazit zu „Gemeinsames Lernen“

Die Lehrpersonen beschreiben, dass aus ihrer Sicht gemeinsames Lernen innerhalb der Gruppenarbeit stattgefunden hat. Dies führen sie zum einen darauf zurück, dass die SchülerInnen sich austauschen, bei Aufgaben abwechseln oder sie über den Lerngegenstand Bescheid wissen. Zwei Lehrpersonen erhoffen sich davon eine Verbesserung für die Klassengemeinschaft. Außerdem haben zwei Lehrkräfte die heterogene Zusammensetzung der SchülerInnen als positiv wahrgenommen. Eine Lehrperson beschreibt außerdem, dass stärkere SchülerInnen den schwächeren helfen konnten, dass aber auch leistungsschwächere SchülerInnen mitarbeiten konnten. Die Einschätzungen der Lehrkräfte können mit Blick auf die beschriebenen Ergebnisse zu den gemeinsamen Lernsituationen bestätigt werden. Die Unterrichtskonzeption ermöglicht, dass die SchülerInnen verschiedene Handlungen durchführen. Die Schülerinnen erklären und lesen oft, die Handlungen sind jedoch eher von kurzer Dauer. Sie schreiben seltener etwas auf oder führen Versuchsschritte durch. Diese Handlungen sind jedoch eher von längerer Dauer. Das Schlussfolgern und Denken taucht eher selten auf und ist im Vergleich von durchschnittlicher Dauer. Die Analysen der Flächen der Kooperationstypen zeigen, dass die Unterrichtskonzeption gemeinsame Lernsituationen initiiert, die zum großen Teil symmetrisch gestaltet werden. Nebeneinanderher wird wenig gearbeitet und das Helfen taucht zwar häufiger auf, ist jedoch von eher kurzer Dauer und somit nicht so intensiv und langandauernd.
Die gruppenspezifischen Auswertungen zeigen, dass sich innerhalb der Gruppen in Bezug auf die Kooperationstypen verschiedene Muster herauskristallisieren. Identifiziert wurden Gruppen, in denen sich sowohl kollaborierenden und helfenden Handlungen als auch

die des nebeneinanderher Arbeitens im Besonderen auf bestimmte SchülerInnen verteilen. Dabei wurde in einzelnen Gruppen herausgestellt, dass SchülerInnen mit sonderpädogischem Unterstützungsbedarf etwas weniger in die gesamte Kollaborationszeit einer Gruppe eingebunden sind. Auch fiel auf, dass in zwei Gruppen SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* auffällig mehr Hilfe bekommen und diese von *leistungsstärkeren* SchülerInnen gegeben wird. Eine andere Gruppe zeigt viele Hilfe gebende Handlungen eines Schülers mit *sprachlichen Schwierigkeiten*. Beim nebeneinanderher Arbeiten ließen sich keine diversitätsmerkmalspezifischen Beschreibungen ableiten. Es sei angemerkt, dass die Lehrpersonen darauf hindeuteten, dass die SchülerInnen zum großen Teil zum ersten Mal in den hier vorhandenen Gruppenkonstellationen zusammenarbeiten. Ein wiederholtes gemeinsames Arbeiten in den Gruppen könnte ggf. zu verstärkten Rollenzuschreibungen oder aber auch zu anderen Konstellationen hinsichtlich kollaborativer oder helfender Anteile führen. Garrote (2015) beschreibt, dass es bedeutsam ist, kooperative und helfende Handlungen zu zeigen, um in inklusiven Klassen sozial akzeptiert zu sein. Inwiefern kollaborierendes Experimentieren hier eine Chance bietet, langfristig die soziale Akzeptanz von SchülerInnen zu steigern, bleibt offen.

Die analysierten Überschneidungen von Kooperationshandlungen und -typen zeigen, dass sich Handlungen für die jeweiligen Kooperationstypen als typisch herausstellen lassen. Es wurde zum einen ausgewertet, welche Handlungen häufig gleichzeitig mit welchem Typen codiert wurden: Am häufigsten nebeneinanderher wurden das Aufschreiben und das Lesen codiert. Zum anderen wurde betrachtet, wie sich einzelne Handlungen durch die Typen charakterisieren lassen. Das Abgucken, Aufschreiben und Lesen wurden öfter als nebeneinanderher, anstelle von kollaborierend und helfend kategorisiert. Als häufige helfende Handlungen können das Vorsagen, Erklären und Lesen festgehalten werden. Typisch helfend gestalten sich das Vorsagen und das Erfragen. Angemerkt wurde, dass hier möglicherweise Rollenzuschreibungen zutage treten, die hinter Hilfe gebenden und Hilfe nehmenden Aktionen stehen können. Für die symmetrische Kooperationsform der Kollaboration wurde als typisch das Metakooperieren, Erklären, Deuten, Beobachten, Schlussfolgern und einen Versuchsschritt durchführen herauskristallisiert. Das Erklären kann als Form der argumentativen Kollaboration beschrieben werden und das kollaborierende Metakooperieren zeigt, dass die Kooperation an sich symmetrisch ausgehandelt wird. Die anderen typisch kollaborierenden Handlungen lassen schlussfolgern, dass ein naturwissenschaftliches Arbeiten eine Möglichkeit bietet, gemeinsame Lernsituationen zu schaffen, die gleichzeitig fachlich ausgestaltet sind. Die SchülerInnen können sich kollaborierend zeigen und partizipieren zudem an fachlichen Lernprozessen. Wie beschrieben, wird dem handlungsorientierten Experimentieren bereits ein hohes Potential sowohl in Bezug auf den Zugang zum Lerninhalt als auch in Bezug auf Selbstwirksamkeitserfahrungen von SchülerInnen zugesprochen. Dass es zudem auch noch inklusives Potential bietet, scheint eine besondere Chance des naturwissenschatlichen Lernens im inklusiven Kontext darzustellen. Außer-

dem zeigen die Ergebnisse, dass auch der Leseprozess zu einem großen Anteil kollaborierend stattfindet, was darauf hinweist, dass die Lernmaterialien eine Partizipation am Leseprozess der Gruppe ermöglichen. Dieses Potential des Lesens und der naturwissenschaftlichen Handlungen wird besonders deutlich an den häufigsten Handlungen, die kollaborierend codiert wurden: lesen, erklären, beobachten und einen Versuchsschritt durchführen.
Inwieweit sich die einzelnen Prozesse innerhalb der Gruppe ausgestalten und inwiefern dabei Merkmale der Unterrichtskonzeption genutzt werden oder unterstützend wirken, soll anhand der Fallbeschreibungen in Kap. 5.7 ausdifferenziert werden.

5.7 Fallbeschreibungen

Als eine Auswertungsmethode der qualitativen Inhaltsanalyse beschreibt Kuckartz (2016) die Möglichkeit, über Kategoriensysteme hinaus und auf der Grundlage der bereits abgeschlossenen Analysen Fälle zu charakterisieren und tiefergehend zu beschreiben.
Im Folgenden werden dazu einzelne Gruppen in Bezug auf Vorstellungsentwicklungen der einzelnen SchülerInnen, deren Nutzung der Modelle und die Gestaltung der gemeinsamen Lernsituationen genauer betrachtet. Für diese Fallbeschreibungen wurden Gruppen ausgewählt, die sich in den vorangegangenen Analysen durch auffällige Befunde von anderen unterscheiden. Folgende Kriterien waren dabei ausschlaggebend:

- Auffälliger Verlauf in der Vorstellungsentwicklung einzelner SchülerInnen der Gruppe
- Auffällige Verteilung von helfenden Anteilen
- Auffällige Verteilung des nebeneinanderher Arbeitens
- Auffällige Verteilung der kollaborierenden Anteile
- Geringe Anzahl an Codierungen insgesamt in Bezug auf die gemeinsamen Lernsituationen
- Lehrperson beschreibt explizite Auffälligkeiten aus ihren Beobachtungen in Bezug auf eine/n SchülerIn der Gruppe/ die gesamte Gruppe

Die Kriterien, nach denen die Gruppe bzw. die/der SchülerIn ausgesucht wurde, werden jeweils zunächst benannt. Es schließen sich Charakterisierungen der SchülerInnen, Beschreibungen der Vorstellungsentwicklungen, der Modellnutzung sowie der gemeinsamen Lernsituationen an. Als Datengrundlage dienen die zuvor getätigten Analysen, die Forscherprotokolle sowie die Auswertungsbögen (AuB). Bei den Beschreibungen der Fälle soll auch einbezogen werden, inwiefern Elemente der Unterrichtskonzeption die SchülerInnen bei den zu beschreibenden Abläufen unterstützen, bzw. die SchülerInnen auf diese zurückgreifen. Um solche Aspekte zu verdeutlichen wird im Rahmen der Analysen ein tiefergehender Blick in die Videografien der Kleingruppenarbeiten oder aber der Interviews über

die zuvor angefertigten Kategorisierungen vorgenommen. Hierbei wird u. a. der Blick darauf gerichtet, wie die SchülerInnen in den Gruppen mit anormalen Daten bzw. den kognitiven Konflikten umgehen und zu Schlussfolgerungen gelangen. Als Fundstellen wird jeweils der Beginn der Aktion festgehalten. Außerdem werden die bearbeiteten Lernmaterialien (bM) zur Analyse hinzugezogen. Abschließend wird zu jedem Fall ein Fazit gezogen, in dem die Befunde aufeinander bezogen und interpretiert werden. Mögliche Lösungsansätze oder Optimierungen der Unterrichtskonzeption sollen dabei reflektiert werden.

F) Individuelle Gestaltung der Vorstellungsentwicklungen und des gemeinsamen Lernens

F1. Wie gestalten sich individuelle Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen und das gemeinsame Lernen in den Kleingruppen?

F.1.1 Lassen sich Zusammenhänge zwischen Vorstellungsentwicklungen und der Ausgestaltung des gemeinsamen Lernens erkennen?

F2. Welche Elemente und Gestaltungsmerkmale der Unterrichtskonzeption erweisen sich in Bezug auf Vorstellungsentwicklungen und das gemeinsame Lernen als unterstützend?

5.7.1 Gruppe Gs4K1G6

Kriterium: Schülerin Gs4K1G6-S1 zeigt im Post-Interview und Follow-up keine anschlussfähige Vorstellung

Charakterisierungen der SchülerInnen

Die Lehrperson beschreibt die Schülerin 1 als fleißig, motiviert, konzentriert und zurückhaltend. Die Schülerin braucht viel Zeit zum Lernen, viel Übung und Wiederholung. Außerdem zeigt sie sich in neuen Situationen unsicher. In Bezug auf Fähigkeiten im Sachunterricht gibt die Lehrperson an, dass die Schülerin weniger eigene Ideen entwickelt oder Vermutungen anstellt, jedoch gerne praktisch arbeitet, an neuen Dingen interessiert ist und auf vorhandenes Wissen zurückgreift. Der Schülerin wurden die sonderpädagogischen Unterstützungsbedarfe Lernen sowie emotional-soziale Entwicklung diagnostiziert (Gs4K1G6-S1_AuB).

Schüler 2 wird als strebsam, offen und lieb beschrieben. Besondere Stärken oder andere Bemerkungen notiert die Lehrperson für diesen Schüler nicht. Sein Lernverhalten beschreibt sie jedoch als fleißig und ausdauernd und auch in den Bereichen des Sachunterrichts wird er durchgehend positiv eingeschätzt (Gs4K1G6-S2_AuB).

Zu Schülerin 3 notiert die Lehrperson, dass sie viel Zeit für neue Lernschritte benötigt, sich aber gut konzentrieren kann. In Bezug auf das Sozialverhalten wird die Schülerin als lieb, schüchtern und zurückhaltend beschrieben. Außerdem zeigt sie kein ausgeprägtes mathematisches Verständnis. In den Bereichen eigenständig Fragen stellen, Vermutungen und eigene Ideen entwickeln wird sie als durchschnittlich, in den weiteren sachunterrichtlichen Bereichen als positiv eingeschätzt. Als markante Beschreibung von drei Wörtern nutzt die Lehrperson für diese Schülerin die Worte „zurückhaltend", „fleißig" und „lieb" (Gs4K1G6-S3_AuB).

Vorstellungsentwicklungen und Modellnutzung

Tab. 42: Vorstellungsentwicklungen Gruppe Gs4K1G6

		Schülerin 1	**Schüler 2**	**Schülerin 3**
Beobachtung		es löst sich auf	es löst sich auf	Das Salz löst sich auf
Auswahlantwort **Begründung**		„Zu Wasser" Weil es zu Wasser geworden ist	„flüssig" weil das Salz	„flüssig" weil das Salz nicht mer sied
Begründungen Forscherprotokoll		„man das Salz nach dem Kochen wider sieht." „sich das Salz nicht flüssig geworden ist." „das Salz nicht zu Wasser geworden ist."		
Vorstellung im Post-Interview		Das Salz ist flüssig geworden. (unsicher)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	durch I reproduziert	intendiert	nicht gefragt
	2	nicht gefragt	nicht begründet	durch I reproduziert
	3	durch S reproduziert	intendiert	nicht gefragt
Vorstellung im Follow-up		Das Salz ist zu Wasser geworden.	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	lebensweltlich	intendiert	fachlich
	2	-	lebensweltlich	lebensweltlich
	3	-	intendiert	lebensweltlich

Die SchülerInnen halten als Beobachtung in der Phase „Schau genau!" fest „Es löst sich auf". Schülerin 1 wählt die Antwort „Das Salz ist zu Wasser geworden." in der Diagnoseaufgabe aus (Gs4K1G6-S1_AuB). Die Schülerin 2 und der Schüler 3 wählen die Auswahlantwort „Das Salz ist flüssig geworden." (Gs4K1G6-S2/S3_AuB) (s. Tab. 42).

Die Gruppe schließt auf dem Forscherprotokoll die ersten beiden Ideen intendiert begründet aus. Bei der zweiten Idee bezieht sich die Gruppe jedoch nur darauf, dass das Salz nicht flüssig geworden ist, ein Bezug zur nicht vorhandenen Wärme für den Aggregatzustandswechsel wird nicht angeführt. Bei einem Blick in die Gruppenarbeit im Video wird deutlich, wie es zu dieser Schlussfolgerung kommt. Im Rahmen der Bearbeitung der Fokusfragen im

Anschluss an den Versuch fällt es den SchülerInnen schwer, die Schlussfolgerung zu ziehen, dass das Salz auch im Wasser nicht flüssig werden kann. Alle drei SchülerInnen kreuzen bei diesen Aufgaben auf die Frage, ob die Wärme der Kerze ausreicht, um das Salz flüssig zu machen, „nein" an. Bei der Frage, ob die Wärme vom Wasser ausreicht, um das Salz flüssig zu machen, kreuzen sie „ja" an. Begründungen zu dieser Auswahl notieren sie keine. Als eigene Begründung zur Streichung der Idee schreiben Schülerin 1 und 3 auf ihre Lernmaterialien „weil das Salz zu Wasser wird" (s. Gs4K1G6-S1_bM), wobei Schülerin 1 Schülerin 3 vorsagt, was sie notieren soll. Schüler 2 notiert als Begründung des Streichens auf dem Protokollbogen „weil das Salz nicht flüssig geworden ist" (Gs4K1G6-S3_bM). Nachdem die SchülerInnen auf das Ausfüllen des Protokollbogens fokussiert wurden, sagt Schülerin 1 „Ich glaube, das stimmt nicht. Aber ich hab' auch überhaupt keine Idee." (Gs4K1G6_Do 27:57 min.) Sie nutzt an dieser Stelle die zuvor durch die Lehrperson benannte Wortspeicherkarte zur Formulierung. Schüler 2 ist derjenige, der alleine nebeneinanderher den Ausschluss der Idee auf dem Forscherprotokoll notiert. Die anderen beiden Schülerinnen sind in diesen Prozess nicht eingebunden (Gs4K1G6_Do 28:03 min.).
Während die SchülerInnen die Fokusfragen zur Idee „Ist das Salz zu Wasser geworden" bearbeiten, sprechen sie darüber, dass die Kartoffel schwimmt und daher noch Salz im Wasser ist (Gs4K1G6_Do 45:43 min.). Dies entspricht der Intention des Lernimpulses. Dementsprechend notieren die SchülerInnen als Begründungen der Fokusfrage „Kann in Glas 2 wirklich nur Wasser sein?": „Nein, weil in dem 2 Glas auch noch Salz ist." (S3); „weil bei den Salzwasser die Kartoffel oben bleibt" (S2); „weil bei den zalz Wasser Bleibt die Kadofel oben" (S1). Auf dem Protokollbogen wird der Ausschluss von Schüler 2 alleine lebensweltlich begründet, die anderen Schülerinnen sind nicht beteiligt und es findet sich ein Zirkelschluss: „weil das Salz nich zu Wasser geworden ist" (Gs4K1G6_Forscherprotokoll).
Schüler 2 und Schülerin 3 zeigen sowohl im Post-Interview als auch im Follow-up Test eine anschlussfähige Vorstellung und nutzen dabei den Teilchenbegriff. Schüler 2 schließt die Ideen eins und drei sowohl im Post-Interview als auch im Follow-up intendiert und die zweite Idee im Post-Interview nicht begründet und im Follow-up lebensweltlich begründet aus. Bei Letzterem bezieht er sich vermutlich auf Versuch eins, da er beschreibt, dass das Salz noch zu sehen war (Gs4K1G6-S2_AuB).
Im Post-Interview beschreibt Schülerin 1 zunächst, dass sich das Salz aufgelöst hat. Auf eine Nachfrage, was dies bedeute, beschreibt die Schülerin, dass das Salz flüssig geworden ist. Den Versuch zum ersten Lernimpuls wiederholt der Interviewer und nach mehreren Nachfragen, was in der Schale zurückbleibt, sagt die Schülerin, dass das Salz zu sehen war. Den Versuch zum dritten Lernimpuls („Das Salz ist zu Wasser geworden.") gibt die Schülerin auf Nachfrage selbstständig wieder. Einen Ausschluss der Idee kann sie jedoch nicht durchführen. Den Modellversuch führt sie eigenständig durch. Daraufhin erklärt sie, dass sich das Salz verteilt hat. Bei der Beschreibung der Legosteine verwechselt sie zunächst die Zuordnung der Farben.

Im Follow-up Test schreibt sie „das Zalz hat isch aufgelsöt und ist zu Wasser geworden." Sie schließt die Idee „Das Salz ist flüssig geworden." nicht aus, sie kreuzt „ja" an und schreibt „wall das Salz flüsig geworden ist". Auch bei der darauffolgenden Frage „Ist das Salz zu Wasser geworden?" kreuzt sie „ja" an. Hier schreibt sie als Begründung „wal das zlz dan zu Wasser wurd". Die Idee „Das Salz ist weg." schließt sie aus und begründet „wal das sich auflöst" (Gs4K1G6-S1_AuB).

Gemeinsames Lernen

Die Gruppe zeigt zu 55 % der zeitlichen Anteile kollaborative Kooperationen, zu 10 % helfende und zu 35 % zeitliche Anteile, in denen sie nebeneinanderher arbeiten. In den Kollaborationen sind die SchülerInnen weitgehend gleichmäßig beteiligt, Schülerin 3 ist fast in alle Kollaborationen eingebunden. Die häufigsten kollaborativen Handlungen sind das Erklären, das Lesen und das Beobachten. Ebenfalls verteilen sich die helfenden Anteile relativ gleichmäßig. Schülerin 1 und 3 geben etwas mehr Hilfe als Schüler 2. Am meisten bekommt Schülerin 3 Hilfe (s. Kap. 5.6.4.2 Abb. 81). Im Vergleich zu anderen Gruppen gestaltet sich dies nicht besonders auffällig. Am häufigsten wurden das Vorsagen und das Erklären dem helfenden Typen zugeordnet. Am längsten arbeitet Schüler 2 nebeneinanderher. Und wenn alle SchülerInnen nebeneinanderher arbeiten, wird vor allem aufgeschrieben oder gelesen. Das Schlussfolgern erfolgt durch alle nebeneinanderher oder alleine durch Schüler 2. Bei Handlungen des Deutens kollaborieren alle SchülerInnen miteinander.

Fazit

Schüler 2 zeigt eine erfolgreiche Vorstellungsentwicklung. Er nutzt die anschlussfähige Beschreibung im Post-Interview und Follow-up und nutzt die Lernimpulse, um nicht anschlussfähige Vorstellungen auszuschließen. Seine Auswahlantwort der Diagnoseaufgabe „Das Salz ist flüssig geworden." nutzt er zwar nicht mehr zur Erklärung des Phänomens, er kann diese jedoch nicht begründet oder lebensweltlich begründet ausschließen. Ob die intendierte Schlussfolgerung aus dem Versuch für ihn nachvollziehbar und überzeugend ist, wird nicht ersichtlich.

Schülerin 3 zeigt ebenfalls eine Vorstellungsentwicklung von der Idee „Das Salz ist flüssig geworden." hinzu „Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt." von der sie auch überzeugt zu sein scheint. Diese gewählte Idee im Post-Interview auszuschließen, fällt ihr jedoch schwer. Im Follow-up Test nutzt sie nicht die Lernimpulse, führt aber fachlich richtige oder lebensweltliche Begründungen an. Hierbei nutzt sie oftmals die Beschreibung, dass sich das Salz in Teilchen auflöst. Sie scheint diese Erklärung als überzeugend dafür einzuschätzen, andere Ideen auszuschließen. Weitere mögliche Erklärungsmuster werden weiter unten aufgegriffen.

Die Schülerin 1 zeigt das Präkonzept, dass das Salz zu Wasser geworden ist. Dieses wird im Unterrichtsverlauf nicht zu einer anschlussfähigen Vorstellung verändert. Die Schülerin

zeigt sich sowohl im Post-Interview als auch im Follow-up Test als unsicher und schwankt in diesen zwischen der Beschreibung, dass das Salz flüssig oder zu Wasser wird. Auch in den nicht vorhandenen Ausschlüssen der Ideen im Post-Interview und im Follow-up Test wird ihre Unsicherheit deutlich. Es finden sich mehrere Ansatzpunkte zu möglichen Erklärungen dieser nicht erfolgreichen Vorstellungsentwicklung. Die SchülerInnen vollziehen zu der von Schülerin 1 gewählten Idee „Das Salz ist zu Wasser geworden." eine intendierte Schlussfolgerung und auch sie selbst notiert eine Antwort auf diese Fokusfrage. In das Ausfüllen des Forscherprotokolls ist sie jedoch nicht eingebunden.
Wie beschrieben, beantworten alle SchülerInnen die Fokusfragen zu dem Lernimpuls „Das Salz ist flüssig geworden." nicht intendiert und die Begründung und Schlussfolgerung auf dem Forscherprotokoll wird durch Schüler 2 alleine durchgeführt. Die Schülerin 1 kann sich an den Versuch hierzu zwar im Post-Interview erinnern, aber keine Schlussfolgerung dazu vollziehen und auch keiner der anderen beiden SchülerInnen führt hierzu einen intendierten Ausschluss durch. Die anormalen Daten bzw. der kognitive Konflikt wurde durch die Gruppe nicht erkannt, bzw. wurde aus der Beobachtung im Versuch nicht die Schlussfolgerung und Übertragung auf die Wärme im Wasser vollzogen. Auch die Wiederholung im Plenum scheint die Vorstellungsveränderung der Schülerin 1 an dieser Stelle nicht begünstigt zu haben. Gegebenenfalls hätte es für diese Gruppe unterstützend sein können, wenn vorgegeben wäre, dass jeder Lernende der Gruppe einmal etwas auf dem Protokollbogen notieren sollte. So hätten alle SchülerInnen stärker in das Schlussfolgern und Ausfüllen des Protokollbogens integriert werden können, anstatt das Schüler 2 dieses komplett alleine übernimmt. Interessant ist an dieser Stelle, dass die Schülerin 1 einen Formulierungsvorschlag der Wortspeicherkarte nutzt, die Schlussfolgerung jedoch nicht vollziehen und ihre Aussage somit nicht begründen kann. Möglicherweise hätte ein Formulierungsvorschlag im Rahmen der Wortspeicherkarte mit einer beispielhaften Begründung eine weitere Unterstützung bieten können.
Eine andere Möglichkeit wäre, in der Fokusfrage noch genauer auf das „kalte" Wasser zu verweisen. Dies wurde bislang vermieden, um die Frage nicht zu suggestiv wirken zu lassen, und wurde lediglich im Rahmen der Plenumsphase eingesetzt. Außerdem hatte sich zuvor in den Kleingruppenerprobungen gezeigt, dass die SchülerInnen durchaus in der Lage waren, die Fokusfrage intendiert zu bearbeiten.
Die Schülerin äußert sich im Follow-up Test zu allen Fragen, gibt jedoch im Post-Interview wenige Antworten. Die Lehrperson beschreibt, dass die Schülerin sich in neuen Situationen unwohl fühlt. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Schülerin aufgrund ihrer Unsicherheit sich wenig im Post-Interview äußert. Möglicherweise hätte bereits der Wechsel der Interviewerin an Stelle der unterstützenden studentischen Hilfskraft etwas an der Unsicherheit der Schülerin geändert. In die Gruppenarbeit insgesamt scheint sie jedoch gut integriert zu sein, da sie sowohl in die Kollaborationen eingebunden ist als auch selbst als Hilfe gebend auftaucht.

5.7.2 Gruppe Gs5K2G8

Kriterium: Schüler Gs5K2G8-S2 zeigt im Follow-up keine anschlussfähige Vorstellung

Charakterisierungen der SchülerInnen, Modellnutzung und gemeinsames Lernen

Es liegen keine Charakterisierungsbögen sowie Videografien der Lernimpulsphasen dieser Gruppe vor. Außerdem fehlen Daten zur Beschreibung der Modellnutzung der SchülerInnen.

Vorstellungsentwicklungen

Tab. 43: Vorstellungsentwicklungen Gruppe Gs5K2G8

		Schüler 1	**Schüler 2**
Beobachtung		„wir haben in das wasser ein löffel salz reingetun und umgerührt. Aber dann war am grund des glases ein saltz haufen. Doch als wir nochmal umgerühr haben ist der saltz haufen ferschwunden.“	„Als wir ein Löfel Salz ins glas wo wasser drin ist rein gemacht haben war ein hafuen salz in der mitte vom glas wasser.“
Auswahlantwort Begründung		A (Das Salz ist zu Wasser geworden.) „weil ich als ich mit dem löfel das Saltz im wasser nochmal umgerührt habe ist das passiert“	B (Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.) „weil ich beobachtet hab das unten am Ende des glas noch gans kleine teilchen gehsen habe Also ein gans kleiner haufen Salz“
Begründungen Forscherprotokoll		„weil das Salz dort geblieben ist“ „weil wir das Salz noch gesehen haben“ „wir können die Idee streichen weil wir am“	
Vorstellung im Follow-up		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.	Das Salz ist flüssig geworden.
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	fachlich richtig	lebensweltlich
	2	lebensweltlich	-
	3	lebensweltlich	intendiert

Der Schüler 2 notiert als erste Beobachtung „Als wir ein Löfel Salz ins glas wo wasser drin ist rein gemacht haben war ein hafuen salz in der mitte vom glas wasser.“ (s. Tab. 43). In der darauffolgenden Phase wählt er die fachlich anschlussfähige Antwort „Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.“ aus. Dies begründet er wie folgt: „weil ich beobachtet hab das unten am Ende des glas noch gans kleine teilchen gehsen habe. Also ein gans kleienr haufen Salz.“ (Gs5K2G8-S2_AuB).

Die Gruppe führt nach dem ersten Lernimpuls auf dem Forscherprotokoll eine intendierte Schlussfolgerung durch, indem sie beschreibt, dass sie das Salz noch in der kleinen Schale gesehen haben. Auch die zweite Idee wird intendiert ausgeschlossen. Hier notiert die

Gruppe als Begründung: „weil wir das Salz noch hart gesehen haben." Die Fokusfragen zu diesem Impuls werden intendiert bearbeitet. Beide Schüler schreiben, dass sowohl die Wärme der Kerze als auch die Wärme des Wassers nicht ausreicht, um das Salz flüssig zu machen (Gs5K2G8-S1/S2_bM).
Die dritte Idee wird nicht begründet ausgeschlossen, die Gruppe beginnt jedoch etwas aufzuschreiben. Auf den Lernmaterialien der beiden Schüler wird deutlich, dass sie die Fokusfrage intendiert beantworten. Schüler 1 schreibt auf die Frage, ob in Glas 2 wirklich nur Wasser sein kann: „Nein, weil die Kartoffel noch oben ist." (Gs5K2G8-S1_bM). Schüler 2 beantwortet die Frage im umgekehrten Sinn: „Nein, weil sonst wärü die kartoffel auf den grunt." (Gs5K2G8-S2_bM)
Für die beiden Schüler liegen keine Post-Interviews vor, aber jeweils ein Follow-up Test. Hier antwortet Schüler 2 auf die Frage, was mit dem Salz passiere: „Mama das Salz ist nicht weg den das Salz ist flüssig geworden." Die Idee „Das Salz ist weg." schließt er lebensweltlich begründet aus, indem er schreibt „Nein weil man noch ganz kleine Salz stücke gehsen hat" (Gs5K2G8-S2_AuB). Die Idee „Das Salz ist flüssig geworden." bestärkt er analog zu der Beantwortung der ersten Frage im Follow-up Test. Als Begründung gibt er an: „Das Salz ist flüssig geworden weil es im Wasser ist." Die Idee „Das Salz ist zu Wasser geworden." schließt er aus und notiert dazu: „Nein das Salz ist nicht zu Wasser geworden weil das Salz etwas ganz andere als Wasser ist." (Gs5K2G8-S2_AuB). Schüler 1 schließt alle Ideen aus, nutzt dazu jedoch nicht die Lernimpulse. Immer wieder führt er als Begründung an, dass sich das Salz „in kleinen Stückchen im Wasser ferteilt" (Gs5K2G8-S2_AuB).

Fazit

Schüler 1 verändert seine Vorstellung von einer fachlich nicht anschlussfähigen hin zu einer fachlich anschlussfähigen Vorstellung. Diese nutzt er auch als Begründung für den Ausschluss von anderen Vorstellungen und scheint daher von dieser überzeugt zu sein.
Auch wenn der Schüler 2 zu Beginn bereits die fachlich anschlussfähige Vorstellung ankreuzt, wird durch seine notierten Beobachtungen und die Begründung deutlich, dass seine tatsächliche Vorstellung nicht einer fachlich anschlussfähigen Erklärung entspricht, denn er schreibt, dass er das Salz noch sieht. Auch wenn er im Follow-up Test schreibt, dass das Salz flüssig geworden ist, steckt vermutlich nicht die Vorstellung dahinter, dass es seinen Aggregatzustand verändert, denn er beschreibt, dass es „im Wasser ist" (Gs5K2G8-S2_AuB). Möglicherweise besteht hier eine Vorstellung, die bereits in der ersten Interviewstudie der SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf im Mesozyklus eins beobachtet wurde: Die SchülerInnen gehen davon aus, dass das Salz mit dem Wasser flüssig wird, es quasi „mit schwimmt". Diese Vorstellung könnte man als fachlich anschlussfähig deuten, da es der Vorstellung der Verteilung von kleinen Teilchen nicht widerspricht und kein Aggregatzustandswechsel dahintersteht. Dennoch zeigt der Schüler Gs5K2G8-S2 im Follow-up Test weiterhin die Vorstellung, dass die kleinen „Salz stücke"

noch zu sehen sind. Möglich wäre, dass er hierbei das Salz beschreibt, das nach dem Lernimpuls eins in der Schale zu sehen ist. In Bezug auf seine notierten Beobachtungen scheint die Aussage jedoch eher daraufhin zu deuten, dass er aussagen will, dass er das Salz als kleine Salzstücke noch im Wasser sehen kann. Hier zeigt sich, wie verankerte Vorstellungen auch die Wahrnehmung beeinflussen können (vgl. Möller, 2010). Von einer eindeutigen anschlussfähigen Vorstellung kann nicht gesprochen werden. An dieser Stelle hätte ein Interview mit dem Schüler weiteren Aufschluss über seine Vorstellung und über das, was er tatsächlich mit seinen Aussagen meint, geben können. Auffällig ist darüber hinaus, dass beide Schüler die Fokusfragen intendiert beantworten, im Forscherprotokoll zum großen Teil intendierte Schlussfolgerungen ziehen und somit die Lernimpulse und deren Schlussfolgerungen verstehen. Diese werden jedoch von ihnen nicht dazu genutzt, Vorstellungen im Follow-up Test auszuschließen. Bei Schüler 1 scheint die neu gewonnene Beschreibung für ihn als Begründung auszureichen, um andere Vorstellungen auszuschließen. Schüler 2 führt anderweitige Begründungen an.

5.7.3 Gruppe Gs2K1G1

Kriterium: SchülerIn Gs2K1G1-S1 zeigt sich im Follow-up Test bei anschlussfähiger Vorstellung unsicher, bekommt viel Hilfe, ist weniger stark in Kollaborationen eingebunden, arbeitet am stärksten nebeneinanderher

Charakterisierung der SchülerInnen

Die Schülerin 1 ist im vierten Schulbesuchsjahr und besucht die dritte Klasse. Die Lehrperson beschreibt ihr Arbeits- und Lernverhalten als sehr langsam, die Schülerin „versteht erst nach mehrmaligen Erklärungen“ (Gs2K1G1-S1_AuB). Sie hat große Probleme neue Lerninhalte zu begreifen und der sprachliche Bereich kennzeichnet sich bei ihr durch häufige grammatikalische Fehler und eine Leseschwäche. Auch im Bereich der sachunterrichtsbezogenen Fähigkeiten schätzt die Lehrperson diese Schülerin als eher schwach ein: Gerade in Bezug auf das Argumentieren, Fragenstellen, das Zurückgreifen auf Wissen, die Entwicklung eigener Ideen, das Sammeln außerschulischer Naturerfahrungen und das Anstellen von Vermutungen werden die Fähigkeiten als gering eingeschätzt. Neben den Merkmalen der Zuverlässigkeit, Ruhe und des Willens beschreibt die Lehrperson, dass der Schülerin der sonderpädagogische Unterstützungsbedarf in den Bereichen Lernen und Sprache diagnostiziert wurde (Gs2K1G1-S1_AuB).

Sowohl Schülerin 2 als auch Schülerin 3 werden von der Lehrperson als leistungsstark und motiviert beschrieben. Schülerin 2 wird außerdem als sehr starke Leserin gekennzeichnet. Zur Schülerin 3 erwähnt die Lehrperson, dass sie ebenfalls eine starke Leserin ist, eine sehr

schnelle Auffassungsgabe hat jedoch eigene Interessen oft in den Vordergrund stellt (Gs2K1G1-S2/3_AuB).

Vorstellungsentwicklungen und Modellnutzung

Tab. 44: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs2K1G1

		Schülerin 1	**Schülerin 2**	**Schülerin 3**
Beobachtung		„Das Salz verschvirnt und es wird grau.“	„Das Salz verschwindet und es wird grau und wieder normal.“	„Das Salz verschwindet und es wird grau und wieder normal.“
Auswahlantwort Begründung		D (Das Salz ist weg.)	D (Das Salz ist weg.)	D (Das Salz ist weg.)
Begründungen Forscherprotokoll		„weil es noch da ist“ „es ist hart geworden“ „es ist verschwindet geworden ist“		
Vorstellung im Post-Interview		Das Salz und das Wasser vermischen sich. (unsicher)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	nicht gefragt		
	2			
	3			
Vorstellung im Follow-up		Das Salz ist zu Wasser geworden.	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	reproduziert, fachlich	reproduziert, intendiert	Nicht gefragt
	2	-	fachlich	reproduziert
	3	reproduziert	intendiert	reproduziert

Die Schülerin 1 beschreibt als Beobachtung „Das Salz verschvirnt und es wird grau.“ (Tab. 44). Als Auswahlantwort wählt sie, dass das Salz weg ist. In ähnlicher Weise bearbeiten auch die anderen beiden SchülerInnen die Aufgabe.

Im Forscherprotokoll verwenden sie eine intendierte Begründung für den Ausschluss der ersten Idee. Auch die Begründung der zweiten Idee lässt auf einen intendierten Ausschluss schließen (Tab. 44). Die Fokusfragen werden intendiert bearbeitet, alle Schülerinnen schreiben als Antwort auf die Frage, ob die Wärme vom Wasser ausreicht, um das Salz flüssig zu machen, „Nein, weil es so kalt ist“ (z. B. Gs2K1G1-S3_bM). Die notierte Begründung zum dritten Lernimpuls bleibt in der Interpretation unklar: Die Fokusfragen werden nebeneinanderher bearbeitet (ab Gs2K1G1_Do 19:40 min.). Sie werden von allen dreien intendiert angekreuzt, jedoch nutzen sie unterschiedliche Begründungen: Schülerin 3 schreibt als erstes „da noch salz bei ist.“ Sie tritt in einen kurzen Austausch mit Schülerin 2, während diese als Begründung aufschreibt: „die kartoffel schwimmt in dem mit Salz und nicht in dem Ohne Salz“ (Gs2K1G1-S2_bM). Schülerin 1 fragt in dieser Phase immer wieder die anderen beiden Schülerinnen, ob sie ihr helfen können und was sie aufschreiben soll. Schülerin 3 gibt ihr Hinweise, worauf Schülerin 1 schreibt „weil da Wasser drine ist“

(Gs2K1G1-S1_bM). Während Schülerin 1 und 2 sich die Kartoffeln in den Gläsern genauer anschauen, notiert Schülerin 3 die Begründung für den Ausschluss auf dem Forscherprotokoll (Gs2K1G1_Do 19:40 min.).
Im Post-Interview beschreibt Schülerin 1 zunächst „wenn man noch weiter rührt gehen die alle weg“ (Gs2K1G1-S1_AuB). Nach der Konfrontation mit den anderen Antwortmöglichkeiten beschreibt sie, dass sich das Salz in kleinen Teilchen im Wasser verteilt. Anhand des Modells beschreibt sie dann, dass sich das Salz mit dem Wasser vermischt. Sie stellt dann noch den Bezug auf das Becherglas her und beschreibt, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt hat. Aufgrund dieser Schwankungen der Antworten im Post-Interview wird sie als unsicher eingestuft. Die anderen beiden Schülerinnen zeigen sich davon überzeugt, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt (Gs2K1G1-S2/3_AuB). Schülerin 3 beschreibt anhand des Modells, dass das Salz die gleiche Form behält, sich nicht verändert und nur kleiner wird. Außerdem äußert sie Kritik daran, dass die Legosteine nicht so klein werden können wie das Salz im Wasser und daher diese noch sichtbar sind, das Salz jedoch nicht (Gs2K1G1-S3_I 5:45 min.). Schülerin 2 beschreibt, dass das Modell zeigt, dass das Salz nicht weg ist und es sich nur mit dem Wasser vermischt habe (Gs2K1G1-S2_I 6:23 min.).
Im Follow-up Interview beschreibt Schülerin 1 zunächst, dass das Salz weg ist, beschreibt aber im Anschluss daran eigenständig, dass es in kleinen Teilchen verteilt ist, weil es sich mit dem Wasser vermischt (Gs2K1G1-S1_AuB). Das Modell beschreibt sie in adäquater Weise und nutzt es auf der Ebene der Modellnutzung 1, bei der sie ebenfalls die Formulierung verwendet, dass sich das Salz mit dem Wasser vermischt hat. Die zwei anderen Schülerinnen zeigen sich im Follow-up Interview immer noch von der Antwort „Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.“ überzeugt. Schülerin 2 gelingt es, Idee eins und drei intendiert und Idee zwei fachlich begründet auszuschließen. Sie beschreibt anhand des Modells erneut, dass das Salz nicht weg ist, sondern es in kleinen Teilchen verteilt ist, und äußert die beschriebene Kritik (Gs2K1G1-S2_FU-I 5:17 min.). Die dritte Schülerin wird zur ersten Idee nicht gefragt, reproduziert jedoch Lernimpuls zwei und drei.

Gemeinsames Lernen

In der Gruppe zeigen sich große Unterschiede bei den Anteilen am helfenden Kooperationstyp. Die Schülerin 1 gibt im Vergleich zu den anderen Gruppenmitgliedern sehr wenig Hilfe und bekommt einen großen Anteil an Hilfe. Dies zeigt sich auch auffällig im Vergleich zu den anderen Gruppen.
In Abb. 83 wurde mit Hilfe der Codeline in MAXQDA der zeitliche Ablauf des helfenden Kooperationstyps der Phasen „Schau genau!“ und „Find es heraus! 1 und 2“ dargestellt. Die türkisfarbenen Balken stehen für die Stellen, an denen die Schülerin 1 Hilfe bekommt und die roten Balken zeigen die Momente, an denen sie Hilfe gibt. Ersichtlich wird, dass die Schülerin zu Beginn gar keine Hilfe gibt, jedoch nach und nach auch die Rolle der Hilfe gebenden Schülerin einnimmt.

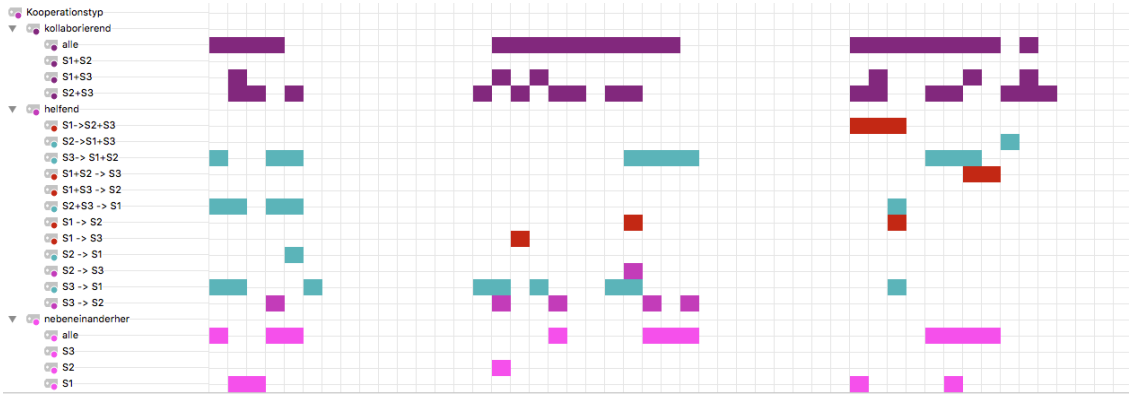


Abb. 83: Zeitliche Gestaltung der helfenden Anteile der Gruppe Gs2K1G1

Betrachtet man diese Situationen genauer, so wird deutlich, dass sie vor allem Hilfe organisatorischer Art gibt, indem sie die anderen Schülerinnen erinnert, ihren Namen auf das Blatt zu schreiben oder die Versuchsschritte bzw. das vorhandene Material abzuhaken (z. B. Gs2K1G1_Di: 34:52 min.). Exakt diese Art der Hilfe wird ihr zuvor in der Phase „Schau genau!“ gegeben (Gs2K1G1_Di: 0:00 min.; 1:35 min.).

Außerdem fragt die Schülerin direkt nach Hilfe und dies vor allem in Situationen, in denen sie etwas aufschreiben möchte: „Was soll ich schreiben?“ (Gs2K1G1_Di 21:29 min..; Gs2K1G1_Do 20:53 min.) „Was noch mal? Verschwindet? [...] Was nochmal? [...] Wie nochmal? Verschwindet? Richtig? [...] Grau, ne? Es wird grau?“ (Gs2K1G1_Di 3:23 min.). In ähnlicher Weise findet sich dieses Hilfesuchen auch in Bezug auf die Beantwortung der Fokusfragen (s. Vorstellungsentwicklungen und Modellnutzung). Sie erhält zum großen Teil Hilfe auf ihre Anfragen.

Die Schülerin ist außerdem weniger stark in die kollaborierenden Anteile eingebunden als die anderen beiden Schülerinnen und arbeitet am stärksten nebeneinanderher. Zum Beispiel führt sie einen Versuchsschritt nebeneinanderher durch, während die anderen sich über die Aufgabenverteilung austauschen (z. B. Gs2K1G1_Di 01:03 min.). Oder aber sie liest oder schreibt etwas auf, während die anderen beiden einen Versuchsschritt durchführen (z. B. Gs1K1G1_Di 1:41; 1:57 min.). Es zeigen sich jedoch auch Stellen, an denen die anderen beiden SchülerInnen über Schlussfolgerungen oder die Aufgabenverteilung diskutieren und die Schülerin unbeteiligt am Tisch sitzt und keine lernimpulsbezogene Handlung durchführt (z. B. Gs1K1G1_Di: 19:12; 21:46; 22:13). Die Aufgabenverteilung ist die Handlung, die besonders häufig von den beiden anderen Schülerinnen kollaborierend durchgeführt wird, ohne dass die Schülerin 1 involviert ist. Lediglich an einer Stelle schlussfolgert sie und zwar alleine nebeneinanderher; in alle anderen Schlussfolgerungen ist sie nicht eingebunden bzw. ihr wird dabei geholfen. Ebenso findet ein kollaborierendes Deuten und Erklären zum höheren Anteil ohne sie statt. Die Kollaborationen, in die sie eingebunden ist, beziehen sich im Besonderen auf die Versuchsschritte und im Allgemeinen

auf die Handlungen, die in dieser Gruppe mit allen SchülerInnen oft kollaborierend stattfinden: Aufgabenverteilung, Beobachten, Lesen, Zur-Verfügung-Stellen von Materialien sowie Durchführen der Versuchsschritte.

Fazit

Die Schülerinnen 2 und 3 scheinen eine Vorstellungsentwicklung von einer fachlich nicht anschlussfähigen Vorstellung zu einer fachlich anschlussfähigen Vorstellung unter der Verwendung des Teilchenbegriffes entwickelt zu haben. Dies zeigt sich nicht nur in ihren Antworten sowohl im Post-Interview als auch im Follow-up, sondern auch in der Art und Weise, wie sie das Legosteinmodell nutzen. Schülerin 2 widerlegt die von ihr angekreuzte Antwort mit Hilfe des Legosteinmodells, das ihr zeigt, dass das Salz nicht weg sein kann. Bei Schülerin 3 wird die Überzeugung anhand ihrer Kritik am Modell deutlich. Sowohl im Post-Interview als auch im Follow-up Interview beschreibt sie, dass die Legosteine nicht so klein werden wie das Salz und daher im Gegensatz zum Salz noch sichtbar sind. So unterstützt das Modell die eine Schülerin in Bezug auf die Überwindung der früheren Vorstellung und zeigt die Überzeugung der Teilchenvorstellung der anderen Schülerin.
Die Schülerin 1 scheint die Vorstellung, dass das Salz weg ist, noch nicht komplett abgelegt zu haben, da sie diese Aussage sowohl im Post-Interview als auch im Follow-up Test wieder einbringt. Gleichzeitig scheint sie jedoch auch die Vorstellung zu entwickeln, dass sich das Salz mit dem Wasser vermischt hat. Auffällig ist außerdem, dass sie durch die Nutzung des Modells im Post-Interview ihre eigene Aussage, das Salz sei weg, revidiert. Im Follow-up leistet sie dies direkt eigenständig. Das Modell scheint sie an die anschlussfähige Erklärung zu erinnern und ermöglicht es ihr, ihre Vorstellung zu revidieren. Die Vorstellung scheint sich im Verlauf vom Post-Interview zum Follow-up Interview noch einmal verfestigt zu haben, da sie hier bereits vor dem Einsatz des Modells von der Aussage, dass das Salz weg ist, zu der Aussage, dass es in kleinen Teilchen verteilt ist wechselt. Hier scheint eine periphere Vorstellungsentwicklung oder aber eine Mischvorstellung erkennbar zu werden.
Die Analysen zum gemeinsamen Lernen machen deutlich, dass die Schülerin 1 zwar in die gemeinsamen Lernsituationen eingebunden ist, jedoch nicht so intensiv wie die andere beiden Schülerinnen. Diese scheinen aufgrund ihrer ausgeprägten Fähigkeiten, die Aufgaben schnell zu durchdringen, sie teilweise in den Gesprächen „abzuhängen“. Dies zeigt sich besonders in den Handlungen der Metakooperation, aber auch im Schlussfolgern, Deuten und Erklären. In Handlungen, die auf das Experimentieren bezogen sind, ist sie jedoch stärker in die Kollaborationen eingebunden. Die Schülerin zeigt jedoch außerdem die Strategie, von sich aus Hilfe einzufordern und dadurch die Ergebnisse der Gruppe nachzuvollziehen. Sie notiert zu jeder Fokusfrage eine intendierte Antwort. Außerdem entwickelt sie im Laufe der Lernimpulsphasen Hilfe gebende Anteile vor allem in Bezug auf organisatorische Dinge, zu denen sie selbst zuvor von den Schülerinnen Hilfe bekommt. Diese Handlungen

hängen direkt mit dem Aufbau der Lernmaterialien zusammen (Abhaken der Versuchsschritte oder Notizen anfertigen) und tauchen aufgrund der ritualisierten Abläufe innerhalb der Lernimpulse immer wieder auf. Die Lehrperson beschreibt im Post-Interview, dass diese Schülerin „in der Gruppe auch total aufgeblüht [ist]." (Gs2L1K1, Z.16), was darauf hindeutet, dass sie sich sonst im Unterricht nicht so stark beteiligt. Auch wenn sie die Lernimpulse nicht zum Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellung nutzt, scheint sie die Versuche dennoch zu erinnern, da sie zwei von diesen im Follow-up Interview reproduziert. Das Teilchenmodell ermöglicht es ihr, anhand der Interaktion ihre Vorstellung zu verdeutlichen. Die Situation in der Kleingruppe und der gleichbleibende Aufbau der Lernmaterialien und Lernimpulse ermöglicht es ihr also, Hilfe gebende Handlungen zu entwickeln und sich so in die Gruppenarbeit einzubringen. Durch ihre Strategie des Hilfesuchens gelangt sie zu annehmbaren Ergebnissen und der handlungsorientierte Zugang ermöglicht es ihr, ihre Vorstellung zu beschreiben. Möglicherweise lässt sich das durch die Lehrkraft beschriebene „Aufblühen" der Schülerin auf die Möglichkeiten zurückführen, die der Unterricht ihr bietet, um sich kollaborierend und helfend zu zeigen.

5.7.4 Gruppe Gs5K2G5

Kriterium: Schüler Gs5K2G5-S1 mit dem sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf im Bereich Sprache zeigt positive Vorstellungsentwicklungen, schließt Vorstellungen intendiert aus, wird von Lehrperson im Interview explizit genannt

Charakterisierung der SchülerInnen

Der Schüler 1 besucht im fünften Schulbesuchsjahr die Schule und hat in der Schuleingangsphase ein Jahr länger besucht. Die Lehrperson beschreibt ihn als impulsiv, hilfsbereit und aktiv. Seine besonderen Stärken sieht sie im naturwissenschaftlichen Bereich, in dem er sich interessiert zeigt. Auch seine Fähigkeiten im logischen Denken beschreibt sie als stark ausgebildet. Ihm wurde der sonderpädagogische Unterstützungsbedarf Sprache diagnostiziert. Dies zeigt sich bei ihm darin, dass er Wörter teilweise silbenweise erliest und große Probleme zeigt, auch kurze Sätze sinnentnehmend zu lesen. Auch in der eigenen Schriftproduktion zeigt er Schwierigkeiten (Gs5K2G5-S1_AuB). Schülerin 2 ist im dritten Schulbesuchsjahr und die Lehrperson beschreibt, dass sie sehr selbstständig, motiviert und konzentriert arbeitet und in allen Lernbereichen sehr weit ist. Die Schülerin geht offen auf alle Kinder zu und ist freundlich, arbeitet jedoch lieber in Einzel- als in Gruppenarbeit. Sie wird als hilfsbereit, intelligent und verlässlich beschrieben und als besondere Stärken der Schülerin notiert die Lehrperson, dass sie mit Kindern mit herausvorderndem Verhalten gut umgehen kann und mit ihnen auch kooperativ zusammenarbeitet (Gs5K2G5-

S2_AuB). Die dritte Schülerin der Gruppe ist ebenfalls im dritten Schulbesuchsjahr. In Bezug auf ihr Arbeits- und Lernverhalten beschreibt die Lehrperson, dass sie oftmals schwer in die Arbeit kommt, sich schnell mit anderen Dingen ablenkt und Aufgaben lieber schnell als ordentlich erledigt. Sie wird als offen, hilfsbereit, zurückhaltend und verspielt beschrieben. Als besondere Stärke vermerkt die Lehrperson, dass sie sich in Konfliktsituationen stets gesprächs- und kompromissbereit zeigt (Gs5K2G5-S3_AuB).

Vorstellungsentwicklungen

Tab. 45: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs5K2G5

		Schülerin 1	**Schüler 2**	**Schülerin 3**
Beobachtung		Salz löst sich auf	Das Salz löst sich auf	Das Salz löst sich auf
Auswahlantwort Begründung		C (flüssig)	B (kleine Teilchen)	C (flüssig)
Begründungen Forscherprotokoll		„weil wir sehen das es noch da ist“ „das salz nich flusig wird!!“ „alles im Salzwasse schwimmt oben“		
Vorstellung im Post-Interview		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)
Ausschluss von nichtanschlussfähigen Vorstellungen	**1**	nicht gefragt	reproduziert, intendiert	reproduziert durch I
	2	reproduziert, intendiert	reproduziert, intendiert	reproduziert, intendiert
	3	reproduziert, intendiert	reproduziert, intendiert	reproduziert
Vorstellung im Follow-up		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.	Das Salz versteckt sich.
Ausschluss von nichtanschlussfähigen Vorstellungen	**1**	intendiert	intendiert	lebensweltlich
	2	intendiert	lebensweltlich	fachlich
	3	intendiert	fachlich	fachlich

Alle drei SchülerInnen schreiben in der Phase „Schau genau!“, dass sich das Salz auflöst (s. Tab. 45). In der Phase darauf kreuzen Schüler 1 und Schülerin 3 die Antwort „Das Salz ist flüssig geworden.“ an und Schülerin 2 wählt die Antwort B „Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.“.

Die Gruppe nutzt die ersten beiden Lernimpulse, um die Ideen auf dem Forscherprotokoll auszuschließen. Bei der Bearbeitung des Forscherprotokolls zur ersten Idee liest Schülerin 2 die Frage vor, ob die erste Idee gestrichen werden kann. Sie sagt zuerst, dass sie die Idee nicht streichen will, weil das Salz noch da ist. Die anderen beiden SchülerInnen plädieren jedoch für ein Streichen aus demselben Grund. Sie erklären der Schülerin 2, dass sie die Idee streichen können, denn die Idee stimmt nicht, weil das Salz wieder zu sehen ist. Schüler 1 wiederholt auch auf Nachfrage von Schülerin 2 noch einmal diese Schlussfolgerung, die dann von ihr notiert wird. Daraufhin fragt Schülerin 2, wer noch glaubt, dass das Salz

flüssig wird, woraufhin die anderen beiden aufzeigen. Schülerin 3 sagt „Ja, es war flüssig." und Schülerin 2 ergänzt „jetzt ist es ja wieder/ das Salz ist ja gar nicht flüssig" (GsK2G5_Di 47:40 min.). Die Fokusfragen zur zweiten Idee werden von den SchülerInnen gemeinsam bearbeitet und es wird gemeinsam entschieden, dass das Salz über der Kerze nicht flüssig wird. Die Frage, ob die Wärme im Wasser ausreicht, um das Salz flüssig zu machen, wird in der Gruppe diskutiert. Schülerin 3 gibt zu bedenken, dass sie hierzu keine Aussage machen können, weil vielleicht auch das Umrühren mit dem Löffel einen Einfluss hat (GsK2G5_Do 17:05 min.). Schüler 1 schlussfolgert daraufhin jedoch „ne das reicht nicht aus, weil das Wasser, was die uns gegeben habt, war kalt!" (GsK2G5_Do 17:18 min.). Dies notieren daraufhin alle drei SchülerInnen auf ihren Lernmaterialien. Sie sind sich einig, dass sie diese Idee streichen können, notieren als Begründung lediglich, dass das Salz nicht flüssig wird (GsK2G5_Do 17:58 min.; GsK2G5_Forscherprotokoll).

Bei der Bearbeitung des dritten Lernimpulses liest Schülerin 2 erneut die Fokusfragen vor, alle Schülerinnen schlussfolgern jedoch gemeinsam, dass das Salz nicht zu Wasser geworden sein kann (Gs5K2G5_Do 32:51 min.). Schüler 1 und Schülerin 2 notieren als Begründung, dass die Kartoffel oben ist (Gs5K2G5-S1/S2_bM). Daraus resultiert auch ihre Begründung auf dem Forscherprotokoll, auf die sich diese beiden Schülerinnen einigen. Schülerin 3 beteiligt sich bei diesen Schlussfolgerungen nicht, sie malt etwas auf ihre Lernmaterialien (Gs5K2G5_Do 35:25 min.).

Im Post-Interview nach dem Unterricht beschreiben alle drei SchülerInnen auf die Frage, was mit dem Salz passiert, „das ist überall in ganz kleinen Stückchen verteilt" und werden dabei als überzeugt eingestuft. Der erste Schüler wird gefragt, ob das Salz flüssig geworden sein kann. Daraufhin beschreibt er: „Jein. Leicht flüssig ist. Jetzt sieht man noch ein wenig, wenn man nichts mehr sieht, ist das im Wasser verteilt und man könnte meine das ist flüssig." (Gs5K2G5-S1_I 2:43 min.) Der Interviewer fragt, wie diese Idee überprüft wurde, woraufhin der Schüler den Versuch beschreibt und daraus intendiert folgert, dass das Salz durch das Wasser, was kälter ist als die Kerze, nicht flüssig werden kann (Gs5K2G5-S1_I 3:17 min.). Auf die Frage, ob das Salz zu Wasser geworden sein kann, beschreibt er, dass man das Salz noch schmecken kann, und schließt die Antwort damit aus (Tab. 45).

Er benennt die Legosteine richtig, führt den Modellversuch durch und beschreibt dazu:

> *Man kann zum Beispiel hier fast überall Salz sehen [...] und da zum Beispiel/ wenn das hier echtes Wasser wäre, dann würde man das nicht sehen, aber wenn das rot gefärbt wäre das Salz zum Beispiel, dann würde man/ und das Wasser zum Beispiel gelb gefärbt wäre [...] und das Salz rot gefärbt ist so wie in diesem Fall, dann würde man die roten Salz sehen und das gelbe Wasser, wie hier.* (Gs5K2G5-S1_I 6:23 min.)

Schülerin 2 reproduziert alle Impulse und leitet daraus die intendierten Schlussfolgerungen ab (Tab. 45). Sie nutzt die Legosteine, um den Lösevorgang zu beschreiben und sagt dabei,

> *„dass sich das Salz so im Wasser verteilt. Weil, wenn man so umrührt verteilt sich das, wenn man das so lässt, dann bleibt's so. Und ja, wenn man so weiter umrührt, dann*

kann man es nicht mehr sehen, aber es ist theoretisch noch da." (Gs5K2G5-S2_I 6:20 min.)

Auf die Frage der Übertragung des Legosteinmodells auf den ersten Lernimpuls beschreibt sie: „Also, das würde dann wieder sichtbar werden, also größer werden, wie das Salz ungefähr vorher war. [...] Das würde so verdampfen." (Gs5K2G5-S2_I6:50 min.)
Schülerin 3 reproduziert den zweiten Lernimpuls und folgert die intendierte Begründung zum Ausschluss. An den ersten erinnert sie nicht und den dritten Lernimpuls reproduziert sie, einen Ausschluss führt sie jedoch nicht durch. Anhand des Legosteinmodells beschreibt sie, dass sich das Salz im Wasser verteilt und dass das Salz nicht weg ist. Auch die Übertragung auf den ersten Lernimpuls gelingt ihr (Gs5K2G5-S3_I 6:20 min.).
Im Follow-up Test beschreibt der Schüler 1, dass das Salz „in ganz kleinen stükchen in waser ferteilt" ist. Dem Schüler gelingt es im Follow-up Test, jede Idee intendiert begründet auszuschließen (Gs5K2G5-S1_AuB). Die Abbildung 84 zeigt seine Antworten auf die weiteren Fragen.

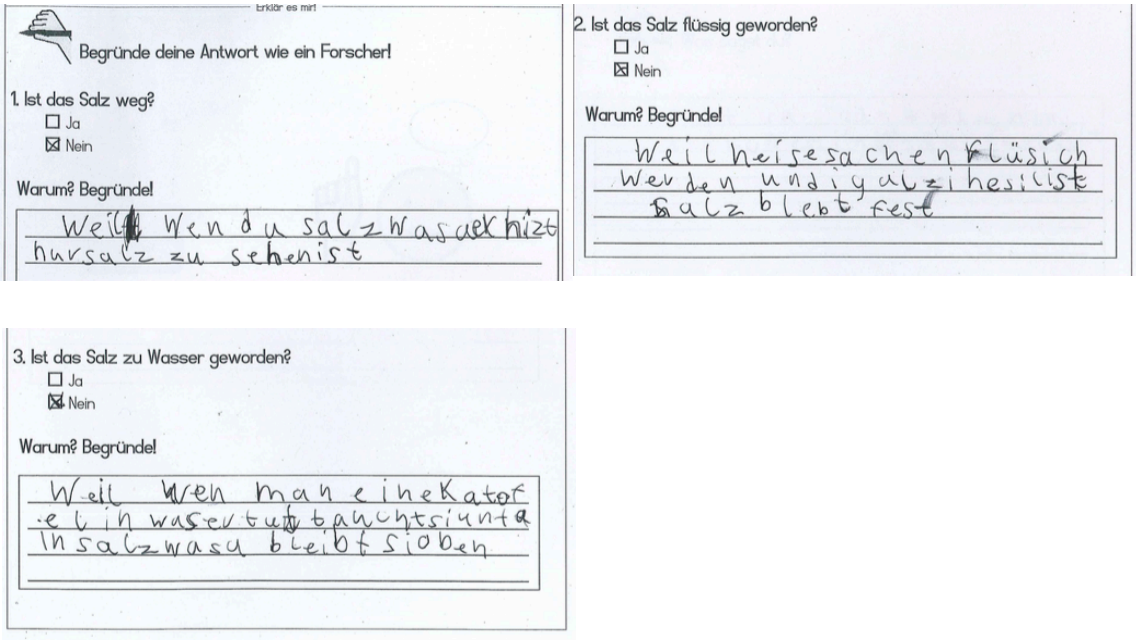


Abb. 84: Antworten des Schülers Gs5K2G5-S1 im Follow-up Test

Schülerin 2 schreibt im Follow-up, dass das Salz nicht weg sein kann, weil es sich in kleine Teilchen auflöst und nur so aussieht, als wäre es weg. Außerdem haben sie es vorher reingegeben. Für die anderen beiden Ideen führt sie an, dass das Salz mit dem Wasser hätte verdampfen müssen (Gs5K2G5-S2_AuB). Die dritte Schülerin führt als erste Begründung an, dass das Salz nicht weg sein kann. Bei der zweiten Idee beschreibt sie, dass das Wasser das Salz umhüllt, und als Begründung des dritten Ausschlusses schreibt sie, dass es wieder da war (Gs5K2G5-S3_AuB).

Gemeinsames Lernen

Die höchsten Anteile an den Kollaborationen der Gruppe liegen bei Schülerin 3, auf die Schülerin 2 und Schüler 1 folgen. Am stärksten kollaborieren Schülerin 2 und 3 miteinander. Sie erklären, beobachten und vergleichen dabei in den meisten Fällen. Dies sind auch im Allgemeinen die Handlungen, in denen sich Schülerin 3 kollaborativ zeigt. Bei den helfenden Anteilen wird deutlich, dass Schülerin 3 mit Abstand am wenigsten Hilfe gibt, jedoch im Vergleich zu Schülerin 2 relativ gleich viel Hilfe bekommt. Schüler 1 gibt in zeitlichen Anteilen ungefähr genauso viel Hilfe wie Schülerin 2 und bekommt aber am wenigsten Hilfe. Schülerin 3 arbeitet gar nicht in lernimpulsbezogenen Handlungen nebeneinanderher. Sie zeigt sich in den Videos jedoch an vielen Stellen abgelenkt, steht vom Tisch auf (Gs5K2G5_Di 46:20 min.; 48:18 min.; 49:06 min.), spricht die anderen auf nicht thematisch bezogene Dinge an (Gs5K2G5_D0 15:50 zu Schülerin 2: „Mach mal so...“) oder malt etwas, während die anderen beiden sich etwas erklären oder austauschen (s. o. bzgl. Bearbeitung der Fokusfragen in Lernimpuls drei). Schülerin 2 arbeitet am stärksten nebeneinanderher, während sie liest oder etwas aufschreibt. Schüler 1 arbeitet auch eine gewisse Zeit nebeneinanderher, in diesen beobachtet er oder liest etwas. Zweimal erfragt er auch etwas nebeneinanderher, ohne eine Antwort zu bekommen. Die Stellen, in denen die SchülerInnen schlussfolgern, finden zum großen Teil kollaborierend statt. Schüler 1 ist fast in alle Fälle des Schlussfolgerns eingebunden.

Fazit

Die beschriebenen Ergebnisse weisen darauf hin, dass der Schüler 1 eine langfristige Vorstellungsentwicklung hin zu einer anschlussfähigen Vorstellung vollzogen hat. Sein Präkonzept, dass das Salz flüssig geworden ist, widerlegt er selbst im Post-Interview und ist überzeugt davon, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt. Die langfristige Vorstellungsentwicklung wird durch die Ergebnisse im Follow-up verdeutlicht. Da er die Lernimpulse im Follow-up nutzt, um die fachlich nicht anschlussfähigen Vorstellungen intendiert begründet auszuschließen, kann davon ausgegangen werden, dass er die Lernimpulse durchdrungen hat. Der kognitive Konflikt des Lernimpulses zwei scheint ihn überzeugt zu haben, seine Vorstellung umzustrukturieren. Er nutzt das Teilchenmodell, um seine Vorstellung zu verdeutlichen. Die Verwendung der Wörter „zum Beispiel“ könnte auf die Akzeptanz hinweisen, dass das Modell lediglich eine mögliche Abbildung darstellt. Er bezieht die Darstellung im Modell auch zurück auf das Phänomen und vergleicht beides miteinander. Aus seinen Beschreibungen kann interpretiert werden, dass er sich vorstellt, dass, wenn die Salzteilchen eine Farbe hätten, man diese noch im Wasser sehen könnte. Dies würde wiederum bedeuten, dass er sich die Salzteilchen farblos oder vielleicht durchsichtig vorstellt. Dass man die Salzteilchen jedoch aufgrund der geringen Größe nicht sieht, beschreibt er nicht. Daraus könnte man schlussfolgern, dass eine weitere Fokussierung auf die Größe der Teilchen seine Vorstellung noch hätte weiter unterstützen können.

Die Lehrperson reflektiert im Interview, inwiefern die Lernmaterialien den Schüler 1 der Gruppe unterstützen:

> *[Gs5K2G5-S1] ist auch lese-rechtschreib-schwach und das ist nen ganz ganz cleveres Kerlchen, dass der da auch immer mitkommt. Also, dass der da auch immer mitarbeiten kann oder auch in Englisch. Da ist der total gut, aber wenn es dann um Texte geht und ehm er will immer selber auch schreiben, aber es ist für ihn total schwer alles. Und das für ihn so zu gestalten im Unterricht, dass da jeder ehm (.) ja auch (.) ans Arbeiten überhaupt erstmal kommt, weil oftmals ist dann schon die Schwelle so groß für manche Kinder. [...] Darf überhaupt keine Schwierigkeit sein und das war an euerm Konzept total gut, dass das halt so viel mit Symbolen gemacht wurde. Also ich glaube, das ist ganz, ganz wichtig, dass man das in den Fächern, die eh, ja wo es nicht darauf ankommt, also es ist jetzt nicht Deutsch, es kommt jetzt nicht aufs Lesen an, dass man das so gestaltet, dass man trotzdem überall eh ja die Kinder erreichen kann.* (Gs5L1K1;2; 123)

Im Hinblick auf die Reflexion der Lehrperson in Bezug auf die Gestaltung der Lernmaterialien, scheinen diese in angemessener Weise gestaltet zu sein, sodass der Schüler diese verstehen und bearbeiten konnte. In die Arbeit in der Kleingruppe ist er integriert, was unter anderem auch daran erkenntlich wird, dass er selbst viel Hilfe gibt und die anderen Schülerinnen bei ihren Schlussfolgerungen unterstützt. Der Schüler wird im Charakterisierungsbogen auch in Bezug auf naturwissenschaftliche Aspekte und logisches Denken stark beschrieben, jedoch sind seine Fähigkeiten in Bezug auf die Produktion und das Verständnis von Schriftsprache schwach, was sich auch im diagnostizierten sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf Sprache widerspiegelt. Die Gestaltung der Unterrichtskonzeption und ihrer Lernmaterialien ermöglicht es dem Schüler demzufolge, die Aufgabenstellungen zu verstehen und seine Stärken zu nutzen, um sich in der Gruppe kooperativ und hilfsbereit zu zeigen.

Schülerin 2 zeigt bereits zu Beginn eine fachlich anschlussfähige Vorstellung, die sie im weiteren Verlauf ausdifferenziert. In der Gruppenarbeit wird deutlich, dass es ihr zunächst schwerfällt, die anderen Ideen begründet auszuschließen, wozu sie im Post-Interview sämtliche Lernimpulse intendiert nutzt. Von diesen scheint sie auch überzeugt zu sein, da es ihr gelingt, die Versuche zu reproduzieren und eigenständig die Schlussfolgerungen abzuleiten. Sie ist auch in das Ausschließen der jeweiligen Ideen und die Bearbeitung der Fokusfragen integriert und wird dabei zuweilen von Schüler 1 unterstützt. In den Situationen der Gruppenarbeit übernimmt sie häufig die Rolle der Vorleserin und notiert die Schlussfolgerungen der Gruppe auf dem Forscherprotokoll. Somit scheint es auch hier erfolgreich zu gelingen, sich in die Gruppenarbeit einzufügen, Hilfe zu geben und sich kooperativ zu zeigen. Dies stimmt mit der Charakterisierung der Lehrperson überein. Ihre Motivation und Konzentration wird auch daran deutlich, dass sie auch alleine nebeneinanderher aufschreibt und liest.

Schülerin 3 verändert ihre Vorstellung, dass das Salz flüssig wird, hin zu einer fachlich anschlussfähigen Vorstellung, von der sie sich auch überzeugt zeigt. Dies wird auch daran deutlich, dass sie gerade den Lernimpuls zu ihrer erst gewählten Idee reproduziert und

intendiert nutzt. Die Erinnerung an die anderen Impulse fallen ihr deutlich schwerer, was sich auch im Follow-up widerspiegelt. Auffällig ist, dass sie hier die Idee anfügt, dass das Salz vom Wasser umhüllt wird. Diese Erklärung ist fachlich richtig, wurde jedoch im Unterricht nicht thematisiert und stammt möglicherweise aus einer außerunterrichtlichen Quelle. Die Charakterisierungen der Schülerin durch die Lehrperson finden sich auch in der Gruppenarbeit wieder, sie lässt sich schneller ablenken als die anderen Schülerinnen. Sie gibt am wenigsten Hilfe, ist aber in vielfache Kollaborationen bei den Handlungen Erklären, Beobachten und Vergleichen eingebunden. Der Befund, dass sie nicht nebeneinanderher lernimpulsbezogen handelt, ist ebenfalls passend zu der Charakterisierung der Schülerin, dass sie nicht als besonders motiviert eingestuft wird. Gegebenenfalls hätte es diese Schülerin weiter unterstützt, die intendierten Schlussfolgerungen zu nutzen, wenn jeder Lernende für eine Idee auf dem Forscherprotokoll verantwortlich gewesen wäre, denn in diesen Stellen zieht sie sich vermehrt aus der Gruppenarbeit heraus.
Insgesamt kann die Gruppenarbeit als sehr ausgeglichen und für alle SchülerInnen der Gruppe gewinnbringend beschrieben werden. Alle bringen sich ein und übernehmen helfende Anteile. Die Gruppe scheint sich gut zu ergänzen und gelangt auch insgesamt zu positiven Vorstellungsentwicklungen.

5.7.5 Gruppe Gs2K1G5

Kriterium: Schülerin Gs2K1G5-S1 mit dem sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf im Bereich Lernen zeigt eine auffällige Modellnutzung, Lehrperson spricht über alle SchülerInnen der Gruppe im Interview

Charakterisierung der SchülerInnen

Die Schülerin 1 wird von der Lehrperson als langsam, oberflächlich, unkonzentriert und faul beschrieben. Ihre Auffassungsgabe wird als sehr langsam eingestuft, aber sie arbeite gerne praktisch, in der Gruppe und sei an neuen Dingen interessiert. Als besondere Bemerkungen schreibt die Lehrperson über die Schülerin „sehr langsam, lässt sich nicht aus der Ruhe bringen, schwache Leistungen in allen Fächern“. Sie wird als sehr schwache Schülerin beschrieben und ihr wurde der sonderpädagogische Unterstützungsbedarf Lernen diagnostiziert. Die Schülerin wächst zweisprachig auf (Gs2K1G5-S1_AuB). Die Lehrperson beschreibt im Interview, dass ihr die Schülerin im Projekt „total aufgefallen ist“ (Gs2L1K1, Z. 8). Die Schülerin hat sich deutlich mehr gemeldet als in ihrem sonstigen Unterricht und ist aktiv am Unterrichtsgeschehen beteiligt gewesen (Gs2L1K1, Z.10).
Das Arbeits- und Lernverhalten der Schülerin 2 beschreibt die Lehrperson als gut, sie arbeitet konzentriert und selbstständig. Auch in den anderen Entwicklungsbereichen sowie

den sachunterrichtlichen Bereichen zeigen sich nur positive Kommentare. Unter den besonderen Bemerkungen wird die Schülerin als intelligent, hilfsbereit und etwas schusselig beschrieben. Besondere Stärken zeige sie in allen Lernbereichen und Fächern, die Schülerin wird als sportlich und musikalisch charakterisiert. Sie erhält große häusliche Unterstützung (Gs2K1G3-S2_AuB).
Schüler 3 ist im vierten Schulbesuchsjahr und wird als langsam, unkonzentriert und wenig motiviert beschrieben. Zum Bereich des Sozialverhaltens schreibt die Lehrperson, dass er sehr schnell „ausrastet" und nur bestimmte Freunde habe. Im mündlichen Sprachgebrauch ist er stärker, als im schriftlichen, in dem er viele Schwierigkeiten zeigt, genauso wie im Lesen. Er benötigt viel Unterstützung und ist je nach Tagesform lernwillig oder nicht. Stärken sieht die Lehrperson im mathematischen Bereich; außerdem ist er selbstständig und malt gerne. Ihm wurde der sonderpädagogische Unterstützungsbedarf Sprache diagnostiziert und der Schüler bekommt wenig häusliche Unterstützung (Gs2K1G5-S3_AuB).

Vorstellungsentwicklungen

Tab. 46: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs2K1G5

		Schülerin 1	**Schülerin 2**	**Schüler 3**
Beobachtung		„Salz ist zu Blasen geworden"	„das da blasen sind "	-
Auswahlantwort Begründung		A (zu Wasser) Idee 3	A (zu Wasser) Idee 3	D (weg) Idee 1
Begründungen Forscherprotokoll		-		
Vorstellung im Post-Interview		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (unsicher)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (unsicher)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	nicht gefragt	nicht gefragt	reproduziert, intendiert
	2	nicht gefragt	nicht gefragt	nicht gefragt
	3	reproduziert, intendiert	reproduziert, intendiert	nicht gefragt
Vorstellung im Follow-up		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (unsicher)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (unsicher)
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	lebensweltlich	intendiert	reproduziert, intendiert
	2	-	-	nicht begründet
	3	reproduziert, intendiert	lebensweltlich	reproduziert, intendiert

Das „Salz ist zu Blasen geworden" ist die notierte Beobachtung der Schülerinnen 1 und 2. In der Phase „Was denkst du?" kreuzen die beiden an, dass das Salz zu Wasser geworden ist und Schüler 3, dass es weg ist (s. Tab. 46). Das Forscherprotokoll wird von dieser Gruppe nicht zum Ausschließen der Vorstellung genutzt. Da die Videodatei des ersten Er-

probungstages dieser Gruppe beschädigt ist, wurde keine Analyse des gemeinsamen Lernens vorgenommen. Außerdem liegen die ausgefüllten Lernmaterialien zu Lernimpuls zwei nicht vor. Die Videodatei des zweiten Tages gibt jedoch Einblicke in die Bearbeitung des dritten Lernimpulses. Schülerin 2 liest die Fokusfrage vor und die Gruppe ist sich einig, dass das Salz nicht zu Wasser geworden ist. Als Begründung erklärt die Schülerin 2 den anderen „weil die Kartoffel oben schwimmt" (Gs2K2G5_Do 20:00 min.) und vollzieht damit die intendierte Schlussfolgerung, die sie auch auf dem Lernmaterial notiert (Gs2K2G5-S2_bM). Schülerin 1 notiert als Begründung „Salz zu stak isalz das wasa" (Gs2K2G5-S1_bM) und Schüler 3 schreibt „Das Wassar" (Gs2K2G5-S3_bM).

Im Post-Interview beschreibt Schülerin 1, dass das Salz in sehr kleinen Teilchen verteilt ist, man es aber auch noch ein bisschen sehen kann. Daraus schließt sie, dass es nicht weg ist (Gs2K2G5-S1_AuB). Als sie gefragt wird, warum sie denkt, dass das Salz sich in kleinen Teilchen verteilt, beschreibt sie: „weil man noch kleine Brause sehen kann." (Gs2K2G5-S1_I 3:40 min.). Daher wurde sie als unsicher eingestuft. Sie wird nach der Idee „Das Salz ist zu Wasser geworden." befragt und schließt dies zunächst fachlich begründet aus, indem sie beschreibt, dass sie es noch schmecken kann (Gs2K2G5-S1_I 4:41 min.). Auf die Frage dahingehend, wie die Idee im Unterricht überprüft wurde, wiederholt die Schülerin den Versuch und schließt die Idee intendiert begründet aus. Sie beschreibt, was in dem Glas mit Salz passiert wäre, wenn das Salz zu Wasser geworden wäre: „dann wäre die Kartoffel auch unten geplumpst." (Gs2K2G5-S1_I 4:52 min.).

Die Schülerin benennt die Legosteine richtig und führt den Modellversuch durch. Auf die Frage, was man mit den Legosteinen erklären kann, nimmt sie sich das Glas mit dem Wasser, in das sie zuvor Salz gegeben hat. Sie beschreibt „das ist wie das" und stellt das Glas neben den Becher mit Legosteinen (Modellnutzung 2) (Gs2K2G5-S1_I 7:43 min.). Der weitere Verlauf gestaltet sich wie folgt:

> *S: Der Salz ist oben oder unten.*
> *I: Überall verteilt.*
> *S: Überall verteilt, die auch, die roten. Und das Wasser ist auf jeden Fall überall verteilt, hier (zeigt auf die Legosteine) ist ja überall gelb. Und hier (zeigt auf das Glas mit Wasser) da sieht man einfach nur durchsichtig.*
> *I: Ja, man sieht die nicht mehr. Aber sind die noch da?*
> *S: Man sieht die ja noch. Aber das sind halt so winzig mini kleinchen (zeigt mit zwei Fingern, wie klein die Teilchen sind)*
> *I: Meinst du, man kann die noch sehen?*
> *S: Ich kann die noch sehn, wegen die Sprudel.* (Gs2K2G5-S1_I 7:46 min.)

Schülerin 2 beschreibt ebenfalls, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist und sie diese noch etwas sehen kann (Gs2K2G5-S2_I 3:02 min.). Die Interviewerin fragt allgemein danach, ob die Schülerin eine Begründung für ihre Teilchenbeschreibung hat, worauf die Schülerin keine Antwort geben kann (Gs2K2G5-S2_I 5:10min.).

Anhand der Legosteine beschreibt sie, dass sich das Salz mit dem Wasser vermischt. Danach beschreibt die Schülerin von alleine den Lernimpuls drei und schließt aus den Beobachtungen, dass die Kartoffel im Salzwasser schwimmt, dass das Salz nicht zu Wasser geworden sein kann (Gs2K2G5-S2_I 5:54 min.).

Schüler 3 beschreibt am Anfang des Post-Interviews folgendes:

> *S: Das Salz wird immer kleiner und dann kann man das nicht mehr so gut sehen.*
> *I: Ist das dann noch da?*
> *S: Ja!*
> *I: Und wie kann man sich das vorstellen?*
> *S: Das ist nur noch in winzig kleine Stücke.* (Gs2K2G5-S3_I 3:12 min.)

Aufgrund dieser Aussagen wird er als überzeugt eingestuft. Seine anfängliche Idee, dass das Salz weg ist schließt er intendiert begründet aus.

Während er die Legosteine mischt, beschreibt er:

> *S: Das Salz bleibt noch da und wenn man das jetzt auf den Ofen stellt (hält Becher mit Legosteinen in die Luft), dann wird das so verdampft und das Salz bleibt dann immernoch da.*
> *I: Was heißt denn, es verdampft?*
> *S: Das geht dann so zu Dampf (führt beide Hände in schwingenden Bewegungen nach oben) und steigt in den Himmel.* (Gs2K2G5-S3_I 5:37 min.)

Im Follow-up Interview zeigt sich die Schülerin 1 weiterhin unsicher, während sie beschreibt, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist. Sie beschreibt, dass das Salz nicht weg sein kann, weil man es noch ein bisschen sieht.

> *S: Das Salz ist so min mini klein.*
> *I: Heißt das dann, dass das weg ist?*
> *S: Nein, das heißt dann, dass das nur ein bisschen weg ist. So mini klein.*
> *I: Und woher wissen wir, dass das nicht weg ist?*
> *S: Weil man das hier noch ein bisschen sieht.* (Gs2K1G5-S1_FU-I 1:38 min.)

Auf die Frage hin, ob das Salz zu Wasser geworden ist, wiederholt die Schülerin den Versuch und schließt die Idee intendiert aus. Sie benennt und nutzt das Modell in adäquater Weise. Sie beschreibt den Lösevorgang anhand der Legosteine wie folgt:

> *Da konnten wir so zeigen, dass das Wasser überall ist und das ähm und das/ und die/ und das Salz, das war überall, weil die mini sind und das sieht man ja nicht. Und dann haben die Minipünktchen, ne? Die haben sich überall versteckt. Aber manche sehn das/die Minipünktchen nicht. Aber nur, manche sehn' nur das Wasser.* (Gs2K1G5-S1_FU-I 6:15 min.)

Während der Interviews spielt sie mit den Experimentiermaterialien. Auch bei der Beschreibung ihrer Vorstellung mit dem Teilchenmodell nimmt sie immer wieder rote Legosteine in die Hand oder auf den Löffel, wenn sie das Wort „Minipünktchen" nutzt. (Gs2K1G5-S1_FU-I 5:58 min.)

Die zweite Schülerin der Gruppe beschreibt, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist, und begründet dabei direkt, dass es nicht weg sein kann, weil es in Lernimpuls eins nach dem Erhitzen wieder sichtbar war (Gs2K1G5-S2_FU-I 1:27 min.).

Nach diesem wird sie im späteren Verlauf noch gefragt und dort reproduziert sie ihn vollständig. Warum das Salz nicht flüssig ist, kann sie nicht erinnern. Und die Idee, dass es zu Wasser geworden ist, schließt sie ebenfalls auf der Grundlage des ersten Lernimpulses aus (s. Tab. 46). Die Legosteine nutzt sie auch um zu unterstreichen, dass das Salz nicht weg ist und sie beschreibt, dass es sich mit dem Wasser mischt (Gs2K1G5-S2_FU-I 4:01 min.).
Schüler 3 zeigt sich im Follow-up Interview im Gegensatz zum Post-Interview unsicher, als er beschreibt, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt. Er beobachtet in diesem Moment, dass sich im Wasser kleine Salzkörner bewegen (Gs2K1G5-S3_FU-I 2:03 min.). Den ersten Lernimpuls wiederholt er und zieht die intendierte Schlussfolgerung (s. Tab. 46). An Lernimpuls zwei erinnert er sich nicht, aber Lernimpuls drei reproduziert er, nachdem der Interviewer ihn an die verwendete Kartoffel erinnert. Seine Schlussfolgerung ist, dass der Unterschied in den beiden Gläsern ist, dass das Salz im Wasser die Kartoffel trägt (Gs2K1G5-S3_FU-I 3:10 min.). Mit den Legosteinen beschreibt er, dass sich das Salz verteilt und daher nicht weg sein kann (Gs2K1G5-S3_FU-I 5:50 min.).

Gemeinsames Lernen: es liegen keine Videodaten der Gruppe vor

Fazit

Schülerin 1 verändert die zunächst gewählte Erklärung, dass das Salz zu Wasser wird weiter. Diese Idee schließt sie sowohl im Post-Interview als auch im Follow-up Interview aus. Sie scheint den kognitiven Konflikt angenommen zu haben und hat ihre Vorstellung weiterentwickelt.
Im Post-Interview wird deutlich, dass die Schülerin die fachlich anschlussfähige Erklärung als Vorstellung annimmt, jedoch davon überzeugt ist, dass sie die Teilchen sehen kann. Auch bei dieser Schülerin beeinflusst der Wunsch, die Teilchen zu sehen, ihre Wahrnehmung. Bei der Beschreibung mit dem Teilchenmodell wird deutlich, dass die Schülerin sich die Teilchen sehr klein vorstellt. Trotz der Beschreibung des Wassers als „durchsichtig" bleibt sie dabei, dass sie die Teilchen sehen kann. Als Begründung dafür führt sie an dieser Stelle das Wort „Sprudel" an, was sich möglicherweise auf ihre notierte Beobachtung der „Blasen" bezieht.
Auch im Follow-up Interview zeigt sie die Teilchenvorstellung mit dem Zusatz, dass sie die Teilchen sehen kann. Allerdings beschreibt die Schülerin hier, dass „manche" die Teilchen nicht sehen können. Erkennbar ist, dass sie die Teilchenvorstellung weiterhin akzeptiert und dabei integriert, dass diese nicht unbedingt sichtbar sind. Auffällig ist außerdem, dass sie ihre eigene Sprache nutzt, um die Teilchenvorstellung zu erläutern. Bei der Beschreibung der „Minipünktchen" greift sie parallel immer wieder die roten Legosteine, was deutlich macht, dass sie das Modell akzeptiert und nutzen kann, um ihre Vorstellung zu verdeutlichen. Dies zeigt, dass die Schülerin ähnlich, wie die Lehrperson es im Charakterisierungsbogen beschreibt, gerne praktisch arbeitet. Möglicherweise motiviert sie dieses praktische Arbeiten dazu, am Unterricht teilzunehmen. Die Teilchenvorstellung scheint für

sie eindrücklich zu sein und sie akzeptiert diese auch weitestgehend. Der Punkt, dass man die Teilchen nicht sehen kann, sie aber trotzdem noch im Glas als kleine Teilchen vorhanden sind, scheint die Schülerin vor einen Konflikt zu stellen. Diesen löst sie auf, indem sie beschreibt, dass sie selbst die Teilchen noch sehen kann. Ob dies ihrer Wahrnehmung entspricht oder sie diese Beschreibungen nutzt, um es sich vorzustellen, bleibt offen. Die Lehrperson nennt die Schülerin und ihr Verhalten explizit im Interview:

> *Wer mir total aufgefallen ist, ist die Schülerin Gs2K2G5-S1. [...] Die sagt bei mir im Unterricht überhaupt nichts. Die hab´ ich ja ganz anders erlebt.* (Gs2L1K2, Z.14)

Auf welche Aspekte dieses Verhalten genau zurück zu führen ist, kann nicht gänzlich geklärt werden; wie oben beschrieben, deutet der handlungsorientierte Zugang auf eine Motivation seitens der Schülerin hin.

Schülerin 2 hat ebenfalls ihre ursprüngliche Vorstellung hin zu einer fachlich anschlussfähigen Vorstellung verändert, die sich auch noch vom Post-Interview zum Follow-up Interview verfestigt. Die Legosteine scheinen sie dabei zu unterstützen zu beschreiben, dass sich das Salz mit dem Wasser vermischt hat, woraufhin sie auch noch den Lernimpuls drei beschreibt. Die Videostelle, die in Bezug auf diesen Lernimpuls betrachtet wurde, zeigt, dass sie auch die Schlussfolgerung aus dem Versuch zieht und dies den anderen erklärt. Dieses Verhalten deckt sich mit der Charakterisierung, in der sie als hilfsbereit und intelligent beschrieben wird. Dies bestätigt auch die Lehrperson im Interview:

> *Und dass die [Schülerin Gs2K2G5-S2] so toll äh, mit dem gearbeitet hat mit dem [Schüler Gs2K2G5-S3], obwohl sie mit dem, glaube ich, noch nie ein Wort gesprochen hat, aber die [Schülerin Gs2K2G5-S2] kann sich halt gut auf andere Kinder einlassen. Kommt auch mit allen gut klar.* (Gs2L1K2, Z. 18)

Auch Schüler 3 scheint seine ursprüngliche Idee, dass das Salz weg ist, komplett überwunden zu haben, denn diese schließt er in beiden Interviews intendiert aus. Insgesamt scheint er von der Teilchenvorstellung überzeugt, im Follow-up Interview ist er lediglich verwirrt, weil er beobachtet, dass das Salz noch nicht vollständig gelöst ist. Erkennbar ist auch, dass die Darstellung im Teilchenmodell und die Interaktion damit ihn in der Beschreibung seiner Vorstellung, aber auch der Übertragung auf ein anderes Phänomen unterstützt. Die Charakterisierung der Lehrperson deckt sich nicht mit dem Verhalten des Schülers in den Interviews oder auch im Unterricht. Er scheint konzentriert und motiviert, sich mit den Fragen auseinanderzusetzen, was daran deutlich wird, dass er nicht lange überlegt, wenn er eine Antwort gibt. Dies beschreibt auch die Lehrperson, wenn sie im Interview über diesen Schüler spricht: „Ja, der [Schüler Gs2K2G5-S3] war total aufgeweckt, der ist auch sonst ganz, ganz still." (Gs2L1K2, Z. 26) Der handlungsorientierte Unterricht und die Interaktion mit dem Modell scheinen es ihm zu ermöglichen, sich auch mit anspruchsvollen Inhalten auseinanderzusetzen. Eine Analyse des gemeinsamen Lernens hätte diese These weiter stützen können, war jedoch aufgrund technischer Probleme nicht umzusetzen.

Die Schülerinnen der Gruppe werden nicht zum Ausschluss aller Ideen gefragt. Bei der Schülerin 2 und dem Schüler 3 wird im Follow-up Interview deutlich, dass sie sich nicht an

alle Lernimpulse und deren Schlussfolgerungen erinnern können. Dies hätte möglicherweise anders aussehen können, wenn sie in der Gruppe das Forscherprotokoll genutzt hätten. Wie in der Überarbeitung in Bezug auf den Ablauf der Unterrichtskonzeption bereits beschrieben, war das Nichtbearbeiten der Forscherprotokolle der Grund, warum in weiteren Erprobungen ein akustisches Signal gesetzt wurde und die Gruppen auf die Bearbeitung des Forscherprotokolls hingewiesen wurden.

5.7.6 Gruppe Gs2K1G4

Kriterium: Gruppe zeigt insgesamt am wenigsten Kollaborationszeit, Schülerin Gs2K1G4-S2 mit Motivations- und Aufmerksamkeitsschwierigkeiten arbeitet mehr nebeneinanderher als die anderen

Charakterisierung der SchülerInnen

In Bezug auf das Lern- und Arbeitsverhalten wird Schülerin 1 als fleißig, konzentriert und ausdauernd beschrieben. Sie ist hilfsbereit und liest etwas verlangsamt. Auch in der Erfassung von Lerninhalten ist sie langsamer, hat aber viel Ehrgeiz. Sie wird als sehr umsichtig, selbständig und freundlich beschrieben. Unter der Kategorie der besonderen Stärken beschreibt die Lehrperson die Schülerin als zuverlässig, kooperativ, empathisch und musikalisch (Gs2K1G4-S1_AuB). Die Schülerin 2 wird als wenig interessiert, kaum motiviert, unkonzentriert und oberflächlich beschrieben. Außerdem sei sie „oft bockig“ vor allem nach Misserfolgen und verstehe Lerninhalte nur langsam. Sie zeigt große Schulunlust und der Schülerin scheint es selten gut zu gehen. Aufgrund dieser Beschreibungen wurde die Schülerin der Gruppe „Motivations- und Aufmerksamkeitsprobleme“ zugeordnet (Gs2K1G4-S2_AuB). Die dritte Schülerin der Gruppe wird als konzentriert, motiviert, ausdauernd und fleißig beschrieben. Sie zeigt sich zum Teil zickig. Im mündlichen Sprachgebrauch kann sie sich gut ausdrücken, im Lesen und Rechtschreiben zeigt sie jedoch große Probleme. Neue Sachverhalte versteht sie unter Umständen langsam. Als besondere Bemerkungen notiert die Lehrperson, dass die Schülerin interessiert, fleißig und manchmal sehr vorlaut und bestimmend ist. Besondere Stärken hat sie im musikalischen und sportlichen Bereich (Gs2K1G4-S3_AuB).

Vorstellungsentwicklung und Modellnutzung

Tab. 47: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs2K1G4

		Schülerin 1	**Schüler 2**	**Schülerin 3**
Beobachtung		„das Salz verschwindet“	„das Salz verschwindet“	„das Salz verschwindet“
Auswahlantwort Begründung		D (ist weg) Idee 1	D (ist weg) Idee 1	D (ist weg) Idee 1
Begründungen Forscherprotokoll		-		
Vorstellung im Post-Interview		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	lebensweltlich	nicht begründet	reproduziert, intendiert
	2	reproduziert, intendiert	nicht gefragt	nicht gefragt
	3	nicht gefragt	nicht gefragt	nicht gefragt
Vorstellung im Follow-up		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	-	reproduziert, intendiert	reproduziert, intendiert
	2	fachlich	-	reproduziert
	3	reproduziert durch I, intendiert	reproduziert, lebensweltlich	reproduziert, lebensweltlich

Die Schülerinnen beobachten, dass „das Salz verschwindet“, und kreuzen auch in der Diagnoseaufgabe „Das Salz ist weg.“ an (s. Tab. 47). Das Forscherprotokoll wird von der Gruppe nicht genutzt. Als sie dieses nach dem ersten Lernimpuls gemeinsam durchlesen, sagt Schülerin 1, nachdem sie die anschlussfähige Vorstellung vorgelesen hat:

> *S1: Das. Soll ich ankreuzen?*
> *S2 zu S3: In kleinen Teilchen, dann hätte man das doch noch sehen müssen.*
> *S3: Ja, man sieht es ja auch noch da. Was ist, wenn man das Kreuzchen nur machen soll, wenn was nicht passiert ist?*
> *(S1 kreuzt die anschlussfähige Idee an.)* (Gs2K1G4_Di 22:48 min.)

Bei der Bearbeitung der Fokusfragen zu Lernimpuls zwei lesen sie gemeinsam die Aufgabenstellung und Schülerin 2 sagt, dass die Wärme der Kerze nicht ausreicht, um das Salz flüssig werden zu lassen. Schülerin 1 und 3 überlegen daraufhin gemeinsam zu schreiben, „weil Salz nicht flüssig wird“. Sie überlegen alle gemeinsam, dass das Salz im Wasser flüssig wird. Schülerin 2 schlussfolgert, dass die Wärme des Wassers dafür nicht reicht. Schülerin 3 fragt daraufhin mehrfach Schülerin 1, ob sie die zuvor genannte Antwort von Schülerin 2 aufschreiben soll. Am Ende schreiben alle, dass die Wärme vom Wasser nicht ausreicht (Gs2K1G4_Di 41:40 min.). Schülerin 2 ergänzt noch „um das salz fllüsig zu machen“ (Gs2K1G4-S2_bearbeitete Materialien). Somit führen sie eine intendierte Begründung an.

Die Fokusfragen des dritten Lernimpulses bearbeiten sie insgesamt eher nebeneinanderher (Gs2K1G4_Do 17:53 min.). Schülerin 2 schreibt „weil mann das Wasser sieht"; Schülerin 1 und 3 schreiben, dass noch Salz im Wasser ist (Gs2K1G4-S1-3_bearbeitete Materialien).

Schülerin 1 beschreibt im Post-Interview, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist, und wird als sicher eingestuft. Die Idee „Das Salz ist weg.", die sie in der Diagnoseaufgabe gewählt hat, schließt sie zunächst dadurch aus, dass sie sagt, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt hat. Auf die Nachfrage dahingehend, woher sie das wisse, beschreibt sie den Lernimpuls zwei und schließt die Idee, dass das Salz flüssig wird, intendiert aus (Gs2K1G4-S1_I 4:06 min.). Auf die Frage, was mit den Legosteinen gemacht wurde, beschreibt sie „Das gleiche wie im Glas." (Gs2K1G4-S1_I 5:08 min.) Sie beschreibt, dass sich das Salz im Wasser vermischt und, dass das Salz nicht weg sein kann, weil die roten Legosteine noch im Becher sind. Sie wird auch nach der Übertragung des Modells auf Lernimpuls eins gefragt, woraufhin sie beschreibt, dass das Wasser herausspritzt (Gs2K1G4-S1_I 6:18 min.). Im Post-Interview beschreibt Schülerin 2 während des Versuchs: „Dann sieht man irgendwann das Salz nicht mehr, aber es ist immer noch da. Das ist in kleinen Teilchen und dann kann man das nicht mehr sehen." (Gs2K1G4-S2_I 3:17 min.) Nach dem Ausschluss der anderen Ideen wird sie nicht gefragt, aber wird als sicher eingestuft. Sie benennt die Legosteine richtig und wiederholt ihre Aussage, die sie bereits zum Versuch tätigt (Gs2K1G4-S2_I 5:37 min.). Die dritte Schülerin beschreibt ebenfalls, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt, und fügt daran direkt die Beschreibung des ersten Lernimpulses mit dem intendierten Ausschluss von Idee eins an. Sie beschreibt außerdem, dass alle anderen Ideen auch ausgeschlossen wurden (Gs2K1G4-S3_I 1:53 min.). Mit den Legosteinen beschreibt sie, dass man sieht, dass sich das Salz nicht auflöst oder es weg ist (Gs2K1G4-S3_I 7:32 min.).

Bei der Durchführung des Einstiegversuchs sagt Schülerin 1 im Follow-up Interview, dass das Salz nicht weg ist, sondern zu kleinen Teilchen wird, die man nicht mehr sieht. Sie wird als sicher eingestuft. Den ersten Lernimpuls erinnert sie nicht; auf die Frage nach dem Ausschluss der zweiten Idee antwortet sie: „weil sie so bleiben und nicht auseinander kommen" (Gs2K1G4-S1_FU-I 2:03 min.). Auf die Frage, warum das Salz nicht zu Wasser geworden sein kann, sagt sie: „weil das Salz ja auch so nicht flüssig ist, sondern hart" (Gs2K1G4-S1_FU-I 2:15 min.). Sie benennt die Legosteine und führt den Modellversuch durch und beschreibt, dass das Salz nicht zu Wasser geworden sein kann, weil sonst die roten Legosteine auch zu gelben werden müssten. Danach beschreibt sie noch einmal, dass das Salz zu kleinen Teilchen wird (Gs2K1G4-S1_ FU-I).

Im Follow-up Interview zeigt sich Schülerin 2 auch davon überzeugt, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt. Sie schließt die Idee „Das Salz ist weg." intendiert begründet aus. Den zweiten Lernimpuls erinnert sie nicht, aber sie wiederholt den dritten Lernimpuls. Die Schlussfolgerung hieraus zieht sie jedoch nicht. Sie benennt die Legosteine und führt den

Modellversuch durch (s. Tab. 47). Sie nutzt das Modell nicht, um den Lösevorgang zu beschreiben, und beschreibt, dass sie nicht weiß, wozu man es nutzen kann. Sie sagt aber, dass die roten Legosteine auch nach oben gehen (Gs2K1G4-S2_FU-I 3:16 min.). Auf die Frage, ob sie sich sicher ist, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist, antwortet sie: „Es geht nichts anderes." (Gs2K1G4-S2_FU-I 5:04 min.).
Ähnlich wie im Post-Interview beschreibt Schülerin 3 im Follow-up Interview zunächst, dass sich das Salz in kleinen Teilchen im Wasser verteilt, und fügt direkt einen intendierten Ausschluss der ersten Idee an (s. Tab. 47). Zum Ausschluss der Idee, dass das Salz flüssig wird, führt sie an, dass „das Wasser sich auch nicht in Salz auflösen kann, und man sehen kann, dass auch nicht weg gegangen ist" (Gs2K1G4-S3_FU-I 1:57 min.). In Bezug auf die Frage, ob das Salz zu Wasser geworden sein kann, sagt sie, dass das Salz zu dick ist, und wiederholt noch den dritten Lernimpuls (Gs2K1G4-S3_FU-I 2:20 min.). Anhand der Legosteine beschreibt sie, dass die roten Steine nicht gelb werden und das Salz auch daher nicht zu Wasser wird. Daran schließt sie noch an, dass mit dem Salz gar nichts passiert, außer dass es zu ganz kleinen Teilchen wird (Gs2K1G4-S3_FU-I 4:24 min.).

Gemeinsames Lernen

Die Gruppe zeigt insgesamt im Vergleich zu den anderen Gruppen am wenigsten Kollaborationszeit, in die die drei SchülerInnen jedoch relativ gleichmäßig eingebunden sind. Die häufigste kollaborierende Handlung ist bei dieser Gruppe das Erklären (58), das zur Hälfte durch alle (29), aber auch zu großen Anteilen von Schülerinnen 1 und 3 (13) erfolgt. Darauf folgt mit recht großem Abstand das Erfragen (22) und mit 14 Codierungen erst der Versuchsschritt. Die Schülerinnen geben alle drei ungefähr gleich viel Hilfe. Schülerin 1 und 2 sagen der Schülerin 3 häufig etwas vor. Schülerin 2 erklärt den beiden anderen häufig (auch zusammen) etwas, sagt ihnen etwas vor oder reagiert auf ihre Fragen. Schülerin 3 bekommt am meisten und Schülerin 2 am wenigsten Hilfe. Am deutlichsten wird in Form des Vorsagens geholfen (60 Codierungen), worauf das Erklären (28) und das Erfragen (27) folgen. Aber auch das Lesen (17) und Aufschreiben (13) finden in der asymmetrischen Form des Helfens statt (vgl. Anhang E, Tab. X).
Die Schülerin 2 ist die Schülerin der Gruppe, die für etwas längere Zeit alleine nebeneinanderher arbeitet. In diesen Zeiten liest die Schülerin die Aufgabenstellungen, während die anderen SchülerInnen über die Verteilung der Aufgaben sprechen oder sich etwas erklären (Gs2K1G4_Di 34:23 min.; Gs2K1G4_Do 13:08 min.). Oder sie erfragt, ob ein Versuchsschritt bereits erledigt wurde, um diesen auf dem Zettel abhaken zu können. Diese Frage wird von den anderen Schülerinnen nicht beachtet (Gs2K1G4_Di 37:40 min.; 40:29 min.). In einer weiteren Situation notiert sie ihre Überlegungen auf dem Lernmaterial, während die anderen beiden sich über ihre Überlegungen austauschen (Gs2K1G4_Di 17:39 min.). Auch

von Schülerin 1 werden Fragen nicht beachtet und sie liest etwas nebeneinanderher. Schülerin 3 sagt lediglich etwas vor, das von den anderen beiden nicht beachtet wird (Gs2K1G4_Di 35:27 min.).

Fazit

Die erste Schülerin der Gruppe hat ihre Vorstellung hinzu einer fachlich anschlussfähigen Vorstellung entwickelt. Dies wird vor allem daran deutlich, dass sie ihre anfangs gewählte Antwort sowohl im Post-Interview als auch im Follow-up Interview anhand des Legosteinmodells ausschließt. Die intendierten Lernimpulse nutzt sie dafür nicht. Im Follow-up Interview nutzt sie die Darstellung im Modell auch, um die Idee auszuschließen, dass das Salz zu Wasser wird. Das Modell scheint für sie eine gute Möglichkeit zu sein, sich ihre Vorstellungen bewusst zu machen und diese zu verdeutlichen. Ihre Aussage im Follow-up Interview, in der sie beschreibt, dass das Salz nicht flüssig wird, weil „sie so bleiben und nicht auseinander kommen", wirkt aus fachlicher Sicht interessant, denn auf Teilchenebene wäre diese Aussage richtig: Die Salzteilchen wären im flüssigen Zustand weiter voneinander entfernt. Dies scheint jedoch unter den beschriebenen Umständen eine gewagte Interpretation zu sein. Eine Nachfrage wäre hier sinnvoll gewesen. Die Schülerin 2 hat ihre erste Vorstellung, dass das Salz weg ist, verändert hin zu einer fachlich anschlussfähigen Vorstellung. Dies wird darin deutlich, dass sie sowohl im Post-Interview als auch im Follow-up ihre erste Beschreibung widerlegt und sie im Follow-up auch den Lernimpuls nutzt, um ihre Schlussfolgerung zu begründen. Sie scheint den kognitiven Konflikt des Lernimpulses akzeptiert und eine neue Vorstellung entwickelt zu haben. Ob die Schülerin die Legosteine als Erklärungsmodell akzeptiert, bleibt unklar. Sie kann die Steine zwar bezeichnen, nutzt sie jedoch nicht, um das Phänomen weiter zu beschreiben. Außerdem interagiert sie auch nicht weiter mit dem Modell oder bezieht es zurück auf das Phänomen.

Auch die dritte Schülerin zeigt eine positive Vorstellungsentwicklung hin zur fachlich anschlussfähigen Erklärung. Sie ist auch diejenige, die die meisten Lernimpulse erinnert, ohne direkt danach gefragt zu werden. Genau wie Schülerin 2 nutzt sie das Legosteinmodell, um die erste und dritte Idee auszuschließen. Der Umgang mit dem Modell scheint ihre Vorstellung noch zu festigen.

Insgesamt zeigt sich, dass es den SchülerInnen nicht immer gelingt, die nicht anschlussfähigen Vorstellungen intendiert anhand der Lernimpulse auszuschließen. Dies liegt vermutlich daran, dass die Phasen, in denen sie Schlussfolgerungen schließen sollen, eher nebeneinanderher ablaufen, die Schülerinnen sich nicht gewinnbringend austauschen oder aber auf eine Idee auf dem Protokollbogen einigen. Lediglich bei der Bearbeitung der Fokusfragen zu Lernimpuls zwei kommen sie zu einer gemeinsamen Lösung, die von Schülerin 2 vorgegeben wird. Wie bereits beschrieben, wurde in dieser Klasse noch nicht explizit auf den Protokollbogen fokussiert, was im späteren Verlauf geändert wurde. Schülerin 1 und 3 gleichen dies durch ihre Modellnutzung aus, was Schülerin 2 jedoch nicht gelingt.

Aber auch insgesamt scheint die Gruppenarbeit nicht so erfolgreich abzulaufen wie in anderen Gruppen, was an den geringeren Anteil der Kollaborationszeit, aber auch an den Handlungen deutlich wird, die die Schülerinnen zeigen: Sie sagen sich viel im Rahmen einer asymmetrischen Interaktion vor und die im Allgemeinen typischen kollaborativen Handlungen treten in der Häufigkeit hinter anderen auf. Woran dies genau liegt, wird nicht direkt ersichtlich. Eine Möglichkeit ist, dass eine leistungsstärkere Schülerin bzw. Schüler in der Gruppe fehlt. Schülerin 1 und 3 werden als eher durchschnittlich und Schülerin 2 als leistungsschwach und unmotiviert beschrieben. Möglicherweise hätte ein/e starke/r SchülerIn eine andere Gruppenkonstellation mit sich gebracht. Hinzu kommt noch, dass Schülerin 3 im Post-Interview beschreibt, dass sie zur Zeit der Erprobung Streit mit Schülerin 1 hatte (Gs2K1G4-S3_I 4:37 min.). Möglicherweise schwingt diese Unstimmigkeit während der Gruppenarbeit mit und die beiden Schülerinnen hatten auch nicht das Bedürfnis, mit Schülerin 2 gemeinsam als Gruppe zu arbeiten.
Die Beschreibungen des gemeinsamen Lernens machen allerdings auch deutlich, dass die Schülerin 2 sich in der Gruppenarbeit deutlich anders zeigt, als sie von der Lehrperson charakterisiert wird. Sie ist konzentriert bei der Sache, was daran deutlich wird, dass sie auch alleine nebeneinanderher am Lernmaterial arbeitet. Aber sie hilft auch den anderen Schülerinnen, indem sie den Versuchsaufbau oder eine Schlussfolgerung erklärt. Somit scheint sie in der Situation motiviert zu sein, die Aufgaben zu erledigen.
Alle Gruppenmitglieder waren in ihrer Vorstellungsentwicklung erfolgreich; es zeigt sich, dass das Modell auch zum Ausschluss von nicht anschlussfähigen Ideen genutzt wird. Anhand des Modells können sich die Schülerinnen ihrer Vorstellung bewusstwerden, um diese zu verbalisieren. Die Schülerinnen, die im normalen Unterricht nicht motiviert sind, zeigen sich in der Erprobung in ihrem Verhalten anders.

5.7.7 Gruppe Gs2K1G3

Kriterium: Lehrperson spricht über die Gruppe im Interview; Gruppe zeigt größere Fläche des nebeneinanderher Arbeitens als Kollaboration; ein Schüler Gs2K1G3-S1 arbeitet deutlich mehr nebeneinanderher

Charakterisierung der SchülerInnen

Schüler 1 der Gruppe arbeitet und lernt schnell und selbstständig. Er zeigt sich in Bezug auf das Sozialverhalten egoistisch, will stets im Vordergrund sein und Recht haben. Sein Allgemeinwissen ist groß, er kann sich sprachlich differenziert ausdrücken und zeigt sich manchmal vorlaut. Besondere Stärken zeigt er in Mathematik und Sport. Außerdem wird er als sehr sensibel beschrieben (Gs2K1G3-S1_AuB).

Der Schüler 2 ist im vierten Schulbesuchsjahr, besucht die dritte Klasse und wird dabei durch einen Schulbegleiter unterstützt. Die Lehrperson beschreibt, dass er ohne seine Schulbegleitung wenig motiviert ist, kein Interesse an Lernangeboten zeigt, das Arbeiten verweigert und sich wenig konzentriert zeigt. Außerdem hält er sich kaum an Regeln und gerät ständig in Streitsituationen. In seiner Kommunikation zeigt er vor allem im schriftlichen Bereich sehr große Probleme. Auch im Bereich der Einschätzungen zum Sachunterricht schätzt die Lehrperson die Fähigkeiten des Schülers gering ein. Unter den besonderen Bemerkungen notiert die Lehrperson, dass der Schüler Schulunlust zeigt, sich aggressiv verhält und sprachlich verletzend auch gegenüber Erwachsenen agiert. Ihm wurde ein sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf in den Bereichen Lernen und emotionale-soziale Entwicklung diagnostiziert. Außerdem beschreibt die Lehrperson, dass er von zu Hause keine Unterstützung erhält (Gs2K1G3-S2_AuB).
Die Lehrperson beschreibt den Schüler 3 der Gruppe als leistungsstark, er habe ein großes Allgemeinwissen, halte sich an Regeln und arbeite ausdauernd. Er ist zuverlässig und zeigt in allen Fächern gute Leistungen. Auch die Einschätzungen für den Bereich des Sachunterrichts sind zu allen Bereichen positiv. Er arbeitet gerne praktisch, ist an neuen Dingen interessiert, entwickelt eigene Ideen und stellt Vermutungen an (Gs2K1G3-S3_AuB).

Vorstellungsentwicklungen

Tab. 48: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs2K1G3

		Schüler 1	**Schüler 2**	**Schüler 3**
Beobachtung		„einen sturm gesehen, salz ist verschwunden“	„beobachtet“	„das salz hat sich aufgelöst“
Auswahlantwort Begründung		D (ist weg) Idee 1		
Begründungen Forscherprotokoll		- - „ich weis was. Die katofel wacht dus waser har“		
Vorstellung im Post-Interview		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	*krank*	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	reproduziert, intendiert		reproduziert, fachlich
	2	*nicht gefragt*		*nicht gefragt*
	3	*nicht gefragt*		*nicht gefragt*
Vorstellung im Follow-up		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	*nicht gefragt*	reproduziert, intendiert	reproduziert, intendiert
	2	*nicht gefragt*	-	nicht begründet
	3	reproduziert	intendiert	nicht begründet

Der erste Schüler der Gruppe notiert als Beobachtung, dass er „einen sturm gesehen“ hat und dass das Salz verschwunden ist. Auch bei der Diagnoseaufgabe wählt er die Antwort, dass das Salz weg ist (s. Tab. 48). Im Post-Interview beschreibt er, während er das Salz im Wasser löst, dass dieses nach längerem Rühren weg ist. Auf Nachfrage, was er damit meint, beschreibt er, dass sich das Salz auflöst, sich mit dem Wasser vermischt und nun Salzwasser ist (Gs2K1G3-S1_I 3:44 min.). Nach der Konfrontation seiner gewählten Antwort „Das Salz ist weg.“ aus der Diagnoseaufgabe beschreibt er, dass er das nicht mehr glaube, sondern dass er denkt, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt. Als eigenständige Begründung beschreibt er den Lernimpuls eins und zieht die intendierte Schlussfolgerung. Er wird als überzeugt eingestuft. Mit dem Modell erklärt er, dass die roten Legosteine sich zwischen den gelben vermischen. Außerdem überträgt er eigenständig, dass wenn das Wasser „verbrodelt“ das Salz, also die roten Legosteine, zurückbleibt (Gs2K1G3-S1_I 7:15 min.). Bei der Durchführung des Einstiegsversuchs im Follow-up Interview erklärt der Schüler: „Das Salz, das ähm, wird in ganz kleine Stücke und man sieht das zwar gleich nicht mehr, aber das ist immer noch da.“ (Gs2K1G3-S1_FU-I 1:20 min.). Auf die Frage nach einer Begründung seiner Aussage beschreibt er den Lernimpuls drei, ohne jedoch eine Schlussfolgerung daraus zu ziehen. Weiterhin beschreibt er, dass die Legosteine ein Modell für das Salz und das Wasser waren und diese zeigen, dass sich das Salz mit dem Wasser vermischt (Gs2K1G3-S1_FU-I 2:23 min.).

Als Beobachtung notiert der zweite Schüler lediglich das Wort „beobachtet“ und in der Diagnoseaufgabe wählt er die Antwort „Das Salz ist weg.“ (s. Tab. 48).

Aufgrund von Krankheit liegen von diesem Schüler keine Interviewdaten vor. Im Follow-up Interview beschreibt er direkt bei der Durchführung des Versuchs, dass das Salz nicht weg ist, sondern sich in kleinen Teilchen verteilt, und wird als überzeugt eingestuft. Dies kann er zunächst nicht begründen (Gs2K1G3-S2_FU-I 1:23 min.). Nachdem er den Lernimpuls eins aber wiederholt, führt er einen intendierten Ausschluss durch (Gs2K1G3-S2_FU-I 2:37 min.). Zur Idee „Das Salz ist flüssig geworden.“ wird er nicht gefragt. Jedoch zur Idee „Das Salz ist zu Wasser geworden.“: Diese Idee schließt er intendiert begründet aus (s. Tab. 48). Er benennt die Legosteine richtig und nutzt diese, um den Lösevorgang zu beschreiben:

> *I: Und was kann man damit jetzt erklären?*
> *S: Das man es nur nicht sehen kann, weil das in Teilchen geworden ist.* (Gs2K1G3-S2_FU-I 3:50 min.)

Der dritte Schüler nennt als Beobachtung, dass sich das Salz aufgelöst hat. Als Auswahlantwort wählt er „Das Salz ist weg.“ Er beschreibt im Post-Interview: „[D]as Salz wird zu so kleinen Teilchen, dass man es nicht mehr sehen kann.“ Er wird als überzeugt eingestuft (Gs2K1G3-S3_AuB). Den Versuch zu Lernimpuls eins beschreibt er von alleine, da ihm dieser besonders gut gefallen hat (Gs2K1G3-S3_I 0:44 min.). Die Legosteine benennt er korrekt und nutzt sie, um den Lösevorgang zu beschreiben:

> *Das haben wir so getan, ob das Wasser wäre, dann haben wir das hier reingeschüttet, ob das das Wasser wäre. (schüttet gelbe Legostein in den Becher) Dann haben wir gedacht, ob das die Salzteile wären (greift rote Legosteine). Und dann hatten wir n Löffel zum Umrühren, sodass wie da wäre. Dann so umrühren und dann wie das (zeigt auf Glas mit Wasser) [...] (rührt mit einem Löffel um).*
> *Also die Salz/also die roten Legosteine haben sich jetzt hier verteilt in das Wasser/ in das gelbe Wasser/die Legosteine. Und dann sieht das fast/ dann ist das fast so wie das, nur dass die Legosteine nicht weg sind. Ja und dann haben wir herausgefunden, dass die nicht weg sein, sonst wären die roten Legosteine jetzt auch weg.* (Gs2K1G3-S3_I 5:21 min.)

Er nutzt somit das Modell, um die Antwort „Das Salz ist weg." auszuschließen.
Im Follow-up Interview beschreibt der Schüler ebenfalls, dass sich das Salz in kleinen Teilchen im Wasser verteilt, und wirkt dabei überzeugt. Er schließt die erste Idee intendiert begründet und die weiteren zwei Ideen ohne weitere Begründung aus. Auch im Follow-up Interview nutzt er die Legosteine, um den Lösevorgang zu beschreiben und die erste Idee auszuschließen (s. Tab. 48; Gs2K1G3-S3_AuB).
Bei der Bearbeitung des ersten Lernimpulses geben die Schüler immer wieder Wasser, in das sie Salz gegeben haben, in die Schale über dem Teelicht. Dies hat zur Folge, dass es in der Gruppe länger dauert, bis sie die intendierte Beobachtung des Impulses machen. Sie beschreiben, dass das Salz zu sehen ist und daher nicht weg sein kann (Gs2K1G3_Di 27:05 min.). Es tritt das Missverständnis auf, dass jeder Schüler ein Protokoll erhält, was zu Konflikten zwischen Schüler 1 und den beiden anderen Schülern führt (Gs2K1G3_Di 27:23 min.; 28:28 min.). Schüler 1 streicht die erste Idee durch und erklärt den anderen, dass er es durchgestrichen hat: „Das stimmt ja nicht, weil da ist ja noch Salz *(zeigt auf das Drahtgestell)*."
Auch die Bearbeitung der Fokusfragen zu Lernimpuls zwei führt zu einem Konflikt: Schüler 1 liest die erste Frage vor und entscheidet sich für die Antwort „nein". Die anderen beiden widersprechen mit „doch", geben jedoch keine Begründung dafür. Schüler 1 erklärt „Guck doch selbst, da ist noch ganz viel", woraufhin die anderen beiden mit „doch" und „Klappe" reagieren (Gs2K1G3_Di 41:41 min.). Nachdem Schüler 2 und 3 diese Worte mehrfach wiederholen, geht Schüler 1 zur Lehrperson. Währenddessen bearbeiten die anderen beiden Schüler die Fragen. Schüler 1 kommt zurück und die Lehrperson gibt der Gruppe den Impuls, dass sie sich gemeinsam über ihre Ideen austauschen sollen. Daraufhin entscheiden sie bei der ersten Frage, ob das Salz durch die Kerze flüssig wird, „nein" anzukreuzen. Schüler 1 liest die zweite Frage vor und entscheidet sich für „nein". Schüler 3 widerspricht dieser Entscheidung, gibt jedoch keine Begründung an. Schüler 2 sagt, dass er beides angekreuzt hat, weil er nicht weiß, was er zu tun hat. Schüler 3 weist Schüler 1 darauf hin, dass er zur ersten Frage beides ankreuzen soll, weil er selbst und Schüler 2 dies gemacht haben und es eine Gruppenaufgabe sei. Schüler 1 sagt daraufhin: „Nein, ich muss das nicht ankreuzen, ihr habt's ja falsch gemacht." (Gs2K1G3_Di 43:48 min.) Weiterhin überlegen sie zusammen, dass das Salz im Wasser nicht flüssig werden kann. Als Überlegungen führen sie Folgendes an: „weil da kein Wasser drauf ist" (S2) „wegen der Wärme" (S3)

(Gs2K1G3_Di 44:10 min.). Schüler 1 notiert als einziger eine Begründung, nämlich „klabt nicht“ (Gs2K1G3-S1_bM). Bei dem dritten Lernimpuls übernimmt Schüler 3 das Forscherprotokoll. Er plädiert dafür, im Gegensatz zu den vorherigen Situationen nun zusammen zu überlegen und sich gegenseitig zu helfen oder sich abzuwechseln: „Jeder schreibt `nen Satz.“ Zwischenzeitlich versucht Schüler 2 etwas aufzuschreiben. Er wird dann aber wieder von Schüler 3 abgelöst. Sie überlegen lange, was sie als Begründung aufschreiben sollen, und sind sich einig, dass das Salz das Wasser hart macht (Gs2K1G3_Do 19:20-24-34 min.). Schüler 3 notiert zu Schluss „ich weis was. Die katofel wacht dus waser har“ (Gs2K1G3_Forscherprotokoll).

Gemeinsames Lernen

Die Gruppe zeigt mehr Flächen des nebeneinanderher Arbeitens als der Kollaboration (59 % zu 49 %). Insbesondere arbeitet der erste Schüler einen großen Zeitanteil alleine nebeneinanderher während er lernimpulsbezogene Handlungen durchführt (22 %). In diesen schreibt er am häufigsten etwas auf.

In die Kollaborationen sind alle drei Schüler gleichmäßig eingebunden. Die Handlungen, die sie so durchführen, sind vor allem das Verteilen von Aufgaben, das Erklären und das Beobachten. Die Verteilung der Aufgaben wird zu einem großen Teil (50 von 64 Situationen) von allen gemeinsam durchgeführt. Auch die Versuchsschritte werden zum großen Teil kollaborativ durchgeführt. Schüler 1 gibt am wenigsten und bekommt am meisten Hilfe. Der dritte Schüler spiegelt genau das Gegenteil wider. Er gibt die meiste Hilfe und bekommt am wenigsten Hilfe. Geholfen wird sehr stark durch die Handlung des Vorsagens sowie des Erfragens, bei dem also um Hilfe gebeten wird. Dies trifft insbesondere auf Schüler 2 zu, der Schüler 3 um Hilfe bittet. In 35 der 76 helfenden Vorsagesituationen wird dem ersten Schüler geholfen. In zwei Situationen, in denen Schüler 2 dem ersten Schüler etwas vorsagt, wird deutlich, dass er die Symbole nutzt um das Vorgehen zu verstehen (s. Anhang E, Tab. XI).

Situation 1: Die Schüler erlesen die Versuchsschritte zu Lernimpuls eins:

> *S1: Stelle das Tee/Teelicht unter das Drag/Drang hä?*
> *S2: Drachn!*
> *S1: Drachn..*
> *S2: Drachn! Das hier! (zeigt auf das Drahtgestell)*
> *S1: Drachengestell.* (Gs2K1G3_Di 16:34 min.)

Situation 2: Die Schüler führen die Versuchsschritte zu Lernimpuls eins durch:

> *(S1 stellt das Drahtgestell auf den Kopf gedreht auf den Tisch.)*
> *S3: Andersrum! Andersrum! Guck doch ma’ da! (zeigt auf die symbolische Darstellung des Drahtgestells)* (Gs2K1G3_Di 18:13 min.)

Fazit

Alle Schüler der Gruppe scheinen ihre Vorstellung von Beginn weiterentwickelt zu haben und von der Beschreibung, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt, überzeugt zu sein. Ihre ursprüngliche Antwort widerlegen sie mit dem intendierten Lernimpuls oder nutzen das Teilchenmodell, um zu beschreiben, dass das Salz nicht weg sein kann. Diese Vorstellungsentwicklungen gelingen, obwohl die Schlussfolgerungen in den einzelnen Lernimpulsen meist nicht gemeinsam gezogen werden. Beim ersten Lernimpuls zieht Schüler 1 die intendierte Schlussfolgerung und bei Lernimpuls zwei ist es Schüler 3. Hinter der Aussage von Schüler 2, dass das Salz nicht flüssig wird, weil in der Schale kein Wasser ist, wird die Vorstellung deutlich, die bereits in Gruppe Gs5K2G8 (s. Kap. 5.7.2) beschrieben wurde. Der Schüler geht davon aus, dass das Salz *„mit dem Wasser"* flüssig wird. Im dritten Lernimpuls stellen sie den intendierten Vergleich zwischen den Kartoffeln in den Gläsern nicht her, sie versuchen eher eine Begründung dafür zu finden, warum die Kartoffel schwimmt. Die Gruppenarbeit ist durch viele Konflikte geprägt, was sich auch in den Analysen der gemeinsamen Lernsituationen widerspiegelt. Vor allem Schüler 1 grenzt sich in den Lernimpulsphasen von den anderen beiden Schülern ab, er arbeitet viel nebeneinanderher. Hinzu kommt, dass die anderen zwei ihm häufig etwas vorsagen, ihm also Hilfe geben, ohne dass er danach fragt. An mehreren Stellen der Lernimpulsphasen läuft Schüler 1 zur Lehrperson, um sich über die Gruppe zu beschweren. Dieses Verhalten deckt sich mit der Charakterisierung, die die Lehrperson über den Schüler angibt, dass er sensibel ist und oft Recht haben will. Dies bestätigt sie auch noch einmal im Interview:

> *Der [Gs2K1G4-S1] war halt so wie immer. Er ist ja, ich will mal sagen, dass/ er will immer gerne der Bestimmer sein. Er ist auch sehr vorlaut, der ist dann immer sehr schnell eingeschnappt, wenn er jetzt nicht das so die tragende Rolle hat, weil er sich ja dann auch beschwert hat: Der hat was auf meinen Zettel geschrieben.* (Gs2L1K1, Z. 26)

Dass Schüler 3 ausdauernd arbeitet, zeigt sich in seinem Verhalten im dritten Lernimpuls, bei dem er auch versucht, die Gruppe wieder zusammen zu bringen. Schüler 2 zeigt sich in die Gruppenprozesse integriert, er zeigt sich sowohl kollaborativ als auch in Hilfe gebenden und Hilfe nehmenden Situationen, die er vor allem von Schüler 3 einfordert und in Anspruch nimmt. Die Kollaborationen zeigen sich vor allem in der Metakooperation, dem Beobachten, Erklären und im Rahmen der Versuchsschritte. Im Gegensatz zur Charakterisierung der Lehrperson zeigt er sich interessiert am Lernangebot und arbeitet mit den anderen Schülern zusammen, auch wenn in der Gruppe des Öfteren Konflikte auftreten. Am Ende des Follow-up Interviews erwähnt der Schüler von sich aus, dass er sonst eigentlich nie redet und sich wünschen würde, öfter solche Versuche zu machen (Gs2K1G3-S2_FU-I 4:50 min.). Sein Verhalten im Unterricht fällt auch der Lehrperson auf, die über ihn sagt:

> *Und [Gs2K1G4-S2] war für seine Verhältnisse seeehr regelkonform. Also, er hat sich allerdings auch mit denen, glaube ich, gestritten, das wirst du dann auch hören, ne. Aber er ist, der einzige Junge mit dem er Kontakt hat seit dem ersten Schuljahr ist der [Gs2K1G4-S3]. [...] Weil es ist, also jetzt bei dem Ver/ Versuch, bei euren Versuchen hat*

> *er den [Schulbegleiter] gar nicht gebraucht, ne? Weil er da ja mit [Gs2K1G4-S3] und [Gs2K1G4-S1] zusammen war, da er ja echt, auch im Kreis war er total ruhig. Der schmeißt sich sonst da in die Mitte, macht den Kasper.* (Gs2L1K2, ab Z. 20)

Die Analysen machen auch deutlich, dass er die Symbole nutzt, um sich in der Gruppenarbeit helfend zu zeigen. Inwiefern in der Gruppe gemeinsames Lernen stattgefunden hat, reflektiert die Lehrperson im Interview:

> *Tja, ist schwierig. Also ich denke der kleine [Gs2K1G4-S2], also hat, denke ich, schon mit den anderen zusammen son bisschen gelernt. Aber der [Gs2K1G4-S1], hat, glaub ich, für sich mehr so alleine gearbeitet, weil das ist auch son Einzelkämpfer. Aber ich denke mal [Gs2K1G4-S3] und [Gs2K1G4-S2], wenn da jetzt noch ein anderes Kind dabei gewesen wäre, wäre das vielleicht noch lernintensiver gewesen.* (Gs2L1K2, ab Z. 86)

Diese Reflexion der Lehrperson deckt sich mit den Analysen zum gemeinsamen Lernen. Auch wenn sie alle drei erfolgreich in der Vorstellungsentwicklung sind, hätte vermutlich eine Gruppenkonstellation mit einem anderen Lernenden als Schüler 1 sich in Bezug auf die Gruppendynamik deutlich anders gestaltet. Ob Schüler 1 in einer anderen Konstellation hätte besser integriert sein können, bleibt an dieser Stelle offen. Deutlich wird jedoch, dass Schüler 2, der sonst im Unterricht mit Schulbegleiter arbeitet, stark in die Lernprozesse eingebunden ist und ihm sowohl das praktische Arbeiten des Experimentierens als auch die Symbolik dabei entgegenkommen.

5.7.8 Gruppe Gs5K2G2

Kriterium: Gruppe zeigt die höchsten kollaborativen Anteile, ein Schüler mit sprachlichen Schwierigkeiten Gs5K2G2-S1 *gibt viel Hilfe*

Charakterisierung der SchülerInnen

Schüler 1 der Gruppe arbeitet sehr selbstständig, motiviert und konzentriert. Er zeigt sich freundlich und offen gegenüber anderen SchülerInnen. Seine Fähigkeiten im sachunterrichtlichen Bereich werden alle positiv eingeschätzt. Er wird außerdem als verlässlich beschrieben. Die Lehrperson beschreibt, dass dem Schüler eine Lese-Rechtschreib-Schwierigkeit diagnostiziert wurde und er daran stark arbeitet. Er wurde der Gruppe mit SchülerInnen mit sprachlichen Schwierigkeiten zugeordnet (Gs5K2G2-S1 AuB). Die Schülerin 2 arbeitet ebenfalls selbstständig, umgeht jedoch auch herausfordernden Aufgaben. Sie wird als verspielt, empathisch, verantwortungsbewusst beschrieben und kann mit SchülerInnen mit herausforderndem Verhalten umgehen und sich auf diese einlassen. Außerdem traue sie sich wenig zu und zeigt sich zurückhaltend (Gs5K2G2-S2 AuB). Die dritte Schülerin der Gruppe wird als strebsam, organisiert und fleißig beschrieben, sie ist sozial und

arbeitet mit allen kooperativ zusammen. Sie wächst zweisprachig auf und hat einen Migrationshintergrund. Im sprachlichen Bereich zeigt sie Probleme und wurde der Gruppe der SchülerInnen mit sprachlichen Schwierigkeiten zugeordnet (Gs5K2G2-S3 AuB).

Vorstellungsentwicklungen

Tab. 49: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs5K2G2

		Schüler 1	**Schüler 2**	**Schüler 3**
Beobachtung		„Das Salz sammelt sich in der mitte und ein bisschen Salz löst sich auf“	„Das Waser löst siech auf und einbr heibt ausem grunt in der mite ligen.“	„das Salz löst sich erst mal auf und dann sammelt es sich in der mitte“
Auswahlantwort Begründung		C (flüssig) Idee 2		
Begründungen Forscherprotokoll		„es am Ende noch da ist“ „es Gar nicht flüsich geworden ist“ „sonst könnte die katofel nicht schwimmen mit salz“		
Vorstellung im Post-Interview		Das Salz und das Wasser mischen sich. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz und das Wasser mischen sich. (unsicher)
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	reproduziert, intendiert	intendiert	reproduziert, intendiert
	2	reproduziert durch I	reproduziert, intendiert	intendiert
	3	reproduziert	reproduziert, lebensweltlich	*nicht gefragt*
Vorstellung im Follow-up		Das Salz und das Wasser mischen sich.	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	fachlich	intendiert	fachlich
	2	lebensweltlich	intendiert	intendiert
	3	fachlich	lebensweltlich	intendiert

Die SchülerInnen beobachten, dass das Salz zunächst zu Boden sinkt und sich am Boden sammelt. Außerdem notieren sie, dass sich das Salz auflöst. Sie kreuzen alle die Idee „Das Salz ist flüssig geworden.“ an (s. Tab. 49). Nachdem sie im Lernimpuls beobachten, dass das Salz in der Schale zurückbleibt, schaut Schüler 1 in sein Material, um nachzulesen, für welche Antwort sie sich entschieden hatten. Es ergibt sich folgendes Gespräch:

S1: Wir hatten doch gesagt, dass wird flüssig. Ja. Und am Ende bleibt's übrig.
S2: Ne.
S1: Doch.
S2: Hatten wir gesagt, aber dann geht das/ nein.
S1: Ja, das Salz ist weg, können wir ausschließen.
S2: Ne, es ist ja nicht weg.
S1: Das Salz ist zu Wasser geworden können wir auch ausschließen.
S2: Ja, weil ´s ja eh Salz ist.
S1: Das Salz ist sehr..(liest)

S2: …zu kleinen Stückchen, ja.
S1: Joa. Das Salz ist flüssig geworden und hat sich dann wieder raus/ ja, das kann ja auch sein.
S2: Ne, ich würd' sagen zu kleinen Stückchen, weil dann ist das Wasser weg und dann sind ja noch diese kleinen Stückchen da. (Gs5K2G2_Di 41:50 min.)

Gemeinsam streichen sie die erste Idee auf dem Protokollbogen und notieren eine intendierte Begründung. Die Bearbeitung der Fokusfragen zum zweiten Lernimpuls laufen auch gemeinsam ab, die SchülerInnen lesen gemeinsam die Fragen und entscheiden, dass das Salz über der Kerze nicht flüssig geworden ist (Gs5K2G2_Do 8:57 min.). Schülerin 2 und 3 wollen zunächst ankreuzen, dass es im Wasser flüssig geworden ist. Schüler 1 widerspricht und sagt, dass es nicht sein kann, weil der erste Lernimpuls dies schon widerlegt hat. Er plädiert dafür aufzuschreiben, dass man das Salz nur nicht im Wasser sieht (Gs5K2G2_Do 11:37 min.). Sie streichen die „Flüssigtheorie" auf dem Protokollbogen und begründen dies damit, dass das Salz nicht flüssig geworden ist. (Gs5K2G2_Do 14:10 min.) Der Impuls wird nicht komplett intendiert bearbeitet. Während des dritten Lernimpulses vermutet Schülerin 3 bereits, dass das Salz im Wasser die Kartoffel oben hält (Gs5K2G2_Do 25:58 min.). Schüler 1 und Schülerin 3 zeigen verschiedene Ideen, warum die Kartoffel im Salzwasser schwimmt und tauschen sich darüber aus, Schülerin 2 hört dabei zu (Gs5K2G2_Do 27:02 min.). Bei der Bearbeitung der Fokusfrage zieht Schüler 1 als erster die Schlussfolgerung, dass das Salz nicht zu Wasser geworden sein kann. Er notiert „weil da noch Salz drine ist". Schülerin 2 notiert „das Salz die Ktof hoch gedükt hat" und Schülerin 3 schreibt „sonst wäre alles gleich" (Gs5K2G2-S1/2/3_bM). Auch das Streichen der dritten Idee führt die Gruppe gemeinsam durch. Schüler 1 schreibt auf, was Schülerin 2 ihm diktiert (Gs5K2G2_Do 32:21 min.). In Bezug auf Schüler 1 zeigt sich an mehreren Stellen, dass er die Symbole nutzt, um die Arbeitsaufträge zu verstehen. Zum Beispiel sagt er bei der Bearbeitung des Lernimpulses zwei als er das Symbol „Beobachten" sieht „schau genau" (Gs5K2G2_Do 5:27 min.) und im Lernimpuls drei „so, jetzt sollen wir genau schauen" (Gs5K2G2_Do 25:32 min.). Diese Formulierung steht so nicht auf diesem Arbeitsblatt, er hat hier anscheinend die symbolische Bedeutung bereits verinnerlicht.

Im Post-Interview zeigt sich Schüler 1 davon überzeugt, dass sich das Salz mit dem Wasser mischt. Er wird zum Ausschluss der Idee zwei gefragt, woraufhin er die erste Idee intendiert ausschließt. Der Interviewer wiederholt dann den Lernimpuls zwei. Der dritte Lernimpuls wird dann wieder vom Schüler reproduziert (s. Tab. 49). Am Modell beschreibt er, dass das Salz nicht weg ist, sondern sich vermischt hat (Gs5K2G2-S1_I 6:05 min.). Auch Schülerin 2 ist davon überzeugt, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt. Sie beschreibt direkt zu Beginn den zweiten Lernimpuls und schließt die zweite Idee aus. An diesen Ausschluss fügt sie den intendierten Ausschluss der ersten Idee an. Den dritten Impuls reproduziert sie und sagt, dass das Salz nicht zu Wasser werden kann, weil es Salz ist (s. Tab. 49). Sie beschreibt mit den Legosteinen, dass sich das Salz im Wasser verteilt, so-

dass man es nicht mehr sehen kann (Gs5K2G2-S2_I 5:30 min.). Schülerin 3 wird als unsicher eingestuft. Sie beschreibt zu Beginn, dass sich das Salz durch das Umrühren im Wasser verteilt. Danach schließt sie intendiert die Idee eins aus. Nach der Konfrontation mit ihrer erst gewählten Idee „Das Salz ist flüssig geworden." sagt sie, dass sie nun denkt, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist. Zum Ausschluss ihrer Idee beschreibt sie Lernimpuls zwei und zieht die intendierte Schlussfolgerung (s. Tab. 49). Anhand der Legosteine beschreibt sie:

> *[D]ass das Salz in Wasser verteilt/ also verteilt geworden ist/sich verteilt hat. Und ähm halt eben nicht weg ist und auch nicht flüssig geworden ist, sondern noch da ist, also so wie es war und nur verteilt worden ist. (Gs5K2G2-S3_I 5:33 min.)*

Auch im Follow-up Test schreibt Schüler 1, dass sich das Salz mit dem Wasser vermischt hat. Er nutzt das Modell, um die erste Idee auszuschließen. Zum Ausschluss der zweiten und dritten Idee führt er den ersten Versuch an (Gs5K2G2-S1_AuB). Schülerin 2 schreibt in diesem Test, dass sich das Salz in ganz kleinen Teilchen verteilt. Sie schließt die ersten beiden Ideen intendiert aus (Gs5K2G2-S2_AuB). Die dritte Schülerin schreibt, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt und schließt direkt zu Beginn die anderen Ideen aus. Zur ersten Idee schreibt sie, dass man es noch schmecken kann. Zu den anderen beiden führt sie die intendierten Schlussfolgerungen an (Gs5K2G2-S3_AuB).

Gemeinsames Lernen

Diese Gruppe zeigt im Vergleich zu allen anderen den höchsten zeitlichen Anteil an kollaborierender Interaktion. In diese Zeiten sind alle SchülerInnen nahezu gleichmäßig eingebunden und am häufigsten kollaborieren alle miteinander. Am meisten kollaborativ wurde die Handlung Erklären codiert, auf die das Lesen in Bezug auf codierte Überschneidungen folgt. Aber auch das Erfragen und Aufschreiben werden häufig kollaborativ vollzogen. Die Zeiten, in denen die SchülerInnen schlussfolgern und deuten, verlaufen fast alle kollaborierend. Schüler 1 gibt am meisten und bekommt am wenigsten Hilfe. Die anderen beiden Schülerinnen geben und bekommen ungefähr gleich viel Hilfe. Schüler 1 gibt Hilfe, indem er beiden anderen etwas vorsagt oder erklärt. Er liest den anderen vor, antwortet auf Fragen und gibt Hilfe bei dem Notieren von Lösungen. Dieser Schüler ist der einzige, der kurze Zeit alleine nebeneinanderher arbeitet. In dieser Zeit schreibt er etwas auf oder überlegt laut bzw. erklärt sich selbst, was er aufschreiben will (z. B. Gs5K2G2_Di 19:08 min.). In den Zeiten, in denen alle nebeneinanderher arbeiten, wird etwas aufgeschrieben oder gelesen (s. Anhang E, Tab. IX).

Fazit

Alle SchülerInnen der Gruppe haben ihre Vorstellung hin zu einer fachlich anschlussfähigen Vorstellung entwickelt. Dabei geht Schüler 1 von einem Vermischen des Salzes im Wasser aus und die anderen beiden Schülerinnen beschreiben das Verteilen des Salzes in kleinen Teilchen. Auch wenn Schülerin 3 im Post-Interview erst unsicher wirkt, zeigen ihre

Antworten im Follow-up Test deutlich, dass sie von der Verteilung der kleinen Salzteilchen überzeugt ist. Dies zeigt sich im Besonderen darin, dass sie direkt zu Beginn die anderen Ideen ausschließt. Aber auch die anderen beiden SchülerInnen erinnern sich an die Impulse und zum großen Teil auch an die Schlussfolgerungen, die daraus gezogen werden. Auffällig ist, dass Schülerinnen 2 und 3 auch die Schlussfolgerung zu Lernimpuls zwei erinnern, die sie selbst in ihrer Gruppenarbeit nicht komplett intendiert vollzogen haben. Dies scheinen sie aus der gemeinsamen Besprechung im Rahmen der Plenumsphase zu erinnern. Am Videomaterial wird deutlich, dass Schüler 1 zum Teil die symbolische Bedeutung der Symbole nutzt. Die Gruppe zeigt sich insgesamt in Bezug auf das gemeinsame Lernen ebenfalls erfolgreich. Sie arbeitet harmonisch zusammen, die SchülerInnen kollaborieren viel, auch in Bezug auf das Deuten und Schlussfolgern. Sie diskutieren während der Kleingruppenphasen ihre Ideen miteinander, wie bspw. gezeigt im Lernimpuls eins Schüler 1 und Schülerin 2 und in Bezug auf das Deuten der schwimmenden Kartoffel von Schüler 1 und Schülerin 3. Dieses Miteinander zeigt sich auch bei der Bearbeitung der Fokusfragen. Auffällig ist bei dieser Gruppe außerdem, dass auch das Lesen stark kollaborierend vollzogen wird. Trotz der beschriebenen sprachlichen Schwierigkeiten zweier SchülerInnen dieser Gruppe bearbeiten sie die Lernmaterialien gemeinsam und gehen sie „Schritt für Schritt“ durch. Das gemeinsame Schlussfolgern, Deuten und Bearbeiten der Lernmaterialien kann ein Grund dafür sein, dass sie sich vermehrt an die intendierten Schlussfolgerungen erinnern und die fachlich nicht anschlussfähigen Ideen ausschließen. Schülerin 2 und 3 scheinen dabei zusätzlich die Plenusmphasen zu unterstützen.

5.7.9 Gruppe Gs4K1G3

Kriterium: Zwei SchülerInnen geben viel Hilfe, die vor allem ein Schüler (Gs4K1G3-S1) bekommt; Gruppe Gs4K1G3 zeigt im Vergleich zu anderen viele zeitliche Anteile an Kollaboration; Gruppe Gs4K1G3 zeigt im Vergleich zu den anderen insgesamt weniger lernimpulsbezogene Handlungen

Charakterisierung der SchülerInnen

Der erste Schüler der Gruppe wird in Bezug auf sein Arbeits- und Lernverhalten insbesondere bei schriftlichen Aufgaben als langsam beschrieben. Seine Motivation und sein Antrieb wechseln und zeigen sich abhängig vom Inhalt. Er zeigt wenige soziale Kontakte, drückt sich sprachlich gut bis sehr gut aus. Ob er in einer Gruppe gern arbeitet, hängt von der Zusammenstellung ab. Die Lehrperson beschreibt ihn als „ein Original“ und als extrem. Seine Stärken liegen im sachunterrichtlichen Bereich, wenn ihn das Thema interessiert (Gs4K1G3-S1_AuB). Schüler 2 wird in Bezug auf sein Arbeits-, Lern- sowie Sozialverhalten als „gut“ beschrieben. Alle sachunterrichtlichen Bereiche werden positiv eingeschätzt. Er

wird als hilfsbereit und liebenswert und insgesamt leistungsstark beschrieben. Seine besonderen Stärken liegen im Fach Mathematik (Gs4K1G3-S2_AuB). Der Schüler wurde der Gruppe der leistungsstarken SchülerInnen zugeordnet. Die Schülerin 3 der Gruppe wird als gewissenhaft, zielstrebig und ausdauernd beschrieben. Sie ist in der Klasse beliebt und hat viele Kontakte. In allen weiteren Entwicklungsbereichen und denen des Sachunterrichts wird sie ebenfalls positiv eingeschätzt. Die Schülerin ist zuverlässig, hilfsbereit und intelligent. Ihre besonderen Stärken liegen im „kognitiven Bereich" (Gs4K1G3-S3_AuB).

Vorstellungsentwicklungen

Tab. 50: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs4K1G3

		Schüler 1	**Schüler 2**	**Schülerin 3**
Beobachtung		-	-	„es ist weg"
Auswahlantwort		C (flüssig) Idee 2	B (kleine Teilchen) Idee 4	D (ist weg) Idee 1
Begründungen Forscherprotokoll		„das Salz ist durch die Hitze wieder gekommen" „das Salz nicht flüssig geworden ist" „die Kartoffel wo das Salz im Wasser ist schwimmt. Im anderen Glas schwimmt die Kartoffel nicht"		
Vorstellung im Post-Interview		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)		
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	*nicht gefragt*	reproduziert, intendiert	fachlich
	2	reproduziert, intendiert	reproduziert, intendiert	lebensweltlich
	3	reproduziert, intendiert	intendiert	intendiert
Vorstellung im Follow-up		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.		
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	intendiert	intendiert	intendiert
	2	lebensweltlich	lebensweltlich	lebensweltlich
	3	lebensweltlich	lebensweltlich	-

Schüler 3 notiert als einziger eine Beobachtung und zwar, dass das Salz weg ist. Die SchülerInnen kreuzen alle unterschiedliche Ideen an (s. Tab. 50). Sie überlegen zusammen, warum sie die erste Idee streichen können und Schüler 2 gibt die Idee in die Runde aufzuschreiben, dass das Salz durch die Hitze wiedergekommen ist. Dies notiert Schülerin 3 (Gs4K1G3_Do 7:24 min.). Während sie die Fokusfragen zum zweiten Lernimpuls bearbeiten, arbeiten sie nebeneinanderher und den Ausschluss der zweiten Frage führt Schüler 2 an. Seine Begründung die er anführt ist, dass man das Salz noch umrühren müsste, damit es flüssig wird und es „nur in kleinen Teilchen verteilt ist". Den ersten Teil seiner Begründung notiert Schülerin 3 auf ihren und den zweiten Teil notiert Schüler 2 auf seinen Materialien. Dieser Teil der Antwort entspricht seiner gewählten Antwort in der Diagnoseaufgabe. Die anderen beiden SchülerInnen widersprechen dem nicht (Gs4K1G3_Do 22:39 min.). Schüler 1 notiert keine Begründung. Schüler 2 und Schülerin 3 einigen sich

darauf, die Idee auf dem Protokollbogen zu streichen, weil das Salz im Versuch nicht flüssig geworden ist (Gs4K1G3_Do 27:11 min.). Schüler 2 und Schülerin 3 beginnen, jeweils alleine die Fokusfragen zum dritten Lernimpuls zu bearbeiten (Gs4K1G3_Do 44:53 min.). Schülerin 3 notiert zur Frage, ob in Glas zwei nur Wasser ist: „Nein, weil im Salz-Wasser-Glas die Kartoffel schwimmt. In dem anderen Glas nicht." Schüler 2 notiert: „Nein, weil die katofel auf dem Salz schwimt." (Gs4K1G3-S2/3_bM). Daraufhin gibt Schüler 2 den Impuls, dass sie sich über ihre Ideen austauschen sollen und zeigt dabei auf das Symbol „diskutieren" (Gs4K1G3_Di 47:05 min.). Sie halten fest, dass die Kartoffel im Wasser mit Salz schwimmt und im anderen untergeht. Schüler 2 schlussfolgert bei der Bearbeitung des Forscherprotokolls: [W]enn das Salz zu Wasser würde, würde die Kartoffel [zeigt auf Glas mit Wasser und Salz] nicht schwimmen." (Gs4K1G3_Do 52:02 min.). Er überlegt gemeinsam mit Schülerin 3, was sie als Begründung aufschreiben sollen (s. Tab. 50).

Alle drei SchülerInnen zeigen sich im Post-Interview davon überzeugt, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist. Schüler 2 reproduziert die ersten beiden Lernimpulse und schließt die Ideen intendiert aus. Auch zur dritten führt er einen intendierten Ausschluss durch (s. Tab. 50). Mit den Legosteinen beschreibt er, dass sich das Salz verteilt und überall verstreut ist. Außerdem führt er an, dass man das Salz nicht mehr sehen würde, weil es so klein ist (Gs4K1G3-S2_I 9:24 min.).

Schülerin 2 schließt die erste Idee mit Hilfe des dritten Lernimpulses aus. Die zweite Idee schließt sie mit dem ersten Lernimpuls aus und den dritten Lernimpuls schließt sie intendiert aus (s. Tab. 50). Sie beschreibt mit den Legosteinen, dass sich das Salz verteilt und überträgt das Modell auch auf das Verdunsten von Wasser (Gs4K1G3-S3_I 7:46 min.). Der erste Schüler nutzt auch den ersten Lernimpuls, um die zweite Idee auszuschließen. Auf Nachfrage wiederholt er aber auch den zweiten Lernimpuls und schließt die zweite sowie die dritte Idee intendiert aus (s. Tab. 50). Er nutzt das Modell um zu beschreiben, dass sich das Salz verteilt und vermischt. Außerdem widerlegt er anhand des Modells die Idee eins, indem er damit den Lernimpuls eins darstellt und somit das Modell eigenständig überträgt (Gs4K1G3-S1_I 9:44 min.).

Im Follow-up Test schreiben ebenfalls alle SchülerInnen, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt hat. Schüler 1 führt den ersten Ausschluss intendiert durch und die anderen beiden Ideen führt er ebenfalls auf den ersten Lernimpuls zurück. Schüler 2 führt direkt zu Beginn einen intendierten Ausschluss der ersten Idee durch. Auch er führt den Ausschluss beider anderen Ideen auf den Lernimpuls eins zurück. In ähnlicher Weise füllt auch Schülerin 3 den Follow-up Test aus, außer dass sie zum Ausschluss der dritten Idee keine Begründung notiert (s. Tab. 50).

Gemeinsames Lernen

Auffällig wurde diese Gruppe an verschiedenen Stellen der Analyse des gemeinsamen Lernens. Ein Punkt ist, dass Schüler 1 im Vergleich zu den anderen beiden SchülerInnen der

Gruppe deutlich am wenigsten Hilfe gibt. Er bekommt auch am meisten Hilfe von den anderen beiden SchülerInnen. Die Situationen, in denen er sich helfend zeigt, stellt er Lernmaterial zur Verfügung oder er entscheidet die Aufgabenverteilung. Schüler 2 erklärt den anderen beiden des Öfteren etwas und sagt Schüler 1 vermehrt etwas vor (s. Anhang E, Tab. XIII). In den Zeiten, in denen Schüler 2 und Schülerin 3 kollaborierend schlussfolgern, etwas aufschreiben, sich etwas erklären, lesen u. ä. ist Schüler 1 nicht mit anderen lernimpulsbezogenen Handlungen beschäftigt. Er sitzt dabei eher unbeteiligt am Tisch, schaut im Klassenraum umher oder spricht vor sich hin (z. B. Gs4K1G3_Di 16:16; 24:46; 25:12 min.). Es scheint jedoch nicht so, dass die anderen SchülerInnen ihn absichtlich aus ihren Überlegungen herausnehmen, denn Schüler 2 sagt bspw.: „Lasst uns mal zusammen überlegen" (Gs4K1G3_Di 24:46). Vielmehr scheint er nicht aufmerksam zu sein und mit seinen Gedanken abzuschweifen. Weiterhin ist Schülerin 3 diejenige, die am meisten nebeneinanderher arbeitet (s. Abb. 82). In diesen Zeiten schreibt sie meist die Schlussfolgerungen auf, die sie zuvor mit Schüler 2 bearbeitet hat. Auffällig ist weiterhin, dass die Gruppe im Vergleich zu anderen Gruppen große Anteile an kollaborativen Flächen zeigen und Schüler 2 in sämtliche dieser Kollaborationen eingebunden ist (s. Abb. 80). Die SchülerInnen beobachten, erklären, erfragen und lesen kollaborierend. Außerdem führen sie fast sämtliche Versuchsschritte kollaborierend durch. Schüler 1 schlussfolgert zu keinem Zeitpunkt selbst oder kollaboriert dabei mit einem der anderen. Außerdem führt die Gruppe insgesamt im Vergleich zu anderen Gruppen deutlich weniger lernimpulsbezogene Handlungen durch. Bspw. scheint die Aufgabenverteilung recht klar zu sein, da über diese im Vergleich zu anderen Gruppen wenig codiert wurde. Ebenso wurde das Zur-Verfügung-Stellen von Lernmaterialien kaum und das Abgucken gar nicht codiert (s. Anhang E, Tab. XIII).

Fazit

Schüler 1 hat seine Vorstellung zu einer fachlich anschlussfähigen Vorstellung weiterentwickelt. Er kann seine erste Idee im Post-Interview intendiert ausschließen, im Follow-up Test greift er dafür auf den ersten Lernimpuls zurück. Diesen scheint er stark verinnerlicht zu haben, da er auch das Modell nutzt, um ihn noch einmal zu reproduzieren. Obwohl er an der Schlussfolgerung des Lernimpulses zwei nicht in der Gruppenarbeit beteiligt war, kann er diese beschreiben, auch wenn sich dies nicht als nachhaltig im Follow-up Test zeigt. Entweder gelingt ihm die Beschreibung aufgrund der Auseinandersetzung der anderen beiden SchülerInnen darüber in der Gruppe oder er nimmt Erfahrungen aus der Plenumsphase mit. Dass er das Modell auch nutzt, um es eigenständig auf den ersten Lernimpuls zu übertragen, zeigt, dass er dessen Modellhaftigkeit verstanden hat. Schüler 2 hat seine fachlich anschlussfähige Vorstellung noch weiter verfestigt, denn es gelingt ihm sowohl im Post-Interview als auch im Follow-up, die erste Idee auszuschließen. Die weiteren intendierten Schlussfolgerungen, die er im Post-Interview noch nutzt, scheinen nicht nachhaltig zu sein, obwohl er in sämtliche Schlussfolgerungen im Unterricht eingebunden ist.

Er führt diese im Follow-up nicht an. Die dritte Schülerin zeigt eine positive Entwicklung ihrer zunächst gewählten Idee hin zu einer fachlich anschlussfähigen Vorstellung. Sie beschreibt Lernimpuls eins und drei und verwendet daraus Schlussfolgerungen, die nicht immer intendiert sind. Besonders der erste Lernimpuls scheint für sie überzeugend zu sein, da sie diesen im Follow-up Test verstärkt nutzt, um Ideen auszuschließen. Es stellt sich die Frage, warum es Schüler 2 und Schülerin 3 nicht gelingt, die intendierten Schlussfolgerungen auch noch langfristig zu nutzen. Möglicherweise ist dies bei Schüler 2 der Fall, da er bereits zu Beginn von seiner Idee sehr überzeugt ist. Er nutzt sie unter anderem bei der Bearbeitung von Lernimpuls zwei, um die Fokusfragen zu beantworten, sie reicht ihm also als Erklärung aus. Der Aspekt, dass die Gruppe selbst die intendierte Schlussfolgerung aus dem zweiten Lernimpuls nicht zieht, könnte ebenfalls ein Grund dafür sein, warum diese Schlussfolgerung nicht genutzt wird. Dies würde bedeuten, dass Schüler 2 ebenso wie Schüler 1 die Schlussfolgerung im Post-Interview aus der Plenumsphase erinnert, diese jedoch nicht fest verinnerlicht hat. Schülerin 3 notiert zwar jede Schlussfolgerung auf dem Forscherprotokoll, jedoch ist Schüler 2 meist derjenige, der die Schlussfolgerung zieht. Möglicherweise ist dies ein Grund dafür, warum die Schülerin 3 im Follow-up Idee zwei und drei nicht intendiert ausschließt. Eine andere Interpretation ist, dass der erste Lernimpuls für alle überzeugend genug zu sein scheint, um die dritte Idee auszuschließen, da sie diese im Follow-up von Schüler 1 für den Ausschluss aller Ideen, von Schüler 2 und 3 für die Ideen eins und zwei genutzt wird.
Die beschriebenen Verhaltensweisen der SchülerInnen in der Gruppe entsprechen den Charakterisierungen der Lehrperson: Die als fleißig charakterisierte Schülerin kann als Schriftführerin der Gruppe in Bezug auf das Forscherprotokoll beschrieben werden. Schüler 2, der leistungsstark beschrieben wurde, führt vermehrt Schlussfolgerungen durch und erklärt den anderen SchülerInnen etwas. Schüler 1 scheint nicht immer den Gesprächen der Gruppe zu folgen und mitzudenken. Seine Antworten im Post-Interview zeigen jedoch, dass er Interesse an dem Thema hat, Schlussfolgerungen zieht und auch das Modell nutzen kann. Trotz seiner abwesenden Zeiten in der Gruppenarbeit, ist er in viele Kollaborationen eingbunden, die vor allem durch die typischen Handlungen des Experimentierens umgesetzt werden.

5.7.10 Gruppe Gs4K1G7

Kriterium: Eine Schülerin (Gs4K1G7) besucht erst seit zwei Monaten die Klasse; Auffälligkeiten in der Verständigung unter Nutzung von Gestik; Gruppe zeigt große zeitliche Anteile an kollaborativen Flächen

Charakterisierung der SchülerInnen

Die erste Schülerin der Gruppe besucht seit zwei Monaten die Klasse, da sie aufgrund von Fluchterfahrung erst seit kurzer Zeit in Deutschland lebt. Demnach hat sie einen Migrationshintergrund und lernt erst seit kurzer Zeit die deutsche Sprache. Sie wurde der Gruppe der SchülerInnen mit sprachlichen Schwierigkeiten zugeordnet. Sie wird als fleißig, ausdauernd und intelligent beschrieben. Ihre besondere Stärke ist, dass sie gut malt (Gs4K1G7-S1 AuB). Die Lehrperson beschreibt das Arbeits- und Lernverhalten, die sprachlichen Fähigkeiten, Motorik und Kognition der zweiten Schülerin als vorbildlich. Die Schülerin ist bei allen beliebt, pflichtbewusst, verlässlich und lieb. Als besondere Stärke schreibt die Lehrperson, dass sie sehr sozial ist und sich stets auch um die Belange von MitschülerInnen kümmert (Gs4K1G7-S2 AuB). Zu der dritten Schülerin vermerkt die Lehrperson, dass sie wechselnde Konzentration zeigt. In Bezug auf die sachunterrichtlichen Bereiche wird sie in Bezug auf die Entwicklung eigener Ideen, sachlogisches Argumentieren, das Aufstellen von Vermutungen und die Beobachtung und Beschreibung von Dingen als mittelmäßig eingeschätzt. Außerdem beschreibt sie die Schülerin als lieb und verträumt (Gs4K1G7-S3 AuB).

Vorstellungsentwicklungen

Tab. 51: Vorstellungsentwicklung der Gruppe Gs4K1G7

		Schüler 1	**Schüler 2**	**Schüler 3**
Beobachtung		„weg“	„Das Salz löst sich auf und es wird salzig“	„aufgelöst“
Auswahlantwort		D (weg) Idee 1	B (kleine Teilchen)	B (kleine Teilchen)
Begründungen Forscherprotokoll		„Als das Wasser ferdampft ist war das Salz noch da“ „weil das Salz bei unserem versuch nicht flusig geworden ist“ „man das Salz wider sichtbar machen kann“		
Vorstellung im Post-Interview		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	fachlich	reproduziert, intendiert	intendiert
	2	*nicht gefragt*	lebensweltlich	*nicht gefragt*
	3	reproduziert	reproduziert, intendiert	reproduziert
Vorstellung im Follow-up		Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)	Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt. (überzeugt)
Ausschluss von nicht anschlussfähigen Vorstellungen	**1**	fachlich	intendiert	fachlich
	2	lebensweltlich	lebensweltlich	lebensweltlich
	3	lebensweltlich	-	lebensweltlich

Als Beobachtung schreibt Schülerin 1 „weg“ und Schülerin 3 „aufgelöst“. Schülerin 2 gibt eine längere Antwort und beschreibt, dass sich das Salz auflöst und „es“ salzig wird. Schülerin 2 und 3 kreuzen die fachlich anschlussfähige Beschreibung an und Schülerin 1 kreuzt an, dass das Salz weg ist (s. Tab. 51). Die Schülerinnen beobachten während des ersten Lernimpulses, dass das Salz in der Schale zurückbleibt. Schülerin 2 beschreibt, dass das Wasser verdampft und das Salz zurückbleibt. Daraus schließt sie, dass das Salz im Wasser ist. Dies wiederholen sie erst noch einmal gemeinsam und dann fasst Schülerin 1 es ein weiteres Mal zusammen:

> *Feuer hat so gemacht (führt eine Hand nach oben) und dann Wasser ist weg (führt beide Hände nach oben) und dann Salz ist hier geblieben. Und dann ist hier Salz drin (zeigt auf Becherglas mit Wasser und Salz).* (Gs4K1G7_Di 1:04:23 min.)

Schülerin 2 schlägt vor, diese Schlussfolgerung in das Forscherprotokoll einzutragen. Die Gruppe einigt sich darauf, dass Schülerin 2 aufschreibt.

Bei den Fokusfragen des zweiten Lernimpulses entscheiden sie sich dafür, dass das Salz nicht flüssig geworden ist (Gs4K1G7_Do 22:53 min.). Begründungen entwickeln Schülerin 1 und 2 alleine: S2: „Nein, die Kerze ist nicht warm genug.“; S1: „Nein, das Salz ist nicht weg.“ (Gs4K1G7-S2/S1_bM)

Die zweite Frage bearbeiten sie aus zeitlichen Gründen nicht mehr. Sie entwickeln gemeinsam die Begründung für das Forscherprotokoll und entscheiden, dass die Schülerin 3 diese notiert. Im dritten Lernimpuls tauschen sich die Schülerinnen mit unterstützenden Gesten über ihre Beobachtungen aus und versuchen Erklärungen für das Schwimmen der Kartoffel im Wasser mit Salz zu finden (Gs4K1G7_Do 42:12 min.). Sie verwenden viel Zeit auf das Malen ihrer Beobachtung, sodass sie die Fokusfragen nicht mehr bearbeiten. Die Gruppe ist sich einig, dass sie die dritte Idee streichen können (Gs4K1G7_Do 45:50 min.). Schülerin 2 schlägt vor aufzuschreiben, dass man das Salz wiedersehen konnte. Sie entscheiden gemeinsam, dass Schülerin 1 dies aufschreiben soll. Schülerin 2 und 3 unterstützen Schülerin 1 beim Notieren dieser Begründung auf dem Forscherprotokoll (Gs4K1G7_Do 51:27 min.).

Alle drei Schülerinnen sind im Interview davon überzeugt, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt. Schülerin 1 nennt diese Erklärung zu Beginn und schließt dabei aus, dass das Salz weg ist (s. Tab. 51). Sie beschreibt mit unterstützenden Gesten, dass das Salz klein ist und vom Wasser umhüllt wird (Gs4K1G7-S1_I 3:39; 5:05 min.). Den dritten Impuls gibt sie mit ähnlichen Gesten wieder, wie sie in der Kleingruppe ihre Beobachtungen beschrieben hat (Gs4K1G7-S1_I 5:58 min.). Sie beschreibt anhand der Legosteine, dass das Salz nicht weg ist, man es nicht sehen kann und es überall verteilt ist: „Das Salz hier bleiben und nicht gesehen und das Salz ober und unter ist auch.“ (Gs4K1G7-S1_I 9:17 min.). Schülerin 2 erläutert auf die Frage, ob das Salz weg ist, dass man es noch schmecken kann. Außerdem reproduziert sie Lernimpuls eins und zieht die intendierte Schlussfolgerung. Für die zweite und dritte Idee führt sie die Begründung an, dass das Salz über der Kerze auch hätte verdampfen müssen. Sie wird gefragt, wie die dritte Idee im Unterricht ausgeschlossen wurde.

Daraufhin reproduziert sie den Versuch und zieht die intendierte Schlussfolgerung (s. Tab. 51; Gs4K1G7-S2 bM). Sie nutzt die Legosteine, um zu beschreiben, dass das Salz im Wasser verteilt ist und nicht weg sein kann, was sie auch an der Übertragung des Modells auf Lernimpuls eins verdeutlicht (Gs4K1G7-S2_I 8:40 min.). Schülerin 3 nutzt zunächst zur Begründung des Ausschlusses der ersten Idee die Beschreibung, dass das Salz in kleinen Teilchen verteilt ist. Auf Nachfrage führt sie den intendierten Ausschluss an. Ebenso wiederholt sie den Lernimpuls drei auf Nachfrage, die Schlussfolgerung zieht sie jedoch nicht (s. Tab. 51). Sie benennt die Legosteine richtig, in weiterer Weise nutzt sie das Modell jedoch nicht (Gs4K1G7-S3_I 8:29 min.).
Im Follow-up Test geben ebenfalls alle drei Schülerin die Erklärung, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt (s. Tab. 51). Schülerin 1 nutzt diese Aussage auch zum Ausschluss aller anderen Ideen (Gs4K1G7-S1_AuB). Schülerin 2 gibt zur ersten Idee einen intendierten Ausschluss und die zweite Idee schließt sie ähnlich wie im Interview mit der Begründung aus, dass das Salz „auch verdunsten" müsste (Gs4K1G7-S2_AuB). Schülerin 3 nutzt zum Ausschluss der ersten Idee die Aussage, dass sich das Salz in kleinen Teilchen verteilt. Für die anderen beiden Ideen führt sie lebensweltliche Begründungen an und schreibt bspw. zur zweiten Idee die Begründung „weil es so ist, wie es ist" (Gs4K1G7-S3_AuB).

Gemeinsames Lernen

Die Gruppe zeigt im Vergleich zu anderen Gruppen große Anteile an kollaborativen Flächen. In diese sind alle Schülerinnen gleichmäßig eingebunden (s. Kap. 5.6.4.2 Abb. 80). Sie erklären, beobachten, klären Fragen und die Aufgabenverteilung oder führen die Versuchsschritte gemeinsam kollaborativ durch. Die Situationen, in denen sie schlussfolgern, verlaufen ebenfalls kollaborierend ab (s. Anhang E, Tab. XIV). Schülerin 3 gibt deutlich am wenigsten Hilfe und bekommt die meiste Hilfe. Schülerin 2 gibt im Vergleich zu Schülerin 1 etwas mehr Hilfe und bekommt etwas weniger Hilfe (s. Kap. 5.6.4.2 Abb. 81). Die häufigsten helfenden Handlungen sind das Vorsagen, das Erklären, das Erfragen und das Lesen. Besonders häufig erfragt Schülerin 2 etwas bei Schülerin 1. Schülerin 2 ist stark in die Hilfe gebenden Situationen des Lesens eingebunden. Sie sagt auch Schülerin 1 oft etwas vor, obwohl diese auch des Öfteren den anderen beiden Schülerinnen etwas vorsagt. Schülerin 3 hilft, in dem sie etwas vorsagt oder den andern beiden vorliest. Nebeneinanderher schreiben die Schülerinnen vor allem etwas auf oder lesen. Außerdem wird etwas nebeneinanderher erfragt, auch von Schülerinnen 1 und 3. (s. Anhang E, Tab. XIV) Keine der Schülerinnen zeigt sich besonders auffällig im nebeneinanderher Arbeiten (s. Kap. 5.6.4.2 Abb. 82).

Fazit

Schülerin 1 zeigt eine positive Vorstellungsentwicklung hin zu einer fachlich anschlussfähigen Vorstellung. Sie verwendet sowohl im Interview als auch im Follow-up Test den Teilchenbegriff und schließt ihre gewählte Antwort aus der Diagnoseaufgabe aus. Durch ihre Beschreibungen, die sie auch anhand des Modells beschreibt und mit Gesten unterstützt, wird deutlich, dass sie sich vorstellt, dass das Salz klein und vom Wasser umgeben bzw. umhüllt ist. Schülerin 2 scheint weiterhin von ihrer bereits zu Beginn gewählten fachlich anschlussfähigen Vorstellung überzeugt zu sein, denn sie schließt im Interview alle Ideen aus und nutzt zum Teil intendierte Schlussfolgerungen. Ihre Beschreibung, dass das Salz nicht flüssig sein kann, weil es sonst auch verdampft sein müsste, könnte auf die Beobachtung aus Impuls eins hindeuten, da das Wasser in diesem Versuch verdampft, aber das Salz nicht. Diese Überlegung scheint sie bewusst zu nutzen, da sie sie im Interview auch nutzt, um Idee drei auszuschließen, und im Follow-up als Begründung zum Ausschluss von Idee zwei. Diese Schlussfolgerungen sind nachvollziehbar und in sich logisch, auch wenn sie nicht den intendierten Begründungen entsprechen. Schülerin 3 scheint in ihrer ersten Wahl, der fachlich anschlussfähigen Erklärung, bestärkt zu sein, denn sie nutzt diese Beschreibung, um im Follow-up Test die anderen Vorstellungen auszuschließen. Sie kann zwar auf Nachfrage den ersten und dritten Impuls im Interview wiedergeben, da sie diese aber im Follow-up Test nicht nutzt, scheinen die Schlussfolgerungen ihr nicht im Gedächtnis zu bleiben oder aber sie waren für sie nicht überzeugend. Der Lernimpuls eins und dessen Schlussfolgerung scheint für alle ersichtlich zu sein, möglicherweise war dabei die mehrfache Wiederholung dieser innerhalb der Gruppenarbeit für das Verständnis unterstützend, denn bspw. nutzt Schülerin 1 dieselben Gesten und Formulierungen im Interview zur Beschreibung der Schlussfolgerung. Die Fokusfragen von Lernimpuls zwei wurden nicht komplett bearbeitet, dies und die somit nicht vollzogene Schlussfolgerung könnten eine Begründung dafür sein, dass es allen SchülerInnen schwerfällt die Idee im Interview und Follow-up Test intendiert auszuschließen. Die Besprechung innerhalb der Plenumsphase scheint nicht ausreichend überzeugend gewesen zu sein. Auch zum dritten Lernimpuls bearbeiten sie die Fokusfragen nicht und ziehen auch auf dem Protokoll nicht die intendierte Schlussfolgerung. Sie scheinen den Impuls jedoch verstanden zu haben, denn sie reproduzieren den Versuch im Interview. Schülerin 2 scheint durch die Besprechung innerhalb der Plenumsphase die Intention der Schlussfolgerung nachzuvollziehen, da sie diese im Interview beschreibt. Für die anderen beiden Schülerinnen scheint die alleinige Besprechung der Schlussfolgerung im Plenum nicht auszureichen. Gegebenenfalls hätte

die Gruppe die Schlussfolgerungen auch in der Gruppe selbst ziehen können, aus zeitlichen Gründen hat dies jedoch nicht stattgefunden.

Alle drei Schülerinnen sind in die Gruppenarbeit integriert, was sich an den vielen Kollaborationen und den geringen Zeiten des nebeneinanderher Arbeitens einzelner Schülerinnen zeigt. Weiterhin wird dies daran ersichtlich, dass jede Schülerin einmal auf dem Protokollbogen etwas aufschreibt. Schülerin 1 scheint ihre sprachlichen Schwierigkeiten erfolgreich zu umgehen, ihr wird zwar beim Lesen geholfen, aber durch unterstützende Gesten, die sie einsetzt, kann sie sich verständigen. Da das Lesen auch oft kollaborierend abläuft, scheint sie die Inhalte und Arbeitsaufträge der Lernmaterialien zu verstehen. Eine besondere Beziehung scheint sich zwischen Schülerin 1 und 2 abzuzeichnen: Schülerin 1 erfragt Hilfe meist bei Schülerin 2, die ihr diese Hilfe in Form des Vorsagens oder Erklärens gibt. Diese Beschreibungen gehen mit den Charakterisierungen der Lehrperson einher, die die Schülerin 2 als hilfsbereit beschreibt und betont, dass sie sich um die Belange der Mitschülerinnen kümmert.

5.7.11 Fazit zu „Fallbeschreibungen“

Die Beschreibungen der einzelnen Gruppen, inklusive der Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnnen und des gemeinsamen Lernens, zeigen, dass die Gruppen auf unterschiedliche Art und Weisen die Lernimpulse bearbeiten oder die Arbeitsphasen insgesamt gestalten. Die Analysen zeigen weiterhin, dass und in welcher Weise einzelne Aspekte der Unterrichtskonzeption bzw. der Lernmaterialien die SchülerInnen bei der Entwicklung ihrer Vorstellung oder der Partizipation an den (fachlichen) Lernprozessen unterstützen. Merkmale, die bereits innerhalb der anderen Analysen (Kap. 5.5.4; 5.6.5) herausgestellt wurden, werden hier nicht ein weiteres Mal aufgegriffen.

Die Analysen machen deutlich, dass die Auswahl der anschlussfähigen Idee in der Diagnoseaufgabe nicht unbedingt auf eine anschlussfähige Vorstellung zurückzuführen ist (Gs5K2G8-S2). Außerdem können SchülerInnen, die die anschlussfähige Idee wählen, die anderen Ideen nicht unbedingt ausschließen (Gs5K2G5-S2).

Es wird deutlich, dass viele SchülerInnen die Lernimpulse nutzen, um auch langfristig fachlich nicht anschlussfähige Vorstellungen auszuschließen. Einige SchülerInnen profitieren dabei von den Schlussfolgerungen, die andere Gruppenmitglieder vollziehen (z. B. Gs2K1G3-S2; Gs5K2G5-S3). Die Schlussfolgerungen können dabei auch von als *weniger motiviert* oder *sprachlich schwach* beschriebenen SchülerInnen stammen (Gs2K1G4-S2). Wenn die intendierte Schlussfolgerung zur vorher gewählten Antwort in der Gruppe nicht gezogen wird, führt dies dazu, dass die Vorstellung nicht verändert wird (Gs4K1G6-S1). Außerdem führen nicht intendierte Schlussfolgerungen in der Gruppe dazu, dass die Lern-

impulse langfristig nicht genutzt werden können, um nicht anschlussfähige Ideen auszuschließen (Gs4K1G6-S2/S3; Gs2K1G5; Gs4K1G7). Weiterhin sind intendierte Ausschlüsse seltener von langfristiger Nutzung, wenn wenig Kollaborationen in Bezug auf die Bearbeitung der Fokusfragen und das Forscherprotokoll auftauchen (Gs2K1G4; Gs4K1G6). Egbers (2017) kommt innerhalb ihrer Analysen der Lernprozesse von SchülerInnen im weiterführenden Unterricht im Rahmen von choice²learn zu ähnlichen Ergebnissen. Sie beschreibt positive Auswirkungen des Vorhandenseins von Kollaboration oder Ko-Konstruktion in Gesprächsprozessen in Bezug auf die Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen.

Es tauchen aber auch SchülerInnen auf, die in der Gruppe nicht zu den intendierten Schlussfolgerungen gelangen, aber die Besprechungen aus der Plenumsphase nutzen, um dennoch (zum Teil langfristig) fachlich nicht anschlussfähige Vorstellungen auszuschließen (Gs5K2G2-S2/S3). Dies zeigt sich im Besonderen bei leistungsstarken SchülerInnen (Gs4K1G3-S1; Gs4K1G7-S2). Langfristig scheint es jedoch überzeugender zu sein, wenn die SchülerInnen in der Gruppe durch kollaborative Bearbeitungen der Fokusfragen und des Forscherprotokolls zur jeweilig intendierten Schlussfolgerung gelangen (Gs5K2G5-S1/S2; Gs5K2G2). Dies kann auch durch das Erklären der Schlussfolgerung von einzelnen Schülern umgesetzt werden. Teilweise bezieht sich das erfolgreiche langfristige intendierte Ausschließen auf die zuvor gewählte Antwort in der Diagnoseaufgabe (Gs5K2G5-S3), also ihrer eigenen gewählten Idee. Möglicherweise ist der stärker subjektiv auftretende kognitive Konflikt eine Begründung dafür und führt zu einer tieferen Auseinandersetzung und Überzeugung, da es invididuell bedeutsamer ist. Schüler, die alleine, also ohne den Austausch mit anderen zu nutzen, zur intendierten Schlussfolgerungen anhand der Fokusfragen gelangen, können dies auch nutzen (Gs2K1G6).

Auch wenn einzelne SchülerInnen nicht in das Schlussfolgern oder Deuten im Rahmen der Fokusfragen in die Gruppenprozesse eingebunden sind, zeigen sie sich in den Handlungen, die sich auf das Experimentieren beziehen, kollaborierend (Gs2K1G2-S1; Gs2K1G3-S3; Gs2K1G5-S1). Dies zeigt sich auch im Besonderen für SchülerInnen, die in anderen Phasen abgelenkt und weniger beteiligt sind (Gs4K1G3-S1; Gs5K2G5-S3). In diesen experimentellen Phasen hat sich auch gezeigt, dass SchülerInnen mit *schwächeren sprachlichen* Fähigkeiten die symbolischen Darstellungen nutzen, um sich helfend zu zeigen oder aber gemeinsam mit den anderen die Lernimpulse und Aufgabenstellungen zu erschließen (v. a. Gs2K1G3-S3; Gs5K2G2; Gs5K2G5). Daran zeigt sich auch, dass die Symbole als solche verstanden und genutzt werden. Eine Schülerin (Gs2K1G5-S1) entwickelt mit der Zeit helfende Handlungen, die auf den ritualisierten Aufbau der Lernmaterialien zurückzuführen sind. Auch eine Lehrperson beschreibt für den Schüler Gs5K2G5-S1, dass ihn die Symbole und die Leichte Sprache unterstützen, sodass er seine Stärken im naturwissenschaflitchen Bereich gewinnbringend zeigen kann. Somit unterstützt die Gestaltung der Lernmaterialien das gemeinsame Lernen. Dies zeigt sich auch, wenn SchülerInnen Formulierungen nutzen, die zuvor auf Wortspeicherkarten zur Verfügung gestellt wurden (Gs4K1G6).

Das Forscherprotokoll führt in vielen Gruppen dazu, dass die SchülerInnen sich austauschen und gemeinsam überlegen, welche Ideen sie mit welcher Begründung ausschließen können. In anderen Gruppen wird dies von bestimmten SchülerInnen übernommen, was zum Teil dazu führt, dass nicht alle SchülerInnen die intendierten Schlussfolgerungen erinnern (s.o.). Hier wurde bereits angedeutet, dass es möglich wäre den Impuls zu geben, dass jeder einmal etwas auf dem Protokollbogen notieren soll. Dies wird durch das Ergebnis unterstützt, dass viele Kollaborationen in Bezug auf das Schlussfolgern und Deuten im Rahmen der Fokusfragen und beim Ausfüllen des Forscherprotokolls langfristig dazu führen, dass SchülerInnen intendierte Schlussfolgerungen erinnern.
Das Legosteinmodell erinnert SchülerInnen im Interview an den Teilchenbegriff oder an einzelne Lernimpulse (Gs2K1G5-S2). Außerdem nutzen SchülerInnen das Modell, um nicht anschlussfähige Vorstellungen auszuschließen, wenn sie die Lernimpulse dazu nicht nutzen können (Gs2K1G4-S1/S3). Bei der Interaktion mit dem Modell wird zum Teil auch deutlich, dass die SchülerInnen die anschlussfähige Idee zwar akzeptieren, sich dennoch vorstellen, die kleinen Teilchen zu sehen (Gs2K1G5-S2). Die Modellvorstellung an sich kann demnach einen Konflikt mit sich bringen, jedoch überwiegen die Lernchancen des Modelleinsatzes, denn eine Modellvorstellung auf Teilchenebene zu akzeptieren bringt, wie beschrieben auch für ältere SchülerInnen Schwierigkeiten mit sich (s. Kap. 2.3). Die Konflikte der SchülerInnen mit der modellhaften Darstellung können vielmehr als Ansatzpunkt genutzt werden, um im weiteren Unterrichtsverlauf über das Modell, seine Merkmale und Grenzen zu diskutieren, um so das Verständnis der SchülerInnen über Modelle weiter zu vertiefen.
In einer Gruppe (Gs4K1G7) werden Gesten eingesetzt, um die sprachliche Kommunikation zu unterstützen. Diese Gesten scheinen zum Verständnisaustausch in Bezug auf Erklärungen und Vorstellungen für SchülerInnen mit *sprachlichen Schwierigkeiten* nützlich zu sein; sie werden von der Schülerin eigenständig im Interview genutzt (Gs4K1G7-S1).
Auch wenn in vielen beschriebenen Gruppen die Lernsituationen meist harmonisch und mit vielen Anteilen von Kollaboration ablaufen, gibt es dennoch Gruppen, bei denen ein/e Lernende/r nicht so stark eingebunden ist wie die anderen beiden. Die Analysen machen deutlich, dass dies nicht immer ein Lernender mit *sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf* oder *sprachlichen Schwierigkeiten* darstellt (Gs2K1G1; Gs5K2G5). Auch wenn die Gruppenarbeit durch viele Konflikte zwischen den SchülerInnen geprägt ist, können sie zu anschlussfähigen Vorstellungen gelangen (Gs2K1G3). Auffällig ist außerdem, dass leistungsschwächere SchülerInnen die Strategie des Hilfesuchens zeigen. Manchmal „sucht" sich ein schwächerer Schüler einen stärkeren (Gs4K1G7), manchmal greift dieser auf beide andere zurück (Gs2K1G3).
Möglicherweise ist eine Gruppenkonstellation mit zwei starken und einer sehr schwachen SchülerIn nicht optimal, da letztere wenig Chancen hat, sich an Schlussfolgerungen zu beteiligen, wenn die anderen „zu schnell" arbeiten (Gs2K1G3). Das Vorhandensein zweier SchülerInnen mit *sonderpädagogischem Unterstüztungsbedarf* (Gs2K1G4) oder zweier

SchülerInnen mit *sprachlichen Schwierigekeiten* (Gs5K2G2) hat sich als nicht nachteilig sowohl in Bezug auf die Vorstellungsentwicklung als auch auf das gemeinsame Lernen herausgestellt. In Bezug auf die Interviewsituation hat sich herausgestellt, dass Unsicherheiten von SchülerInnen bei der Auswahl des Interviewers bedacht werden sollten (Gs4K1G6-S1).

D. Re-Framing

6. Zusammenfassung

Die vorliegende Studie ist im Rahmen von Design-Based Research der Frage nachgegangen, wie naturwissenschaftlicher Sachunterricht im inklusiven Kontext gestaltet werden kann, sodass er zum einen die Lernentwicklung aller SchülerInnen fördert und zum anderen gemeinsames Lernen initiiert. Begründen lässt sich diese Fragestellung aus der Alltagssituation von Lehrpersonen, die aufgrund der Schulentwicklung hin zu einem inklusiven Bildungssystem vor der Herausforderung stehen, naturwissenschaftlichen Sachunterricht zu gestalten, der alle SchülerInnen bestmöglich fördert. Zu dieser bestmöglichen Förderung der Lernentwicklung aller SchülerInnen gehört nicht nur, dass sie im Rahmen ihrer Zone der nächsten Entwicklung – also anhand ihrer individuellen Vorstellungen und Lernvoraussetzungen – lernen, sondern dabei auch an wechselseitigen, also gemeinsamen fachlichen Lernprozessen partizipieren (s. Kap. 2; Kap. 3). Die übergeordnete Fragestellung lautete:

> *In welcher Weise lassen sich Schülervorstellungen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen im inklusiven Sachunterricht (weiter-)entwickeln und dabei gemeinsames Lernen initiieren?*

Im Rahmen der Arbeit wurden dazu Konzepte der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik, der sonderpädagogischen Förderung, der Sprachförderung und der visuellen Gestaltung hinsichtlich ihres inklusiven Potentials beleuchtet. Eine sozial-konstruktivistische Perspektive auf die Lernprozesse der SchülerInnen, die sowohl in fachdidaktischen, sonderpädagogischen als auch inklusiven Diskursen verfolgt wird, bot die Grundlage dafür, die verschiedenen Konzepte aufeinander zu beziehen und daraus Gestaltungsmöglichkeiten abzuleiten (s. Kap. 5.3.4). Dabei wurde ein praktischer und theoretischer Output der Arbeit angestrebt. Auf der praktischen Seite stellt dies die Entwicklung einer Unterrichtskonzeption dar, die an Schülervorstellungen anknüpft, gemeinsames Lernen initiiert und einen Zugang für alle SchülerInnen im und am inklusiven Sachunterricht ermöglicht. Als theoretischer Output wurde das Ziel formuliert, Faktoren herauszuarbeiten, die das Gelingen der Unterrichtskonzeption unterstützen. Innerhalb von neun aufeinander folgenden Mesozyklen wurden diese Ziele bearbeitet (s. Kap. 4.3). Die Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst. Es sei darauf hingewiesen, dass sich detaillierte Beschreibungen oder etwa zahlenmäßige Ausprägungen im jeweiligen Ergebnisunterkapitel der Kapitel 5.1-5.7 befinden.

6.1 Erhebung von Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf

A) In welcher Weise gestalten sich Schülervorstellungen bei SchülerInnen mit sonderpädagogsichem Unterstützungsbedarf?

A1. Welche Vorstellungen zeigen SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf in Bezug auf Lösevorgänge und Phasenübergänge?

A2. Zeigen sich besondere Lernvoraussetzungen der befragten SchülerInnen?

Im Rahmen von leitfadengestützten Einzelinterviews wurden Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf Lernen, Sprache und emotional-soziale Entwicklung erhoben. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass diese SchülerInnen vergleichbare Vorstellungen zum Lösevorgang und zu Phasenübergängen zeigen wie die bereits bekannten Vorstellungen von RegelschülerInnen aus der Literatur. In Bezug auf ihre Lernvoraussetzungen wurde herausgestellt, dass die befragten SchülerInnen motiviert waren, sich mit den Phänomenen auseinanderzusetzen vor allem Schwierigkeiten zeigten, ihre Überlegungen zu strukturieren und zu versprachlichen.

6.2 Entwicklung der Unterrichtskonzeption choice²explore mit Lernmaterialien

B) In welcher Weise sollte das didaktische Design gestaltet und verändert werden?

Entwicklung der Lernmaterialien

B1. Wie sollten eine Unterrichtskonzeption und deren Lernmaterialien zur Veränderung von Schülervorstellungen im inklusiven Sachunterricht gestaltet sein?

B1.1 Welche Schwerpunkte werden aus der Literatur abgeleitet?

B1.2 Welche Ideen zur Materialgestaltung scheinen für SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf im Interview sinnvoll?

a) In welcher Weise zeigen die SchülerInnen Interesse an den Phänomenen und den Versuchen?

b) Wie reagieren die SchülerInnen auf alternative Vorstellungen?

c) Nutzen die SchülerInnen ein Modell zur Darstellung von Phänomenen?

Auf der Grundlage der im Theorieteil der Arbeit abgehandelten Aspekte hinsichtlich der (Weiter-)entwicklung von Vorstellungen, dem Einsatz von Modellen sowie den Herausfor-

derungen, Chancen und Lösungsansätzen für inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht wurde die Unterrichtskonzeption choice²explore in einem zyklischen Prozess aus Vorbereitung, Design, Erprobung, Analyse und Reflexion entwickelt. Erste Überlegungen wurden im Rahmen der beschriebenen Interviews mit SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf erprobt und sind ebenfalls in die Gestaltung eingeflossen.
Die Unterrichtskonzeption besteht aus sechs Phasen, durch die die SchülerInnen von den beiden Forscherhandpuppen „Milla und Lutz" geleitet werden. Sämtliche Aufgabenstellungen sind in alltagsnahe Kontexte eingebunden. Bei der Gestaltung der Lernmaterialien wurde auf die Umsetzung von Leichter Sprache, visueller Aspekte der Strukturierung und Symbolik geachtet. Außerdem wurden Scaffoldingelemente wie das Vorgeben von Kästen zur Notierung von Beobachtungen oder auch das „Abhaken" von Versuchsschritten umgesetzt. Nachdem die SchülerInnen von Milla und Lutz in das Forschen an sich eingeführt werden, beobachten sie in einer von den Lehrpersonen leistungsheterogen zusammengesetzten Kleingruppe ein Phänomen, das im Mittelpunkt der weiteren Betrachtung steht. Es wurden Lernmaterialien zum Lösen von Salz in Wasser sowie zur Verdunstung von Wasser entwickelt. Nach der Beobachtung des Phänomens erhalten die SchülerInnen eine Diagnoseaufgabe im Multiple-Choice-Format zur Bearbeitung in Einzelarbeit. Diese Aufgabe enthält die in der Literatur beschriebenen und zuvor in einer Interviewstudie mit SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf erhobenen häufigsten Vorstellungen zum betrachteten Phänomen. Außerdem repräsentiert eine Antwort die didaktisch reduzierte fachlich anschlussfähige Beschreibung des Phänomens. In der darauffolgenden Phase wechseln sich Plenums- und Kleingruppenphasen ab, in denen die Ideen aus der Diagnoseaufgabe anhand von Versuchen überprüft werden. Dazu führen die Handpuppen Milla und Lutz zunächst im Plenum auf eine Problemstellung hin. Die SchülerInnen führen anhand der Lernmaterialien Versuche durch, die ihnen die Grenzen der jeweiligen Idee aufzeigen und somit kognitive Konflikte provozieren sollen. Aus diesen Beobachtungen sollen die SchülerInnen Schlussfolgerungen ziehen und nach und nach die einzelnen fachlich nicht anschlussfähigen Ideen begründet ausschließen. Sie werden dabei durch strukturiertes und unterstützendes Material begleitet. In den dazwischenliegenden Plenumsphasen werden Beobachtungen und Schlussfolgerungen zusammengetragen und reflektiert. Dann führen Milla und Lutz wiederum zur neuen Idee hin. Wenn nach diesem Ausschlussverfahren sämtliche nicht anschlussfähige Antworten der Diagnoseaufgabe bearbeitet wurden, erfolgt eine Phase, in der das Phänomen fachsprachlich benannt und mit Hilfe eines Legosteinmodells dargestellt wird. Als Letztes folgt eine Anwendungsphase, in der das Gelernte auf einen anderen Kontext übertragen wird oder weitere Aspekte des Phänomens betrachtet werden. Diese letzte Phase wurde im Rahmen des Projektes nicht betrachtet.
Die Erprobung und darauf aufbauende Weiterentwicklung der Lernmaterialien und der Unterrichtsstruktur erfolgte für die Lernmaterialien zum Lösevorgang zunächst im Rahmen von Einzelinterviews mit SchülerInnen einer Grundschule, die sich auf den Weg zur

Inklusion macht (vgl. Kap. 3.1.3). Hierbei wurde vor allem das Verständnis der sprachlichen und symbolischen Gestaltung überprüft. In einem weiteren Schritt wurden Kleingruppen à drei SchülerInnen unterrichtet, wobei ein besonderes Augenmerk auf dem Verständnis der Lernimpulse und deren Überzeugungsgrad hinsichtlich der Vorstellungsentwicklung lag. Im Anschluss daran wurden fünf verschiedene Klassen unterrichtet, deren Schulen sich ebenfalls auf den Weg zur Inklusion machen. In diesen lag der Fokus der Überarbeitung vor allem auf Aspekten zur Optimierung der Durchführung des Unterrichts im Klassenverband. Die Lernmaterialien zur Verdunstung wurden mit der Unterstützung der Abschlussstudentin Leenen entwickelt. Diese Lernmaterialien wurden in zwei Klassen erprobt und aufbauend auf den Erfahrungen überarbeitet.

Überarbeitung der Lernmaterialien

B2. An welchen Stellen und in welcher Weise sollten die Unterrichtskonzeption und die Lernmaterialien überarbeitet werden?

Auf der Grundlage der zyklischen Erprobung und Reflexion des oben beschriebenen Designs wurden vielfache Optimierungen und Anpassung der Lernmaterialien und Unterrichtsstruktur vorgenommen, die in ihrer Gänze nicht abgebildet werden konnten. Hierzu zählen Überarbeitungen von Formulierungen, Auswahl von Symbolik und der Einsatz von Scaffoldingmaßnahmen in Form von Fokusfragen zur Unterstützung von Schlussfolgerungen oder auch der Ablauf und die Materialbereitsstellung im Klassenverband. Eine besondere Überarbeitung hinsichtlich des inklusiven Anspruchs war die Entscheidung für Lernmaterialien, die ohne (äußerliche) Differenzierung auskommen, jedoch verschiedene Möglichkeiten zur Bearbeitung offen lassen:. Unter anderem können die SchülerInnen entscheiden, ob sie Beobachtungen aus den Lernimpulsen zeichnen oder notieren. Weiterhin wurden Symbole auch zur Gestaltung von Regelkarten, Wortspeicherkarten und der Unterstützung von Plenumsphasen eingesetzt.
In einer zusammenführenden Tabelle 15 (s. Kap. 5.1.4) wurden die theoretisch abgeleiteten Aspekte und deren Umsetzung in choice²explore deutlich gemacht. So wurden auch Synergien dieser Aspekte erkennbar, die in choice²explore aufgehen. Die Lernmaterialien für den Lösevorgang von Salz in Wasser und das Verdunsten von Wasser sind im Anhang zu finden (s. Anhang A, S. 400ff.).

6.3 Analysen der Lernprozesse innerhalb der Unterrichtskonzeption

Choice²explore verfolgt das Ziel, die individuellen Vorstellungen der SchülerInnen zu einem Phänomen aufzugreifen und diese hin zu fachlich anschlussfähigen Vorstellungen

(weiter-) zu entwickeln. Außerdem soll die Unterrichtskonzeption gemeinsames Lernen initiieren. Die Analysen der Lernprozesse beziehen sich daher auf diese beiden Schwerpunkte. Außerdem fiel im Prozess der Designentwicklung auf, dass das Teilchenmodell von den SchülerInnen akzeptiert und genutzt wird. Um diese Nutzung genauer zu beschreiben, wurden auch hierfür Analysen angeschlossen. Die Erfahrungen mit der Unterrichtskonzeption und den Lernmaterialien im Rahmen der vielfachen Erprobungen brachte das Interesse hervor, die in den einzelnen Kleingruppen ablaufenden Lernprozesse genauer beschreiben zu können um so ggf. tieferliegende Prozesse zu erfassen. Daher wurde sich dafür entschieden, Fallbeschreibungen zu Gruppen anzufertigen, die in den vorherigen Analysen besonders auffällig waren. Diese Fallbeschreibungen machen auch Verbindungen zwischen einzelnen Elementen der Unterrichtskonzeption deutlich.

6.3.1 Vorstellungsentwicklungen

C) (In welcher Weise) Initiiert die Unterrichtskonzeption choice2explore eine (Weiter-) Entwicklung der Vorstellungen der SchülerInnen?

Um diese Frage zu beantworten, wurden zunächst die gewählten Antworten der SchülerInnen in der Diagnoseaufgabe betrachtet. Darauf aufbauend wurde die Vorstellungsentwicklung der SchülerInnen im Rahmen von Post- und Follow-up Erhebungen Einzelinterviews und Tests durchgeführt. Inwiefern SchülerInnen fachlich nicht anschlussfähige Vorstellungen ausschließen, wurde in Bezug auf den Ausschluss innerhalb der Gruppenarbeit auf dem Forscherprotokoll, dem Ausschluss von Vorstellungen im Interview sowie im Follow-up Interview bzw. Test fünf Wochen nach der Erprobung betrachtet. Letztere geben einen Einblick in langfristige Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen.

Schülervorstellungen zum Lösevorgang

C 1. Vorstellungen zum Lösevorgang

C1.1 Welche Vorstellungen zeigen die SchülerInnen zum Lösevorgang?

a) Welche Beobachtungen formulieren die SchülerInnen beim Betrachten des Phänomens?

b) Welche Antworten werden in der Diagnoseaufgabe angekreuzt?

Innerhalb der Diagnoseaufgabe wurden von den SchülerInnen alle Antworten gewählt. Die Distraktoren können damit als attraktiv beschrieben werden und es ist bedeutsam diese im inklusiven Sachunterricht zu thematisieren. Die Auswertungen hinsichtlich der notierten Beobachtung in Bezug auf gewählte Antworten in der Diagnoseaufgabe machen deutlich, dass hinter der notierten Beobachtung „Das Salz löst sich auf“ verschiedene Vorstel-

lungen stecken können. Hinsichtlich der betrachteten *Diversitätsmerkmale Leistungsstärke, sprachliche Schwierigkeiten, Motivations- und Aufmerksamkeitsprobleme* und *sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf* finden sich keine Besonderheiten. Mit Bezug zur vorgegliederten Interviewstudie im Mesozyklus eins, bei der Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf erhoben wurden, kann gefolgert werden, dass Schülervorstellungen heterogen sind, diese Heterogenität im inklusiven Kontext jedoch nicht verstärkt wird. Schülervorstellungen können daraus folgende einen Ansatzpunkt bieten, um inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht zu gestalten.

Vorstellungsentwicklung

C2.1 In welcher Weise verändern sich die Vorstellungen der SchülerInnen?

- b) Wie viele SchülerInnen
  - i) zeigen in den Post-Interviews eine fachlich anschlussfähige Vorstellung?
    - (1) Wie gestaltet sich diese?
    - (2) Wie viele SchülerInnen verwenden dabei einen Teilchenbegriff?
  - ii) zeigen in den Post-Interviews eine fachlich nicht anschlussfähige Vorstellung?
    - (1) Welche Vorstellungen zeigen die SchülerInnen?
  - iii) scheinen von ihrer Antwort überzeugt zu sein?
- c) Wie gestaltet sich dies jeweils in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

Bis auf eine Schülerin zeigen alle SchülerInnen nach dem Unterricht nach choice²explore eine anschlussfähige Vorstellung in Bezug auf das Lösen von Salz in Wasser. Die meisten SchülerInnen (54 von 66) verwenden zur Beschreibung einen Teilchenbegriff. 39 von 65 SchülerInnen zeigen sich im Interview direkt nach dem Unterricht von ihrer Vorstellung überzeugt und das obwohl Vorstellungen im Denken der SchülerInnen verankert sein können und sich veränderte Vorstellungen erst als fruchtbar erweisen müssen, bevor sie überzeugend sind (s. Kap. 2.2.1). In Bezug auf die *Diversitätsmerkmale* finden sich keine auffälligen Ergebnisse, SchülerInnen aus allen Gruppen zeigen anschlussfähige Vorstellungen, nutzen den Teilchenbegriff und scheinen überzeugt. Die Schülerin mit der nicht anschlussfähigen Vorstellung gehört zur Gruppe der SchülerInnen mit diagnostiziertem *sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf* im Bereich Lernen. Choice²explore hat sich somit insgesamt hinsichtlich der Vorstellungsentwicklung als erfolgreich gezeigt. Schülervorstellungen können im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht (weiter-)entwickelt werden.

Langfristige Vorstellungsentwicklung

C2.2 Werden langfristige Vorstellungsentwicklungen initiiert?

a) Wie viele SchülerInnen
   i) zeigen in den Follow-up Erhebungen eine fachlich anschlussfähige Vorstellung?
      (1) Wie gestaltet sich diese?
      (2) Wie viele SchülerInnen verwenden dabei einen Teilchenbegriff?
      (3) Scheinen die SchülerInnen von ihrer Antwort überzeugt zu sein?
   ii) zeigen in den Follow-up Erhebungen eine fachlich nicht anschlussfähige Vorstellung?
      (1) Welche Vorstellungen zeigen die SchülerInnen?
      (2) Wie viele SchülerInnen verwenden dabei einen Teilchenbegriff?
      (3) Wie viele SchülerInnen scheinen von ihrer Antwort überzeugt zu sein?

b) Wie gestaltet sich dies jeweils in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

Bis auf zwei SchülerInnen zeigen alle SchülerInnen (86) langfristig eine anschlussfähige Vorstellung und 67 von ihnen nutzen zur näheren Beschreibung dieser Vorstellung den Teilchenbegriff. SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf oder sprachlichen Schwierigkeiten nutzen den Teilchenbegriff im Follow-up häufiger als im Interview nach dem Unterricht. Ein Großteil der SchülerInnen zeigt sich von der genannten Vorstellung überzeugt; vier der 13 SchülerInnen mit sonderpädaogischem Unterstützungsbedarf, aber auch ein leistungsstarker Schüler zeigt sich im Follow-up unsicher. Choice^{2}explore ist den Ergebnissen zufolge auch nachhaltig erfolgreich in Bezug auf die Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen. Die Unsicherheiten der SchülerInnen machen deutlich, wie auch langfristig festverankerte Vorstellungen attraktiv bleiben können und neu erworbenes Wissen sich erst als fruchtbar erweisen muss. Schülervorstellungen können im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht auch nachhaltig (weiter-)entwickelt werden.

Ausschluss von Vorstellungen

C3.1 In welcher Weise nutzen die Kleingruppen die Lernimpulse, um Vorstellungen auf dem Forscherprotokoll begründet zu streichen?
   a) Welche Begründungen formulieren die SchülerInnen beim Streichen der Vorstellungen?

C3.2 In welcher Weise nutzen die SchülerInnen die Lernimpulse in den Post-Interviews, um Vorstellungen auszuschließen?
   a) Welche Begründungen formulieren die SchülerInnen beim Ausschluss der Vorstellungen?
   b) Wie gestaltet sich dies in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

C3.3 In welcher Weise nutzen die SchülerInnen die Lernimpulse in den Follow-up Erhebungen, um Vorstellungen auszuschließen?

a) Welche Begründungen formulieren die SchülerInnen beim Ausschluss der Vorstellungen?

b) Wie gestaltet sich dies in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

Das Forscherprotokoll wurde in der ersten Erprobungsklasse kaum von SchülerInnen benutzt, woraufhin in den weiteren Klassen auf die Nutzung dessen durch ein akustisches Signal hingewiesen wurde. In den weiteren Erprobungsklassen nutzen das Forscherprotokoll viele Gruppen, um Begründungen anzuführen, die vor allem zur fokussierten Idee des ersten Lernimpuls häufig intendiert erfolgen. Die im zweiten Lernimpuls fokussierte Idee wird genauso häufig intendiert ausgeschlossen, dabei wird jedoch häufig nicht die vollständige Schlussfolgerung gezogen. Diese besteht aus einem Zweischritt: Die SchülerInnen erkennen zunächst, dass das Salz über einer Kerze nicht schmilzt. Dies sollen sie in Beziehung zu dem kalten Wasser setzen, in das sie das Salz gegeben haben. Meist formulieren die SchülerInnen nur den ersten Schritt, nämlich, dass das Salz über der Kerze nicht flüssig wird. Inwieweit die Gruppen die komplette Schlussfolgerung nachvollziehen, wird aus den Fallbeschreibungen deutlich. Die Idee aus Lernimpuls drei wird nicht so häufig ausgeschlossen, hier führen die SchülerInnen zum Teil Begründungen an, die aus vorherigen Lernimpulsen stammen. Dies bedeutet, dass die SchülerInnen ihr neu gewonnenes Wissen direkt nutzen können. Die Lernimpulse wurden auf der Grundlage dieser Ergbenisse als zielführend eingestuft.

Im Interview gelingt es vielen SchülerInnen intendierte Ausschlüsse durchzuführen, vor allem in Bezug auf den ersten Lernimpuls. Der zweite Lernimpuls wird am zweithäufigsten intendiert ausgeschlossen, aber es finden sich auch viele lebensweltliche Begründungen. Einige SchülerInnen führen eigenständig Ausschlüsse der Ideen an, die auf anderen Impulsen beruhen, was auf eine starke Überzeugungskraft der Impulse hindeutet. Andere SchülerInnen wiederholen die Versuche oder führen intendiert begründete Ausschlüsse durch, ohne überhaupt danach gefragt zu werden. Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass das handlungsorientierte Experimentieren Lernchancen bietet und die SchülerInnen motiviert. SchülerInnen aller *Diversitätsmerkmale* gelingen Ausschlüsse der fachlich nicht anschlussfähigen Ideen, wobei im Besonderen *leistungsstarke* SchülerInnen vermehrt intendierte Ausschlüsse anführen. Demnach sind alle SchülerInnen im Rahmen des Unterrichts gefordert.

Auch in den Follow-ups schließen die SchülerInnen zum Großteil fachlich nicht anschlussfähige Aussagen aus, die oft begründet werden. Genau wie in den Interviews wird der erste Lernimpuls am häufigsten intendiert ausgeschlossen und dieser wird auch häufig dazu genutzt, andere Vorstellungen auszuschließen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine veränderte Reihenfolge der Impulse ggf. dazu hätte führen können, dass Lernimpuls eins und zwei besser voneinander unterschieden werden können. Ein weiterer Grund für die

stärkere intendierte Nutzung des ersten Lernimpulses ist, dass dessen Schlussfolgerung einfacher zu vollziehen ist als die in den beiden anderen Lernimpulsen. Im Follow-up gelingt es SchülerInnnen der *Diversitätsmerkmale sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf, sprachliche Schwierigkeiten* sowie *Motivations- und Aufmerksamkeitsschwierigkeiten* im Vergleich zu den Interviews im erhöhten Maße, alternative Erklärungen auszuschließen. Die *leistungsstarken* SchülerInnen nutzen wie im Interview am meisten intendierte Ausschlüsse im Vergleich zu den anderen SchülerInnen.
Die Lernimpulse aus choice^{2}explore überzeugen viele SchülerInnen auch noch fünf Wochen nach dem Unterricht, sodass sie alternative Erklärungen begründet ausschließen können. Der erste Lernimpuls scheint die größte Überzeugungskraft zu bringen. *Leistungsstarke* SchülerInnen nutzen am häufigsten sowohl kurz- als auch langfristig die intendierten Schlussfolgerungen. Diesen Ergebnissen zufolge ist es möglich, SchülerInnen im inklusiven Sachunterricht an naturwissenschaftliche Arbeitsweisen wie das Schlussfolgern und Argumentieren heranzuführen und Vorstellungen langfristig zu verändern.

6.3.2 Teilchenmodellnutzung

D) Wie gestaltet sich die Modellnutzung im Rahmen der Unterrichtskonzeption?

D1. In welcher Weise nutzen die SchülerInnen das Teilchenmodell in den Post-Interviews und den Follow-up Erhebungen?

D1.1 Wie viele SchülerInnen

a) benennen das Modell in der Weise, wie es eingeführt wurde?
b) nutzen das Modell in adäquater Weise?
c) übertragen das Modell auf einen anderen Kontext?
d) äußern eine Modellkritik?
    i. Wie gestaltet sich diese?
e) Wie gestaltet sich dies in Bezug auf Diversitätsmerkmale?

D2. Wie reflektieren Lehrpersonen den Einsatz des Teilchenmodells?

D3. Wie lässt sich die Modellnutzung im Projekt mit dem Kompetenzmodell der Modellkompetenz in Beziehung setzen?

Die Analysen der Teilchenmodellnutzung zeigen, dass die SchülerInnen (65 von 69) im Interview mit Hilfe des Teilchenmodells den Lösevorgang auf submikroskopischer Ebene beschreiben können. Dies gilt für SchülerInnen aller *Diversitätsmerkmale*. Einigen SchülerInnen (13) gelingt es auch das Modell zu nutzen, um es zurück auf das Phänomen zu beziehen und Erkenntnisse aus der Modellnutzung zu verwenden um das Phänomen beschreiben und zu erklären. Hierzu zählen auch Aussagen, in denen SchülerInnen das Modell nutzen

um alternative Vorstellungen auszuschließen. Außerdem gelingt es SchülerInnen (24) das Modell auf ein anderes Phänomen zu übertragen oder spontan Modellkritik (5) zu äußern. Auch SchülerInnen, die fünf Wochen später noch einmal interviewt wurden, zeigen diese Formen der Modellnutzung. In einem offenen Frageformat im Follow-up Test benennen 28 von 31 befragten SchülerInnen das Modell und neun SchülerInnen beschreiben, wie es im Unterricht genutzt wurde. Ein Schüler beschreibt hier eine Modellkritik. Unaufgefordert erstellte Zeichnungen des Teilchenmodells von drei SchülerInnen im Follow-up Test zeigen, dass auch Zeichnungen Vorstellungen von SchülerInnen verdeutlichen können. Um diese jedoch tiefergehend beschreiben zu können, wäre die Kombination aus Zeichnung und Interview sinnvoll gewesen. Lehrpersonen reflektieren im Interview von sich aus, dass das Legosteinmodell den Teilchenbegriff veranschaulicht und die SchülerInnen beim Verständnis unterstützt.
Die Modellnutzung und dessen Analyse im Projekt wurde in Bezug gesetzt zum Modell der Modellkompetenz nach Upmeier zu Belzen & Krüger (2010). Diese Zusammenschau macht Überschneidungen deutlich (s. Kap. 5.5.3.3). Demnach gelingt es SchülerInnen im Rahmen von choice^{2}explore, Ansätze von Modellkompetenz innerhalb von Interaktionen mit einem konkreten Anschauungsmodell in den Bereichen „Eigenschaften von Modellen“ und „Zweck von Modellen“ zu zeigen. Ansatzweise lässt sich dies auch für die Bereiche „Testen von Modellen“ und „alternative Modelle“ beschreiben. Aus dieser Erkenntnis wird abgeleitet, dass eine implizite Modellkompetenz über die Verbindung von Handlung und Sprache beschrieben werden kann und somit eine spracharme Erfassung ermöglichen kann. Im inklusiven Sachunterricht können SchülerInnen mit Hilfe eines konkreten Anschauungsmodells das Lösen von Salz in Wasser auf submikroskopischer Ebene beschreiben und in diesem Prozess implizite Modellkompetenz zeigen. Die enaktive Ebene der Auseinandersetzung mit einem naturwissenschaftlichen Inhalt kann auch zur Datenerhebung genutzt werden.

6.3.3 Gemeinsames Lernen

E) In welcher Weise initiiert die Unterrichtskonzeption choice^{2}explore gemeinsames Lernen innerhalb der Lernimpulsphasen?

E1. Gemeinsames Lernen_alle Gruppen

E 1.1 Inwiefern werden unterschiedliche lernimpulsbezogene Handlungen verwirklicht?

a) Welche Handlungen treten auf?

b) Wie häufig treten die Handlungen auf?

c) Welche Zeit nehmen die Handlungen jeweils ein?

E 1.2 Inwiefern werden unterschiedliche Kooperationstypen verwirklicht?

a) Welche Kooperationstypen treten auf?
b) Wie häufig treten die Kooperationstypen auf?
c) Welche Zeit nehmen die Kooperationstypen jeweils ein?

E 1.3 In welcher Weise überschneiden sich die Kooperationshandlungen und die Kooperationstypen?

a) Welche Handlungen werden häufig kollaborierend vollzogen?
b) Welche Handlungen werden häufig helfend vollzogen?
c) Welche Handlungen werden häufig nebeneinanderher vollzogen?
d) In welcher Art der Kooperation werden einzelne Handlungen umgesetzt?

E 2. Gemeinsames Lernen_gruppenspezifisch

E 2.1 Wie gestaltet sich das gemeinsame Lernen in einzelnen Gruppen?

a) Wie verteilen sich die kollaborierenden Anteile auf die Gruppenmitglieder?
b) Wie verteilen sich die helfenden Anteile auf die Gruppenmitglieder?
c) Wie verteilen sich die Anteile des nebeneinanderher Arbeitens auf die Gruppenmitglieder?

E 3. In welcher Weise reflektieren die Lehrpersonen im Interview, ob gemeinsames Lernen zwischen den SchülerInnen stattgefunden hat?

Choice²explore ermöglicht es SchülerInnen verschiedene, lernimpulsbezogene Handlungen, die Kooperation ermöglichen, zu zeigen. Folgende Kooperationshandlungen wurden auf der Grundlage von Naujok (2000) anhand der Videocodierung beschrieben und charakterisiert: Erklären; Vorsagen/-machen; Abgucken; Vergleichen; Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien; Erfragen; Metakooperieren; Versuchsschritt; Beobachten; Deuten; Schlussfolgern.
Außerdem wurden drei Kooperationstypen in Anlehnung an Naujok (2000) definiert und charaktersiert: kollaborierend, helfend, nebeneinanderher.
Die Auswertung nach Häufigkeiten und Zeitanteilen bringen folgende Ergebnisse:
SchülerInnen schreiben im Vergleich zu anderen Handlungen nicht so oft, jedoch sind diese Aktionen von recht langer Dauer. Versuchsschritte treten nicht so oft auf, dauern aber länger. Gelesen wird relativ oft, jedoch dauern diese Zeitabschnitte nicht so lange an. SchülerInnen verwenden demnach nicht viel Zeit darauf, Informationen zu erlesen, oder verstehen die Formulierungen umgehend.
Die Analysen der zeitlichen Anteile und der Häufigkeiten der codierten Kooperationstypen lassen erkennen, dass choice²explore gemeinsame Lernsituationen intiiert, die sich zu großen Anteilen kollaborativ gestalten. In den kollaborativen Anteilen dominiert außerdem die Form der Kollbaration, in der alle SchülerInnen einer Gruppe beteiligt sind. Auch das

Ergebnis, dass ein Lernender nur selten alleine nebeneinanderher arbeitet, stützt diese Erkenntnis. Die helfenden Anteile treten relativ häufig, jedoch eher kurz auf. Dies lässt darauf schließen, dass die Hilfe nicht sehr intensiv ausgestaltet wird.
Bei der Überschneidung von Kooperationshandlungen und -typen wurde zum einen betrachtet, wie häufig bestimmte Handlungen gleichzeitig mit einem Typen auftauchen. Zum anderen wurde ausgewertet, wie die Handlungen individuell den drei Kooperationstypen zugeordnet werden können. Das Aufschreiben und das Lesen wurden jeweils am häufigsten oft gleichzeitig zum Typ „nebeneinanderher" codiert. Typisch für diese Art der Kooperation sind das Abgucken und Aufschreiben. Häufige Überschneidungen des helfenden Typs zeigen sich in Bezug auf die Handlungen Erklären, Vorsagen und Erfragen. Die letzten beiden gelten auch als typisch helfend und können in Anlehnung an Naujok (2000) auch Rollen- und Machtverständnisse mit sich bringen. Es wurde weiterhin ersichtlich, dass als häufige kollaborierende Handlungen, bei denen alle SchülerInnen partizipieren, das Erklären, Beobachten und gelten. Als typisch kollaborierend können das Metakooperieren, das Deuten, Beobachten, Erklären und einen Versuchsschritt durchführen beschrieben werden. Die Ergebnisse hinsichtlich der Kooperationshandlung „Erklären" verdeutlicht, wie die SchülerInnen miteinander argumentieren. Die anderen typisch kollaborierenden Handlungen können als typisch naturwissenschaftliche Handlungen beschrieben werden. Neben diesen wurde auch das Lesen vermehrt kollaborativ codiert, was bedeutet, dass alle SchülerInnen am Leseprozess partizipieren. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Unterrichtskonzeption vielfach gemeinsame, naturwissenschaftliche Lernsituationen initiiert, an denen zum großen Anteil alle SchülerInnen einer Gruppe kollaborierend partizipieren.
Die gemeinsamen Lernsituationen gestalten sich in den Gruppen unterschiedlich. Folgende Muster lassen sich je Kooperationstyp beschreiben:

Kollaborierend:

- einige Gruppen kollaborieren insgesamt länger als andere
- Anteile der Kollaboration können gleichmäßig auf alle Gruppenmitglieder verteilt sein oder bestimmte Konstellationen betreffen
- es tauchen SchülerInnen auf, die in sämtliche Kollaborationen eingebunden sind
- SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf sind etwas weniger stark in Kollaborationen eingebunden

Helfend:

- helfende Anteile gestalten sich qualitativ unterschiedlicher als kollaborative Anteile
- die Gruppen zeigen unterschiedliche Zeiten helfender Anteile
- zeitliche Anteile des Helfens gestalten sich in den Gruppen unterschiedlich:

- gleichmäßige Verteilung helfender Anteile
- zwei SchülerInnen geben mehr Hilfe
- ein Schüler bekommt/gibt mehr Hilfe
  - in zwei Gruppen bekommt ein Lernender mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf mehr Hilfe
  - in einer Gruppe gibt eine *leistungsstarke* Schülerin mehr Hilfe
  - in einer Gruppe gibt ein Schüler mit *sprachlichen Schwierigkeiten* mehr Hilfe

Nebeneinanderher:

- alle drei SchülerInnen zeigen Zeiten des nebeneinanderher Arbeitens
- zwei SchülerInnen zeigen Zeiten des nebeneinanderher Arbeitens
- ein/e SchülerIn zeigt Zeiten des nebeneinanderher Arbeitens
- keine typischen Muster in Bezug auf *Diversitätsmerkmale* zu erkennen

Die Ergebnisse machen eine Tendenz dahin ersichtlich, dass SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf nicht ganz so stark wie andere in kollaborative Lernprozesse eingebunden sind und mehr Hilfe bekommen als andere SchülerInnen. Es zeigen sich jedoch auch Gruppen, in denen diese SchülerInnen stark in die Kollaborationen eingebunden sind. Es wurde angemerkt, dass die Gruppenzusammensetzungen, die die Lehrpersonen für die Erprobung wählten, nicht typisch für die Klassen waren und die SchülerInnen zum Teil zum ersten Mal in der Konstellation zusammengearbeitet haben. Ein vermehrtes Arbeiten in den Gruppenzusammensetzungen würde voraussichtlich Auswirkungen auf die Gestaltung der gemeinsamen Lernsituationen haben. Ob dabei positive oder negative Effekte hinsichtlich der Partizipation der SchülerInnen eine Folge wäre, bleibt offen. Vor dem Hintergrund der Beschreibungen von Garrote (2015), dass SchülerInnen sich kooperierend oder helfend zeigen müssen, um sozial akzeptiert zu werden, wären solche Langzeitbetrachtungen von Interesse, um zu überprüfen, inwiefern gemeinsames Experimentieren langfristig soziale Konstellationen beeinflussen könnte.
Die Lehrpersonen reflektieren die Gruppenarbeit der SchülerInnen in Bezug auf ein gemeinsames Lernen als insgesamt positiv. Sie beschreiben, dass leistunggstärkere SchülerInnen leistungsschwächere unterstützten und dass die SchülerInnen sich gegenseitig etwas erklärten. Außerdem beschreiben sie, dass alle SchülerInnen beteiligt waren. Die heterogene Zusammensetzung der Gruppen wird ebenfalls positiv reflektiert und zwei Lehrpersonen erhoffen sich eine positive Auswirkung auf die Klassengemeinschaft. Im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht können gemeinsame Lernsituationen initiiert werden. Insbesondere das Experimentieren zeigte sich als Möglichkeit, gemeinsames kollaborierendes Lernen zu schaffen.

6.3.4 Fallbeschreibungen

F) In welcher Weise gestalten sich individuelle Lernprozesse im Rahmen der Kleingruppen?

F1. Wie gestalten sich individuelle Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen und das gemeinsame Lernen innerhalb der Kleingruppen?

F 1.1 Lassen sich Zusammenhänge zwischen Vorstellungsentwicklungen und der Ausgestaltung des gemeinsamen Lernens erkennen?

F2. Welche Elemente und Gestaltungsmerkmale der Unterrichtskonzeption erweisen sich in Bezug auf Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen als unterstützend?

Die Fallbeschreibungen von zehn Gruppen hinsichtlich der Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen, der Modellnutzung sowie der Ausgestaltung der gemeinsamen Lernsituationen machen deutlich, dass Elemente der Unterrichtskonzeption die Lernentwicklung und das gemeinsame Lernen der SchülerInnen unterstützen.

- SchülerInnen, die die anschlussfähige Idee in der Diagnoseaufgabe wählen
  - müssen nicht zwingend eine anschlussfähige Vorstellung besitzen
  - können andere Ideen zu Beginn nicht begründet ausschließen
- SchülerInnen nutzen (zum Teil) die Lernimpulse langfristig, um alternative Vorstellungen auszuschließen
  - einige SchülerInnen profitieren von den Schlussfolgerungen ihrer Gruppenmitglieder
    - diese können auch von als weniger motiviert oder sprachlich schwach beschriebenen SchülerInnen stammen
  - kollaborierende Bearbeitungen des Forscherprotokolls und der Fokusfragen sind dabei von Vorteil
  - intendierte Ausschlüsse sind weniger langfristig erfolgreich, wenn sie nicht kollaborierend vollzogen wurden (Forscherprotokoll; Fokusfragen)
  - einige SchülerInnen führen intendierte Ausschlüsse vor allem in Bezug auf ihre anfangs gewählte Idee an (subjektiver kognitiver Konflikt)
  - einige SchülerInnen gelangen ohne Kollaboration zu intendierten Schlussfolgerungen

- nicht intendierte Ausschlüsse einer Gruppe
  - können dazu führen, dass Vorstellungen nicht verändert werden
  - können dazu führen, dass Lernimpulse langfristig nicht genutzt werden können, um alternative Vorstellungen auszuschließen
  - können (zum Teil langfristig) durch die Besprechung in der Plenumsphase ausgeglichen werden, sodass intendierte Schlussfolgerungen genutzt werden können
    - dies zeigt sich vor allem für *leistungsstarke* SchülerInnen

- zeigen sich SchülerInnen in Bezug auf das Deuten und Schlussfolgern nicht kollaborierend, können sie jedoch kollaborierende experimentelle Handlungen zeigen
    - dies zeigt sich vor allem für SchülerInnen, die in den Phasen der Bearbeitung der Fokusfragen oder des Forscherprotokolls abgelenkt sind
- die Lernmaterialien unterstützen SchülerInnen, sich helfend zu zeigen
    - SchülerInnen mit schwächeren sprachlichen Fähigkeiten nutzen Symbole, um sich helfend zu zeigen oder um gemeinsam Abläufe zu erschließen
    - der ritualisierte Ablauf ermöglicht es einer Schülerin im Unterrichtsverlauf Hilfe gebende Anteile zu entwickeln
- die Lernmaterialien unterstützen die Kollaboration
    - eine SchülerIn nutzt eine Wortspeicherkarte, um bei der Bearbeitung der Fokusfragen zu partizipieren
    - eine Lehrperson beschreibt, dass die symbolische und sprachliche Gestaltung es einem Schüler ermöglicht, seine Fähigkeiten gewinnbringend zu intergrieren
    - das Forscherprotokoll führt in vielen Gruppen zu Kollaboration
        - ein Wechsel im Aufschreiben hätte dies weiter unterstützen können
- das Legosteinmodell unterstützt die Vorstellungsentwicklung
    - SchülerInnen werden durch dieses im Interview an den Teilchenbegriff erinnert
    - SchülerInnen nutzen das Legosteinmodell, um alternative Vorstellungen auszuschließen, wenn ihnen es zuvor nicht anhand der intendierten Lernimpulse gelingt
    - Die Modellvorstellung an sich stellt die SchülerInnen vor einen kognitiven Konflikt
- SchülerInnen nutzen Gesten, um die sprachliche Kommunikation zu unterstützen und ihre Vorstellungen zum Ausdruck zu bringen
- SchülerInnen, die nicht so stark in die Kollaborationen eingebunden sind, müssen nicht zwingend den *Diversitätsmerkmalen sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf* oder *sprachliche Schwierigkeiten* angehören
- Konflikte in einer Gruppe müssen nicht die Vorstellungsentwicklungen behindern
- leistungsschwächere SchülerInnen zeigen die Strategie des Hilfesuchens
    - manchmal wird Hilfe bei einem/r *leistungsstarken* Lernenden erfragt
    - manchmal wird Hilfe bei zwei SchülerInnen erfragt
- Gruppenkonstellation
    - zwei starke können eine/n leistungsschwächere/n Lernende/n im Lernprozess „abhängen“
    - das Vorhandensein von zwei SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf oder sprachlichen Schwierigkeiten wirkt sich nicht als

negativ auf die Vorstellungsentwicklungen oder das gemeinsame Lernen aus

- Unsicherheiten von SchülerInnen sollten im Rahmen der Interviewsituation stärker bedacht werden

7. Theoriebildung

Im Rahmen von Design-Based Research erfolgt in der Re-Framing-Phase nicht nur die Zusammensammenfassung der Ergebnisse (s. Kap. 6), sondern eine gemeinsame Beantwortung und Reflexion der übergeordneten Forschungsfrage (What works?) sowie eine tiefergehende Auseinandersetzung damit, welche auch Querverbindungen der Ergebnisse mit sich bringt (How does it work?). Wie bereits beschrieben (s. Kap. 4.1) können die zu entwickelnden Theorien bereichsspezifischen Charakter (domain theories) haben, ein Design-Framework beschreiben oder aber sie beschreiben Design-Methodologien (Edelson, 2002). Bereichsspezifische Theorien beschreiben in einer deskriptiven Art z. B. Lernprozesse und deren Ergebnisse. Design-Frameworks haben einen präskriptiven Charkater und versuchen allgemeine Gestaltungskriterien des Designs herauszuarbeiten, die sich aus dem Zusammenspiel von Ergebnisse ergeben und möglicherweise auf andere Bereiche übertragbar sind (Edelson, 2002). Edelson (2002) beschreibt Theorien als Design-Methodologien, wenn sie den allgemeinen Ablauf des Entwurfprozesses beschreiben:

> *A design methodolgy describes*
> *(a) a process for achieving a class of designs,*
> *(b) the forms of expertise required, and*
> *(c) the roles to be played by the individuals representing those forms of expertise (Edelson, 2002, 115)*

Theorien aller drei Arten können unterschiedliche Reichweiten haben (local, middle-range, high-level theory) (McKenney & Reeves, 2012). Die Art dieser Reichweiten kann durch ein Projekt selbst nicht bestimmt werden. Es wird sich eher in Zukunft ergeben, welche Bedeutung die Aspekte für die weitere Forschung bzw. Gestaltung von Lernmaterialien und Designprozessen zeigen. Möglich ist auch, dass aus mehreren Studien ein Design-Framework oder eine Design-Methodologie erwächst. Es gilt hierbei das Merkmal „replicate and generalize accross studies“(Reinmann, 2005, 65).

Der folgende Teil fokussiert auf die Ableitung von Theorien, die sowohl deskriptiven als auch präskriptiven Charakter aufweisen und somit sowohl für weitere Forschungsprojekte, als auch für die Gestaltung von Lernmaterialien im inklusiven und/oder naturwissenschaftlichen Kontext von Bedeutung seien können. Um die Ergebnisse bzw. abgleiteten Theorien wiederum zu rahmen (Re-Framing) werden sie mit Literatur in Bezug gesetzt.

7.1 What works?

In diesem Teil soll ein zusammenfassendes Resumee über die einzelnen Ergebnisse aus dem Designexperiment gezogen und die übergeordnete Fragestellung beantwortet werden. Die Ergebnisse der Teilbereiche wurden im Kapitel zuvor noch einmal zusammengefasst.

> *In welcher Weise lassen sich Schülervorstellungen zu naturwissenschaftlichen Phänomenen im inklusiven Sachunterricht (weiter-)entwickeln und dabei gemeinsames Lernen initiieren?*

Die Ergebnisse hinsichtlich der Vorstellungsentwicklung, der Modellnutzung und der gemeinsamen Lernsituationen weisen darauf hin, dass die Unterrichtskonzeption ihre Ziele erreicht: Sie knüpft mit Hilfe einer Diagnoseaufgabe an den individuellen Vorstellungen der SchülerInnen an und ermöglicht es den SchülerInnen diese durch die Auseinandersetzung mit den Vorstellungen im Rahmen von Lernimpulsen hin zu fachlich anschlussfähigen Vorstellungen (weiter-) zu entwickeln (s. Kap. 5.4.4.5). Die SchülerInnen nutzen die Lernimpulse für ihre Vorstellungsentwicklungen und auch, um andere nicht anschlussfähige Vorstellungen langfristig auszuschließen (s. Kap. 5.4.4.9). Sie beschreiben anhand des Legosteinmodells den Lösevorgang und verwenden dabei zu großen Anteilen den Teilchenbegriff (s. Kap. 5.5.3). Entscheidend ist, dass dies nicht nur auf einen bestimmten Teil der SchülerInnengruppen zutrifft: über alle Diversitätsmerkmale und Erprobungsklassen hinweg ergeben sich Lernprozesse in ähnlicher Art und Weise.
Innerhalb der Kleingruppenphasen werden gemeinsame Lernsituationen initiiert, in denen die SchülerInnen zum großen Teil gemeinsam kollaborierend arbeiten (s. Kap. 5.6.4). Typische Handlungen der Kollaboration sind das Metakooperieren, Deuten, Beobachten, einen Versuchsschritt Durchführen und das Erklären. SchülerInnen, die sich in Bezug auf das Schlussfolgern und Deuten nicht kollaborierend zeigen können, sind durch das handlungsorientierte Experimentieren in die Lernsituationen eingebunden und können sich dabei auch helfend zeigen (s. Kap. 5.7). Es gibt keine Gruppe, in der sich ein/e SchülerIn nicht kollaborierend zeigt; in allen Gruppen dominiert die Form der Kollaboration, die alle SchülerInnen einschließt (s. Kap. 5.6.5). So kann auch für diesen Bereich der Ergebnisse festgehalten werden, dass sich Lernprozesse ergeben, die ein gemeinsames kollaborierendes Lernen aller SchülerInnen ermöglichen.

Im Rahmen der Unterrichtskonzeption choice²explore ist es möglich im inklusiven Sachunterricht Vorstellungen (weiter-)zuentwickeln und dabei gemeinsame Lernsituationen zu initiieren.

Da sich die Ergebnisse auf bestimmte Lerngruppen beziehen, können sie als bereichsspezifische Theorien beschrieben werden. Aufgrund ihrer Beständigkeit in mehreren Klassen und Schulen zeichnet sich eine weitere Reichweite ab. Aufgrund der sich weiterentwi-

ckelnden Schulkultur hin zu einem inklusiven Schulsystem bleibt die Unterrichtskonzeption weiterhin zu überprüfen und zu optimieren. Sie macht sich somit mit auf den Weg zu inklusiven Lernprozessen. Dennoch zeigen die Ergebnisse, dass nicht nur ästhetische Zugangsweisen (Schomaker, 2007; Seitz, 2005), sondern auch typisch naturwissenschaftliche Arbeitsweisen, wie das Experimentieren und das Lernen mit dem Modell, eine Chance für inklusiven Unterricht darstellen.

Anhand der im Rahmen von Florian & Spratt (2013) entwickelten Merkmale zur Beschreibung von inklusivem Unterricht wird die Unterrichtskonzeption nun hinsichtlich der Erfüllung des inklusiven Anspruches reflektiert. Im Rahmen der Beschreibung der Entwicklung der Unterrichtskonzeption und ihrer Lernmaterialien wurde bereits detailliert beschrieben, in welcher Weise einzelne Elemente in choice²explore theoretische Konzepte aus der Literatur umsetzen (Tab. 15 Kap. 5.3.4). Tabelle 52 bezieht darüber hinaus die beschriebenen Ergebnisse der Analysen der vorliegenden Arbeit mit ein und reflektiert daraufhin, inwieweit Aspekte des Rahmens von Florian & Spratt (2013) in choice²explore erfüllt werden.

Tab. 52: Elemente in choice²explore, die den Rahmen für inklusiven Unterricht nach Florian und Spratt (2013) entsprechen

Understanding learning	**Choice²explore**

- Unterrichtspraktiken, die alle Kinder (jeden) inkludieren
  o Schaffung von Lernumgebungen mit Möglichkeiten, die für jeden zugänglich gemacht werden, sodass alle Lernenden am Klassenleben teilnehmen können
  o vergrößern, was für alle Lernenden üblicherweise zur Verfügung steht (Schaffung einer reichen Lerngemeinschaft), anstatt Lehr- und Lernstrategien zu verwenden, die für die Meisten geeignet sind und etwas "Zusätzlichen" oder "Anderes", für einige, die bestimmte Schwierigkeiten haben
  o Differenzierung durch Wahl der Aktivität für alle
	- Vor allem das Experimentieren zeigt sich als Möglichkeit, dass SchülerInnen kollaborieren und dabei mit und voneinander lernen (s. Kap. 5.6.4).
	- Die Gestaltung der Lernmaterialien mit der Verwendung Leichter Sprache, Symbolik und Struktur (s. Kap. 5.3), sowie die handlungsorientierten Versuchseinheiten ermöglichen Zugänge für alle (s. Kap. 5.7).
	- Verschiedene Repräsentationsformen werden genutzt und Ausdrucksformen zur Verfügung gestellt, die auch genutzt werden (s. Kap. 5.3).
	- Es wird keine äußere Differenzierung der Lernmaterialien oder Aufgabenverteilung wurde vorgenommen (s. Kap. 5.3).

- Sprache verwenden, die von allen Kindern genutzt wird	- Leichte Sprache mit der Unterstützung von Symbolik wurde hinsichtlich des Verständnisses der SchülerInnen geprüft (s. Kap. 5.3).

Understanding learning	**Choice²explore**
	- SchülerInnen nutzen Symbole auf den Lernmaterialien um etwas zu verstehen bzw. zu erklären (s. Kap. 5.7).
- Formatives Assessment zur Lernunterstützung nutzen	- Diagnoseaufgaben, die auf Forschungen zu Schülervorstellungen fußen (s. Kap. 5.1, Kap. 5.2) werden eingesetzt. - Scaffoldingmaßnahmen, die im Rahmen der Kleingruppenerprobungen und aufbauend auf den Analysen entwickelt wurden (s. Kap. 5.3) werden eingesetzt.
- deterministische Überzeugungen über feste Fähigkeit und die damit verbundene Idee, dass die Anwesenheit von einigen den Fortschritt der anderen hindert, ablehnen o daran glauben, dass alle Kinder sich weiterentwickeln, lernen und etwas erreichen können o Lehren und Lernen auf das fokussieren, was Kinder können, anstatt auf was sie nicht können	- Ergebnisse konnten zeigen, dass alle SchülerInnen Fähigkeiten weiterentwickeln konnten (s. Kap. 5.4).
- Fähigkeitsgruppierung als Hauptorganisation von Arbeitsgruppen ablehnen	- SchülerInnen arbeiten in leistungsheterogenen Kleingruppen (s. Kap. 5.3).
- SchülerInnen gruppieren, um das Lernen aller Kinder zu unterstützen	- Bildung von heterogenen Kleingruppen, in denen die SchülerInnen kooperieren (s. Kap. 5.2) findet statt.
- sozial-konstruktivistische Ansätze verfolgen: z. B. Chancen bereitstellen, an ko-konstruktiven Prozessen des Wissenserwerbs zu partizipieren	- SchülerInnen ko-konstruieren sowohl in Bezug auf das Experimentieren, als auch hinsichtlich des Lesens, Deutens und Schlussfolgerns (s. Kap. 5.6.4).
- Interaktion / Interdependenz zwischen Lehrenden und Lernenden, um neue Erkenntnisse zu schaffen	- Ein Wechsel von kooperativer Kleingruppenarbeit und Plenumsphasen (s. Kap. 5.3) wird umgesetzt.

Der erste Schwerpunkt des Rahmens bildet die Forderung, Unterrichtspraktiken einzusetzen, die alle Kinder inkludieren. Choice²explore entspricht dieser Forderung, da die zyklische Entwicklung der Lernmaterialien es ermöglichte, diese hinsichtlich ihres Verständnisses und der Verwendung von Leichter Sprache und Symbolik zu überprüfen (s. Kap. 5.3). Ein weiterer Hinweis zeigt sich darin, dass die Kooperationshandlung „Lesen" häufig kollaborierend gestaltet wird (s. Kap. 5.6.4). Somit ermöglichen die Lernmaterialien einen

Zugang für alle und verwenden die Sprache, die SchülerInnen verwenden. Dass umgekehrt die SchülerInnen auch die Sprache der Lernmaterialien verwenden, zeigt sich bspw. im Rahmen der Fallbeschreibungen, in denen ersichtlich wird, dass SchülerInnen die verwendeten Symbole nutzen, um anderen SchülerInnen etwas zu erklären (s. Kap. 5.7). Außerdem werden für alle SchülerInnen die gleichen Lernmaterialien, sowie zusätzliche Repräsentationsformen, wie bspw. eine Visualisierung von Schlussfolgerungen in Plenumsphasen, angeboten (s. Kap. 5.3). Dementsprechend liegt die Nutzung der Lernmaterialien und somit die Differenzierung bei den SchülerInnen selbst und wird nicht von außen vorgenommen.

Formatives Assessment wird ebenfalls von Florian & Spratt (2013) gefordert und in der Unterrichtskonzeption durch die Verwendung von Diagnoseaufgaben umgesetzt. Die Diagnoseaufgaben der Phase „Was denkst du?“ wurden aufbauend auf bekannten Schülervorstellungen sowie selbst erhobenen Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf entwickelt. Diese Mulitple-Choice Aufgaben dienen nicht nur der Diagnose von Vorstellungen, sondern machen den SchülerInnen ihre eigene Vorstellung bewusst und dienen im weiteren Verlauf der Strukturierung der Lernprozesse (s. Kap. 5.1; Kap. 5.2). Weiterhin wurden auf der Grundlage der Ergebnisse von Kleingruppenerprobungen Scaffoldingmaßnahmen entwickelt, die die Lernprozesse der SchülerInnen unterstützen. Dies sind neben der Strukturierung des Materials z. B. Fokusfragen, die das Ziehen von Schlussfolgerungen aus Versuchsbeobachtungen der SchülerInnen unterstützen (s. Kap. 5.3). Im Projektverlauf wurde darüber nachgedacht, formatives Assessment auch einzusetzen, um SchülerInnen über ihren Lernverlauf selbst reflektieren zu lassen und Rückmeldungen der Lehrpersonen noch stärker einzubeziehen. Da jedoch die Erprobungsklassen zum großen Teil bislang nicht mit dieser Art der Rückmeldungen arbeiteten und choice²explore an sich schon viele Neuerungen für die SchülerInnen mit sich brachte, wurden hierzu keine Elemente des formativen Assessments im Unterricht umgesetzt. Jedoch wurde mit den SchülerInnen im Rahmen der Post- und Follow-up Interviews der eigene Lernprozess reflektiert (s. Kap. 5.4.4.3; Kap. 5.4.4.4).

Die Analysen der gemeinsamen Lernsituationen (s. Kap. 5.6.4) machen deutlich, dass es allen SchülerInnen ermöglicht wird an den Lernprozessen zu partizipieren. Auch dies fordert der Rahmen (s. Tab. 52). Dieser Punkt zeigt sich ebenfalls anhand der erfolgreichen Lernprozesse der SchülerInnen, die deutlich machen, dass alle SchülerInnen im Rahmen von choice²explore Fähigkeiten und Vorstellungen (weiter-)entwickeln konnten. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass deterministische Überzeugungen darüber, dass „die Anwesenheit von einigen den Fortschritt der anderen hindert“ (s. Tab. 52) im Rahmen von choice²explore abzulehnen sind. Ein weiterer Schwerpunkt des Rahmens nach Florian & Spratt (2013) bezieht sich darauf zu ermöglichen, dass die SchülerInnen in Gruppen lernen, die nicht nach Fähigkeiten organisiert sind und in denen ko-konstruktive Prozesse möglich werden. In choice²explore wird dies umgesetzt, in dem die SchülerInnen in leis-

tungsheterogenen Gruppen arbeiten. Dass in diesen Lerngruppen Ko-Konstruktionen entstehen, zeigen die Ergebnisse zu den gemeinsamen Lernsituationen (s. Kap. 5.6.4). Insbesondere das Experimentieren, Deuten, Schlussfolgern, aber auch das Lesen wurde von den SchülerInnen ko-konstruktiv gestaltet. Durch die Strukturierung der Unterrichtsphasen enthält die Unterrichtskonzeption sowohl Kleingruppenarbeit als auch Plenumsphasen, die durch eine Lehrkraft gesteuert werden (s. Kap. 5.3). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass choice²explore die Bereiche, die in dem Rahmen von Florian & Spratt (2013) zur Gestaltung von inklusivem Unterricht gefordert werden entspricht.

Die Unterrichtskonzeption choice²explore wird den Anforderungen für inklusiven Unterricht nach Florian & Spratt (2013) gerecht.

Choice²explore schätzt die Diversität der SchülerInnen wert, denn das Konzept knüpft an den individuellen Vorstellungen der SchülerInnen an, die sie mit in den Unterricht bringen oder im Rahmen dessen entwickeln. Außerdem arbeitet die Konzeption im Unterricht nicht entlang von Diverstitätsmerkmalen, da sie im Sinne eines „inclusive pedagogical approach" (Florian & Black-Hawkins, 2011) keine Differenzierung von außen an die SchülerInnen heranträgt, ihnen jedoch verschiedene Ausdrucks- und Aneignungsformen eröffnet und somit den jeweiligen Lernvoraussetzungen entspricht. Sie ermöglicht die Paritzipation an kollaborativen und helfenden Lernprozessen, die sich fachspezifisch ausgestalten: SchülerInnen experimentieren und erleben das Ausschlussprinzip mit begründeteten Schlussfolgerungen als naturwissenschaftliche Arbeitsweise. Ebenso kann die Auseinandersetzung mit dem Teilchenmodell die Entwicklung einer scientific literacy (s. Kap. 2.3) unterstützen.

7.2 How does it work?

Neben den Fragen, ob die Unterrichtskonzeption ihre Ziele erreicht und ob sie inklusiven Ansprüchen enstpricht (s. Kap. 7.1), stellt sich die Frage, welche Faktoren von choice²explore dabei unterstützend wirken und ob Zusammenhänge zwischen den einzelnen Ergebnissen deutlich werden. Die Beantwortung dieser Frage lässt die Ergebnisse aller Analysen zusammenfließen. Das Zusammenwirken einzelner Faktoren von choice²explore wird visualisiert und beschrieben, um im Anschluss daran übergreifende Merkmale herauszustellen, die zur Entwicklung und Planung von inklusivem naturwissenschaftlichen Unterricht auf theoretischer und praktischer Ebene genutzt werden können. Verweise auf Bezüge im Rahmen der Analysen sollen es dem Lesenden ermöglichen, einzelne Aspekte vertiefend nachzuverfolgen.
Mit Hilfe des Visual Tools „MAXMaps" aus MAXQDA wurde eine grafische Darstellung des Zusammenspiels einzelner Aspekte erstellt, die sich im Rahmen der Analysen als bedeutsam herausgestellt haben. Metacomsymbole unterstützen diese Visualisierung (Kitzinger,

2016). Die Pfeile machen Beziehungen zwischen den einzelnen Aspekten deutlich und die Stärke der Linien symbolisiert, wie stark diese Beziehungen im Rahmen der Analysen herauskristallisiert wurden.

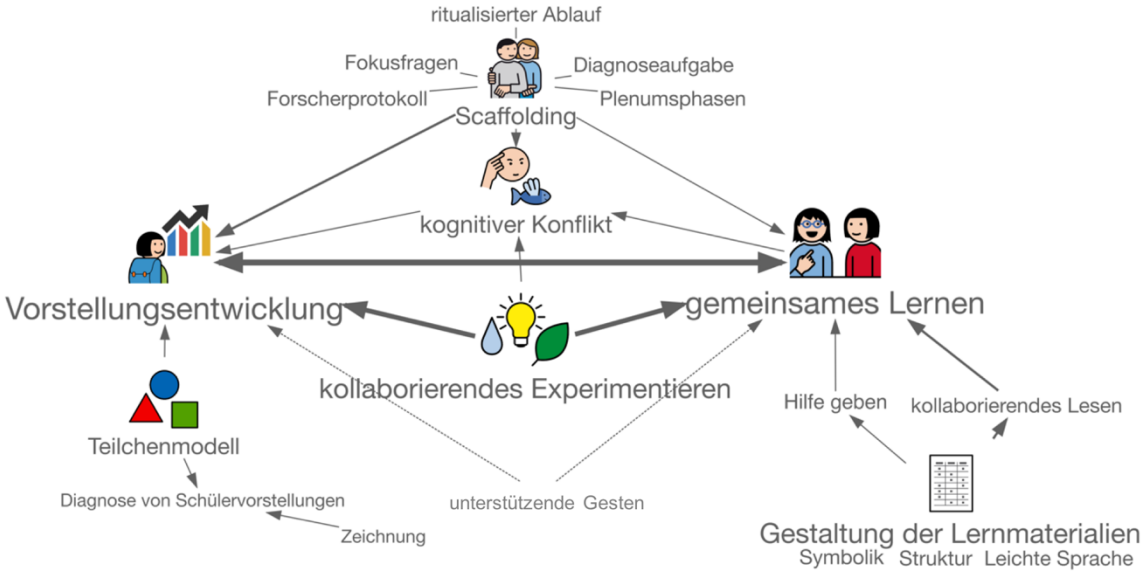


Abb. 85: Zusammenhänge der Wirkungsweisen in choice²explore

Auf der linken Seite der Abbildung 85 finden sich die *Vorstellungsentwicklungen* der SchülerInnen wieder. Wie bereits im Rahmen der Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage „What works?“ erläutert, entwickeln fast alle SchülerInnen anschlussfähige Vorstellungen (s. auch Kap. 5.4.4). Bei ihren Beschreibungen nutzen sie dazu häufig einen Teilchenbegriff (s. Kap. 5.4.4.3). Die Vorstellungsentwicklungen werden in choice²explore durch die Initiierung von *kognitiven Konflikten* im Rahmen von Lernimpulsen angeregt. In diesen führen die SchülerInnen kleine Experimente durch, die ihnen die Grenzen der einzelnen Vorstellungen verdeutlichen (s. Kap. 5.3). Dadurch, dass die SchülerInnen sowohl im Rahmen der Kleingruppenarbeit zum Ausfüllen der Forscherprotokolle (s. Kap. 5.4.4.6), im Post-Interview (s. Kap. 5.4.4.7), aber auch in den Follow-up Erhebungen (s. Kap. 5.4.4.8) Vorstellungen begründet ausschließen und dabei die Schlussfolgerungen aus den Lernimpulsen nutzen, wird der Zusammenhang deutlich: Die SchülerInnen akzeptieren die kognitiven Konflikte, verarbeiten sie und nutzen sie im weiteren, um fachlich nicht anerkannte Vorstellungen auszuschließen. Dabei zeigen die SchülerInnen sich motiviert, denn sie äußern in den Erhebungen schon von sich aus Ausschlüsse oder wiederholen Experimente, ohne danach gefragt zu werden (s. Kap. 5.4.4.9) Die Strategie des kognitiven Konfliktes wird in der Literatur als Strategie zur Veränderung von Schülervorstellungen angeführt (s. Kap. 2.2.1), jedoch als nicht immer fruchtbar beschrieben. Im Rahmen der Analysen hat sich herausgestellt, dass zuerst die Wahrnehmung des kognitiven Konfliktes an sich entscheidend ist und daraufhin eine Unterstützung der Schlussfolgerung von Vorteil ist um Vorstellungsentwicklungen zu initiieren. Hierzu haben sich verschiedene Elemente herauskristiallisiert, die für erfolgreiche Lernprozesse entscheidend sind.

Das Wahrnehmen eines *kognitiven Konfliktes* wird in choice²explore vor allem durch die beschriebenen *Scaffoldingmaßnahmen* des *Forscherprotokoll* und der *Fokusfragen* unterstützt. Im Rahmen der Fallbeschreibungen konnte herausgestellt werden, dass die SchülerInnen durch das *Forscherprotokoll* angeregt werden, sich über den Ausschluss der nicht anschlussfähigen Vorstellungen auszutauschen und Begründungen für solch einen Ausschluss zu formulieren (s. Kap. 5.7). Sie setzen sich durch das Forscherprotokoll also aktiv mit dem Begründen der Ausschlüsse auseinander. Aus den Fallbeschreibungen wurde ebenfalls ersichtlich, dass die Kleingruppen rein durch die Durchführung der Versuche und der Beobachtung im Rahmen dieser, nicht zwingend einen kognitiven Konflikt wahrnehmen (s. Kap. 5.7, z. B. Gs4K1G7). Der Einsatz der *Fokusfragen*, die das Notieren von Beobachtungen und das Schlussfolgern aus den Beobachtungen heraus strukturieren wirkten dabei unterstützend. Erfolgte diese Bearbeitung, gelang es den SchülerInnen leichter, auf dem Forscherprotokoll Vorstellungen begründet auszuschließen (s. Kap. 5.7, z. B. Gs4K1G7). Aber auch die *Plenumsphasen* zeigten sich als unterstützend zum Verständnis der Schlussfolgerungen. Dies wurde erkenntlich im Rahmen der Fallbeschreibungen, in denen deutlich wurde, dass SchülerInnen Schlussfolgerungen im Post-Interview nutzen um Vorstellungen auszuschließen, die zuvor in der Gruppenarbeit so nicht geleistet wurden (s. Kap. 5.7, Gs5K2G2-S2/S3), was sich insbesondere bei *leistungsstarken* SchülerInnen zeigte (s. Kap. 5.7, Gs4K2G3-S1; Gs4K1G7-S2). Die Scaffoldingmaßnahmen (s. Abb. 85 oben Mitte) unterstützen demnach die Vorstellungsentwicklungen indirekt, in dem sie die Wahrnehmung eines kognitiven Konfliktes stärken und das Vollziehen der Schlussfolgerungen unterstützen. Zusätzlich zeigt sich auch eine direkte Verknüpfung zwischen den Scaffoldingmaßnahmen und den Vorstellungsentwicklungen durch das Ausfüllen der Forscherprotokolle und die Zusammenfassung und Wiederholung der Schlussfolgerungen im Rahmen der Plenumsphasen.
Die Vorstellungsentwicklungen werden zudem bei einzelnen Schülerinnen durch den Einsatz *unterstützender Gesten* unterstützt (s. Abb. 85 links unten). Dieser Aspekt wurde im Rahmen einer Fallbeschreibung deutlich, bei der zwei Schülerinnen zur gegenseitigen Erklärung ihrer Beobachtungen und Schlussfolgerungen Gesten nutzten, die sie außerdem im Rahmen der Post-Interviews zur Darstellung ihrer begründeten Ausschlüsse verwendeten (s. Kap. 5.7.10, Gs4K1G7). Das Nutzen der Gesten bot insbesondere der Schülerin Gs4K1G7-S1 (SO) die Möglichkeit, am unterrichtlichen Prozesss - hier im Rahmen des Austausches in der Kleingruppenarbeit – zu partizipieren, was sich für ihre Vorstellungsentwicklung als unterstützend erwies. Durch diese Art der Gestaltung der Lernprozesse wird es den SchülerInnen ermöglicht naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in Richtung einer scientific literacy, wie das Durchführen eines Versuchs, das Beobachten, das Deuten und Schlussfolgern zu erlernen.

Dass das eingeführte *Teilchenmodell* (s. Abb. 85 links unten) von den SchülerInnen akzeptiert und genutzt wird, um den Lösevorgang von Salz in Wasser auf submikroskopischer

Ebene darzustellen, es auf das Verdampfen von Wasser übertragen und Modellkritik geäußert wird, wude bereits im Rahmen der Ergebniszusammenfassung beschrieben (s. Kap. 6.3.2). Es unterstützt demnach für die SchülerInnen die Darstellung und das Verständnis des Phänomens. Außerdem wurde deutlich, dass das Handeln mit dem Teilchenmodell an sich die Möglichkeit eröffnet, implizite Modellkompetenz zu erfassen und Schülervorstellungen sichtbar zu machen (s. Kap. 5.5.3.3). Das Teilchenmodell bietet einen handlungsorientierten, enaktiven aber auch symbolisch abstrakten Zugang. Von diesem profitieren die SchülerInnen auch in den Post- und Follow-up Interviews: In diesen zeigte sich, dass es den SchülerInnen durch die handelnde Auseinadersetzung mit dem Modell erleichtert wird, sich nicht nur sprachlich, sondern auch fachlich stärker auszdrücken und sich an den Teilchenbegriff zu erinnern (s. Kap. 5.5.3.1). Sie verwenden das Teilchenmodell sogar, um einzelnen Ideen in den Post- und Follow-up Erhebungen auszuschließen. Auch die Zeichnungen einzelner Schülerinnen des Teilchenmodells im Rahmen der Follow-up Erhebungen zeigen einen nicht sprachlichen Zugang und machen Vorstellungen und die Akzeptanz des Modells deutlich (s. Kap. 5.5.3.1). Die Darstellung von Phänomenen auf abstrakter symbolischer Ebene, die ohne eine starke Verwendung von Sprache auskommen, können demnach im inklusiven Sachunterricht Vorstellungsentwicklungen sichtbar machen und diese unterstützen. Wie im Kapitel 2.3 erläutert, wird der Einsatz eines Teilchenmodells im Sachunterricht oder selbst im Anfangsunterricht Chemie stark diskutiert. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen jedoch, dass der Einsatz im Gegenteil bereits im inklusiven Sachunterricht Chancen bietet mehrere Zugangsweisen anzubieten, naturwissenschaftliches Lernen zu ermöglichen und naturwissenschaftliche Arbeitsweisen zu erlernen.

Auf der rechten Seite der Abbildung 85 wird das *gemeinsame Lernen* dargestellt. Welche Kooperationshandlugnen und -typen dabei eine Rolle spielen, wurde umfassend in Kapitel 5.6 dargestellt. Das Beobachten, Deuten und einen Versuchsschritt Durchführen können übergeordnet als Experimentieren beschrieben werden. Diese Kooperationshandlungen wurden durch die SchülerInnen besonders stark kollaborierend umgesetzt (s. Kap. 5.6.4). Aus den Fallbeschreibungen wurde außerdem ersichtlich, dass insbesondere SchülerInnen, die in anderen Handlungen, wie beispielsweise in das Schlussfolgern nicht so stark eingebunden sind oder sich schnell ablenken lassen, sich bei den experimentellen Handlungen stark kollaborierend zeigen (s. Kap. 5.7, z. B. Gs2K1G2-S1; Gs2K1G3-S3; Gs2K1G5-S1). Das handlungsorientierte Experimentieren ermöglicht demnach, im inklusiven Sachunterricht alle SchülerInnen zu erreichen und dabei es zu ermöglichen, gemeinsames kollaborierendes Lernen zu initiieren.
Bislang wird es als Herausforderung angesehen, im inklusiven (naturwissenschaftlichen) Unterricht solche gemeinsamen Lernsituationen zu gestalten. Wie ausführlich in den Kapiteln 3.2 und 3.3 beschrieben, bestehen bislang theoretische Konstrukte, die im Fach noch nicht konkretisiert wurden. Es wurden bereits ästhetische Zugangsweisen für den inklusiven Sachunterricht als gewinnbringend herausgestellt (Schomaker, 2007; Seitz, 2005).

Durch die vorliegenden Analysen konnte herausgearbeitet werden, inwelcher Weise gemeinsame naturwissenschaftliche Lernprozesse in choice²explore ermöglicht werden.
Das *gemeinsame Lernen* wird durch die besondere *Gestaltung der Lernmaterialien* unterstützt bzw. initiiert. Als Schlagworte wurden in der Abbildung 83 die drei Gestaltungselemente klare Strukturierung, Verwendung von Leichter Sprache und Symbolik aufgeführt. Eine genauere Beschreibung dieser Aspekte und einzelner Elemente findet sich umfassend in den Kapiteln 5.2 und 5.3 bzw. der Tabelle 15. Deutlich werden die Aspekte anhand der Lernmaterialien (s. Anhang A, S. 400ff.). Die klare Strukturierung wird bspw. durch die Verwendung von Kästen zum Abhaken einzelner Arbeitsaufträge oder die gleichmäßige Gestaltung aller Lernmaterialien umgesetzt. Das gemeinsame Lernen wird auch durch kollaborierendes Lesen ausgestaltet (s. Kap. 5.6.4). Dass die Gestaltungsmerkmale dabei entscheidend sind, wird dabei deutlich: Schülergruppen gehen die Lernmaterialien Schritt für Schritt gemeinsam durch und „haken" dabei einzelne Aufgaben ab (z. B. Gs5K2G2).
Darüber hinaus ermöglichen es die Lernmaterialien sowohl hinsichtlich der Symbolik als auch des ritualisierten Aufbaus, dass leistungsschwächere SchülerInnen sich helfend in die Gruppenarbeit einbringen können. Dies wurde z. B. anhand der Beschreibung der Gruppe Gs2K1G1 deutlich, bei der eine Schülerin sich im Laufe der Lernimpulse immer stärker helfend zeigt und dabei Aktivitäten nutzt, die aufgrund der Ritualisierung immer wieder in den Lernimpulsphasen auftauchen (s. Kap. 5.7.3). In einer anderen Fallbeschreibung wird deutlich, dass die SchülerInnen die symbolhafte Darstellung nutzen, um sich in den Gruppenprozess helfend einzubringen (s. Kap. 5.7.7, Gs2K1G3). Ein weiteres Element, was das gemeinsame Lernen unterstützt, sind die Scaffoldingmaßnahmen und dabei insbesondere die Fokusfragen und das Forscherprotokoll, die die SchülerInnen zu gemeinsamen Schlussfolgerungen und kollaborierenden Erklärungen anregen (s. Kap. 5.7). Ein weiterer Aspekt, der sich in einer Gruppe als unterstützend für das gemeinsame Lernen zeigte, waren unterstützende Gesten, die die SchülerInnen einsetzten (s. Kap. 5.7.10, Gs4K1G7). Durch die Gestaltung der Lernmaterialien in choice²explore werden gemeinsame Lernsituationen weiter unterstützt bzw. verstärkt sodass kollaborierendes Experimentieren ermöglicht wird (s. Abb. 83 Mitte).
Weiterhin konnte herausgestellt werden, dass das *gemeinsame* und das *fachliche Lernen* sich gegenseitig beeinflussen: Das gemeinsame Lernen an sich hat positive Auswirkungen auf das Erleben von kognitiven Konflikten, denn wie beschrieben, erklären sich SchülerInnen Schlussfolgerungen und deuten gemeinsam ihre Beobachtungen, was vermehrt zum Ausschluss von alternativen Erklärungen führt (s. Kap. 5.7 z. B. Gs5K2G5; Gs5K2G2). Auch das kollaborierende Experimentieren hat einen Einfluss auf die Wahrnehmung eines kognitiven Konflikts und bietet demnach einen Zugang zu naturwissenschaftlichen Lernprozessen in sich. Im umgekehrten Sinne ermöglicht ein an Schülervorstellungen orientierter Unterricht es zudem, gemeinsame Lernsitutationen zu initiieren.
In choice²explore ergibt sich demzufolge ein Zusammenhang zwischen gelingendem gemeinsamen Lernen und gelingenden Vorstellungsentwicklungen (s. Abb. 83). Ein positives

Zusammenwirken von Kollaboration und Vorstellungsentwicklung zeigte Egbers (2017) ebenfalls für kollaborativ ablaufende argumentative Gespräche und Vorstellungsentwicklungen von OberstufenschülerInnen in Regelschulklassen im Rahmen der Unterrichtskonzeption choice²learn. Die Bedeutung der Ko-Konstruktion und die positive Befruchtung in Gruppenprozessen scheint sich in diesen beiden Unterrichtskonzepten als gewinnbringend für die Vorstellungsenwicklungen herauszukristallisieren. In choice²learn werden die Gruppen aufgrund ihrer verschiedenen Vorstellung heterogen zusammengesetzt, was den Austausch und die Argumentationsprozesse in der Gruppe fördert. In choice²explore ergibt sich die Heterogenität in den Leistungen der SchülerInnen und die Lernprozesse werden durch die gestalteten Lernmaterialien unterstützt. Ko-Konstruktionen entstehen in beiden Konzepten durch den Austausch über Lernimpulse und das gemeinsame „Forschen" bzw. das Prüfen und Ausschließen einzelner nicht anschlussfähiger Vorstellungen. Diese Art der Unterrichtsgestaltung scheint sich nicht nur für den Oberstufenbereich, sondern nun auch für den inklusiven Sachunterricht zu bewähren. Derzeit wird die Unterrichtskonzeption choice²learn auf den Sekundarstufenbereich I übertragen (Schillmüller & Marohn, 2017). Inwieweit in diesem Bereich Erkenntnisse zur Gestaltung und Anpassung von Lernmaterialien aus choice²explore und den Ergebnissen aus den Erprobungen beider Unterrichtskonzepte erneut beschrieben und damit bestätigt werden können, bleibt abzuwarten.

Choice²explore macht es demnach möglich, fachliches und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht für beide Aspekte gewinnbringend miteinander zu verknüpfen. Das kollaborative Experimentieren zeigt sich als Form des fachspezifischen gemeinsamen Lernens, was sich zudem als motivierend für die SchülerInnen zeigte. Durch die besondere Gestaltung der Lernmaterialien wird es den SchülerInnen ermöglicht, ohne äußere Differenzierung am Lernprozess zu partizipieren und sich kooperierend und hilfsbereit zu zeigen. Die Ermöglichung verschiedener Aneignungsformen und Repräsentation sowohl auf enaktiver, ikonischer und symbolhafter Ebene zeigen sich in den verschiedenen Elementen von choice²explore und für die Lernprozesse der SchülerInnen als sinnvoll. Somit zeigt die Unterrichtskonzeption auf, in welcher Weise inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht gestaltet werden kann.

Allgemeine Potentiale zur Gestaltung von inklusivem naturwissenschaftlichem Unterricht

Aus den Ergebnissen können allgemeine Potentiale zur Gestaltung von inklusivem naturwissenschaftlichem Unterricht abgeleitet werden, die möglicherweise auch für einen Unterricht in der Sekundarstufe oder aber für andere Fächer von Bedeutung sind.

Initiierung von Vorstellungsentwicklungen

- Vorstellungsentwicklungen werden in choice²explore durch die Initiierung von kognitiven Konflikten ermöglicht.
- Die Wahrnehmung von kognitiven Konflikten kann (und sollte) durch den Einsatz von Scaffoldingmaßnahmen und Kollaboration gestützt werden.
- Scaffoldingmaßnahmen, die sich als erfolgreich herausgestellt haben, sind Fokusfragen, ein Forscherprotokoll und zusammenfassende Plenumsphasen.
- Zum Teil können sprachlich unterstützende Gesten den Ausdruck von Vorstellungen und Erklärungen kognitiver Konflikte und somit auch die Vorstellungsentwicklungen unterstützen.

Initiierung von Modellkompetenz

- Das eingeführte einfache Teilchenmodell, dargestellt durch Legosteine, ermöglicht einen handlungsorientierten Zugang zur submikroskopischen Ebene.
- SchülerInnen können bereits im inklusiven Sachunterricht mit Hilfe eines Anschauugnsmodells die submikrokopische Ebene verstehen, darstellen und zum Teil Kritik an einer Modelldarstellung üben.
- Mit Hilfe eines Anschauungsmodells können Schülervorstellungen sowie eine indirekte Modellkompetenz erfasst werden.

Initiierung von gemeinsamen Lernsituationen

- Kollaborierendes Experimentieren ermöglicht gemeinsames fachliches Lernen.
- Scaffoldingmaßnahmen, die gemeinsame Kooperation erfordern, führen zu gemeinsamem Lernen.
- Die starke Strukturierung der Lernmaterialien ermöglicht kollaborierendes Lesen.
- Die Verwendung von Symbolik sowie der ritualisierte Aufbau der Lernmaterialien ermöglicht es leistungsschwächeren SchülerInnen sich helfend in die gemeinsamen Lernsituationen einzubringen.
- Unterstützende Gesten ermöglichen einen gemeinsamen Austausch.

Zusammenhang von Vorstellungsentwicklungen und gemeinsamen Lernen

- Gemeinsames Lernen (Kollaboration und Ko-Konstruktion) unterstützt die Vorstellungsentwicklungen der SchülerInnen.
- Durch die Orientierung an Schülervorstellungen können gemeinsame Lernsituationen entstehen.
- Das Experimentieren kann als Bindeglied der beiden Aspekte beschrieben werden: es initiiert gemeinsames Lernen und unterstützt (dadurch) die Vorstellungsentwicklungen.

Außerdem haben sich gewinnbringende Gestaltungsmerkmale für Lernmaterialien und den Unterricht herauskristiallisiert:

Gestaltung von Lernmaterialien, die Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen stützen

- Anknüpfen an den individuellen Vorstellungen/Interessen/Bedürfnissen der SchülerInnen (formatives Assessment)
- Lernmaterialien
    - Leichte Sprache
    - Symbolik
    - klare Strukturierung
    - Scaffoldingmaßnahmen (u. a. Fokusfragen)
    - verschiedene Aneignungsebenen
    - ritualisierter Aufbau
- handlungsorientierte Experimentiersituationen
    - Strukturierung der Handlungsschritte
    - kognitive Konflikte zur Veränderung von Vorstellungen
    - Ermöglichung von gemeinsamen Entscheidungsprozessen (Forscherprotokoll)
- Plenumsphasen
    - Symbolik zur Entlastung der kognitiven Verarbeitung
    - Wortspeicherkarten zur Sprachförderung
- Teilchenmodell
    - Festigung der fachlich anschlussfähigen Vorstellung
    - Sichtbarmachen von Vorstellungen
    - Diagnose von impliziter Modellkompetenz
    - Unterstützung des sprachlichen Ausdrucks

Die Form der Materialgestaltung und des Experimentierens wird nicht von außen differenziert, bietet inklusives Potential (s. Kap. 7.1) und kann daher als natürliche Form der Differenzierung beschrieben werden. Dies bringt wiederum die Schlussfolgerung mit sich:

Insbesondere natürliche Differenzierung ermöglichen gemeinsames Lernen.

Demzufolge sollte für die Gestaltung von inklusivem (naturwissenschaftlichem) Unterricht das Ziel sein, Lernumgebungen zu schaffen, die präventiv arbeiten und allen die Chance ermöglichen ihre Fähigkeiten einzubringen und (weiter-)zuentwicklen.:

Kollaborierendes Experimentieren zeigt ein fachliches inklusives Potential.

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht ist es von besonderer Bedeutung, dass für ihn typische Elemente, wie das Experimentieren und der Einsatz von Modellen sich als Potenziale für den inklusiven Kontext und das gemeinsame fachliche Lernen herauskristallisiert haben. Es hat sich herausgestellt, dass ein anspruchsvoller Unterricht, der über die Betrachtung der Phänomenebene hinausgeht, für alle SchülerInnen von Vorteil sein kann um sie in ihren Lernprozessen zu fordern und zu fördern. Mit entsprechender Anpassung der Unterrichtsgestaltung, der Lernmaterialien und der Plenumsphasen können so auch für weitere Inhalte und Klassenstufen gemeinsame fachliche Lernchancen entstehen. Die Unterrichtskonzeption choice^{2}explore mit ihren Merkmalen und Lernmaterialien bietet für die Gestaltung von inklusivem naturwissenschaftlichem Unterricht sowohl auf theoretischer Ebene Gestaltungsaspekte, als auch konkrete Umsetzungsbeispiele. Die Ergebnisse bieten die oben beschriebene weiterführende Theoriebildung, die es in Folgestudien zu überprüfen gilt.

8. Reflexion und Ausblick/Diskussion

Also, jetzt diskutieren wir – jeder sagt einen Vorschlag! (Schülerin im Projekt)

Im Rückblick auf die gesamte Arbeit sollen die in Kapitel 4.2.3 beschriebenen Gütekriterien im Folgenden diskutiert und reflektiert werden (Kap. 7.1). Angeschlossen werden Reflexionen, die hinsichtlich Forschung im inklusiven Kontext von Bedeutung sind. Aus Reflexionen und Ergebnissen der Studie werden daraufhin Forschungsdesiderate abgeleitet. Abschließend wird ein Resümee gezogen, inwiefern die vorliegende Arbeit Beiträge zur fachdidaktischen Forschung als auch für die schulische Praxis liefert.

8.1 Überprüfung der Gütekriterien

Zunächst soll ein Blick auf der Entsprechung von *interner Studiengüte* gerichtet werden. Das Vorgehen in Bezug auf den designbasierten Ansatz des Projektes kann als iterativ, prozesshaft, aber dennoch regelgeleitet beschrieben werden. Die Entwicklung und Überarbeitung des didaktischen Designs der Unterrichtskonzeption choice^{2}explore mit Lernmaterialien erfolgte stets theorieorientiert. Das Vorgehen wurde ausführlich beschrieben, problematische Stellen sowie Optimierungspotenziale wurden dargestellt und deren Umsetzung dokumentiert. Angemerkt sei jedoch, dass die vorliegende Arbeit nicht sämtliche Schritte dieses Überarbeitungsprozesses abbilden konnte. Wie beschrieben, wurden Überarbeitungen anhand von markanten Beispielen verdeutlicht. Sämtliche Überarbeitungen und Entscheidungen wurden jedoch in einem Überarbeitungsprotokoll festgehalten und die aktuelle Form der Lernmaterialien steht im Anhang gesammelt zur Verfügung. Die Entscheidungen und Überarbeitungen wurden im Team des Arbeitskreises, aber auch in Treffen mit studentischen Hilfskräften präsentiert, diskutiert und optimiert. Dieses Vorgehen entspricht in gewissem Maße einer Expertenvalidierung. Außerdem flossen Rückmeldungen der Lehrpersonen ein. Die Lehrpersonen konnten jedoch aus zeitlichen Gründen nicht noch stärker in den Prozess der Materialentwicklung eingebunden werden. Eine langfristige Kooperation wäre erstrebenswert gewesen. Jedoch wäre eine weitere praktische Erprobung in der jeweiligen Klasse anhand des gleichen Inhalts nicht sinnvoll gewesen, sodass die Lehrpersonen selbst direkt nicht von den überarbeiteten Versionen der Lernmaterialien profitieren konnten, da Grundschullehrkräfte selten mehreren Klassen zugeordnet sind oder – falls dies doch der Fall war – der Unterricht in beiden dieser Klassen erprobt wurde. Die endgültige Version der Lernmaterialien wurde den Lehrpersonen jedoch für einen zukünftigen Einsatz in weiteren Klassen digital zur Verfügung gestellt. Auch die

Entwicklung der Fragestellungen und Analysen erfolgten prozesshaft, wurden veranschaulicht und begründet. Ein ständiger Rückbezug zur Theorie wurde angestrebt und durch Verweise kenntlich gemacht. Um die „Wirkung" der Unterrichtskonzpetion und ihrer Elemente genauer betrachten zu können, wurde eine Vielzahl an Daten generiert, die durch unterschiedliche Instrumente aufgenommen und auf verschiedene Weise aufbereitet und analysiert wurden. Nicht alle aufgenommenen Daten konnten in die Analysen einbezogen werden, so sind bspw. die Plenumsphasen nicht Teil der Analysen geworden, können jedoch für weiterführende Projekte genutzt werden. Im jeweiligen Abschnitt wurde der zu den Daten gehörige Kontext und der Ablauf der Datenaufnahme beschrieben. Außerdem wurden sämtliche eingesetzte Instrumente und deren Entwicklung, wie die Interviewleitfäden, Lernmaterialien, der Follow-up Test sowie die Kategorienleitfäden, im jeweiligen Abschnitt dargestellt und deren Einsatz begründet. Auch die Fixierung und Aufbereitung der Daten in Form von Transkripten, Videografien, Auswertungsbögen und mit Hilfe der Visualisierungstools aus MAXQDA wurde ausführlich erörtert. Ein beispielhaftes Tranksript aus Mesozyklus drei, die eingesetzen Instrumente und Kategorienleitfäden finden sich zur Sicherung weiterer Nachvollziehbarkeit im Anhang (s. Anhang C, S.438ff.). Die Erstellung der Transkripte und Übertragung in Auswertungsbögen wurde von studentischen Hilfskräften übernommen, die zuvor hinsichtlich der Transkriptionsregeln und der Software ausgebildet wurden und einen Einblick in das Forschungsfeld und dessen thematische Einbettung erhielten. Das Vorgehen der qualitativen Inhaltsanalyse ist regelgeleitet und wurde anhand des Ablaufmodells nach Kuckartz (2016) beschrieben und durchgeführt. Die Kategoriensysteme zur Vorstellungsentwicklung und der Modellnutzung wurden zum einen auf bestehenden Forschungsergebnissen aufgebaut und zum anderen induktiv am Material entwickelt. Die Entwicklung und Codierung der unterschiedlichen Kategoriensysteme erfolgte im Team, wurde detalliert dargestellt und das jeweilige Vorgehen begründet. Anhand von konsensuellem Codieren und auf der Basis von Literatur wurden Leitfäden und Kategoriendefinitionen mit Ankerbeispielen entwickelt und bei ihrer Anwendung hinsichtlich der Intercoder-Übereinstimmungen prozentual, aber auch mit Hilfe der Kappa Berechnung nach Brennan & Prediger (1981) überprüft. All diese Werte lagen in sehr zufriedenstellenden Bereichen. Die Entwicklung und Anwendung der Kategorien zur Beschreibung des gemeinsamen Lernens basieren ebenfalls auf Forschungsliteratur und wurden durch ein Codierteam ausgeführt und ausführlich dargestellt. Auch wenn die prozentualen Übereinstimmungen nicht vergleichbar hohe Werte erzielten, wie bei sämtlichen anderen Kategoriensystemen, wurden die Werte als zufriedenstellend eingestuft. Die Komplexität dieser Kategorien führt dazu, dass das Codieren dieser am Material interpretativ bleibt. Ein ständiger Austausch der Codierenden und eine weiterführende augenscheinliche Übereinstimmungsüberprüfung mit angefügter argumentativer Validierung erhöht die intersubjektive Nachvollziehbarkeit an dieser Stelle. Durch das Festhalten der Entscheidungen und Diskussionen in einem Protokoll wurde eine höhere Transparenz des

Vorgehens geschaffen. Dadurch, dass unterschiedliche Personen, auch auf Grund von Abschlussarbeiten, an verschiedenen Punkten des Projektes eingebunden waren, sind verschiedene Perspektiven in die Analysen eingeflossen. Dies führt auch dazu, dass nicht alle Beteiligten einen Gesamtüberblick über das Projekt, die Unterrichtskonzeption und Analysen behalten konnten, was an Stellen zu Missverständnissen führte. Durch das konsensuelle Codieren konnten diese jedoch aufgedeckt und diskutiert werden, sodass die Kategoriensysteme ausgeschärft und optimiert werden konnten. Das Codieren wurde im Projekt demnach theorieorientiert und systematisch umgesetzt.
Dank des Einsatzes der Analysesoftware MAXQDA konnten diese Prozesse vereinfacht und ökonomisiert werden. Außerdem können auch im Nachhinein sämtliche Kategoriensysteme und kategorisierte Segmente (z. B. mit dem MAXQDA Viewer) abgerufen und eingesehen werden. Dies ermöglicht eine noch stärkere Nachvollziehbarkeit über Kategorienleitfäden und Ankerbeispiele hinweg.
In Bezug auf die *externe Studiengüte* stellen sich Fragen der Übertragbarkeit der Ergebnisse. Das iterative Vorgehen des DBRs ermöglicht es, im Prozess sowohl das didaktische Design als auch das methodische Vorgehen dem Kontext immer weiter anzupassen und auch Reflexionen und Rückmeldungen von außen einzubeziehen. Während der kompletten Projektlaufzeit bestand ein intensiver und reflexiver Austausch im internen Team des Instituts, aber auch mit Hilfskräften und Studierenden. Durch die Diskussion des didaktischen und methodischen Designs im Rahmen von Vorträgen und Postern auf verschiedenen Tagungen (GDCH Jahrestagung der Fachgruppe Chemieunterricht 2015, 2016, GFD Tagung 2015, GDSU Jahrestagung 2016, 2017; GDCP 2017, DGfE Sonderpädagogik 2016, 2016) sowohl aus dem Bereich der Fachdidaktik als auch Sonderpädagogik wurde eine Rückmeldung von kompetenten Personen außerhalb des Forschungsprojektes eingeholt. Außerdem sind aus dem Projekt diverse Veröffentlichungen enstanden, von denen zwei im Rahmen eines Reviewverfahrens begutachtet worden sind: Rott & Marohn, 2016a; Rott & Marohn, 2016b. Ein weiterer Austausch erfolgte im Rahmen des „Netzwerkes inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht“ (NinU), das im Laufe der Promotion von der Autorin selbst mitgegründet wurde. Die Netzwerktreffen und die Präsentation des eigenen Projektes ermöglichte einen Austausch und Rückmeldung über Fächergrenzen hinweg auch in Bezug auf methodische Fragen und Reflexionen hinsichtlich des inklusiven Kontextes.
Eine kommunikative Validierung mit den beforschten Subjekten, also den SchülerInnen an sich, konnte im Projekt in Bezug auf die Gestaltung der Lernmaterialien hinsichtlich des Einsatzes Leichter Sprache, der Verwendung von Symbolik und dem Verständnis der Schlussfolgerungen umgesetzt werden. Dies war im Besonderen hinsichtlich der Leichten Sprache ein entscheidender Punkt. Die weiteren Analysen und Auswertungen wurden mit den SchülerInnen jedoch nicht reflektiert. Im Besonderen bezüglich des gemeinsamen Lernens hätte sich dies als schwierig gestaltet, da sämtliche Videodateien gemeinsam geschaut und reflektiert werden müssten. Eine Erstellung komplexer Videotranskripte und

das Lesen dieser wäre ebenfalls nicht praktikabel oder zeitnah umsetzbar gewesen. Wünschenswert wären jedoch eine Reflexion der SchülerInnen hinsichtlich der Gruppenarbeit und eine Einschätzung der SchülerInnen hinsichtlich ihrer Einbindung in die Interaktionen gewesen. Dies wurde im Projekt vernächlässigt, da hierzu zunächst eine Entwicklung eines angemessenen Instruments entscheidend gewesen wäre und der Fokus des Projekts zunächst auf der Initiierung und Beschreibung der gemeinsamen Lernsituationen lag. Eine Reflexion der SchülerInnen wäre in anschließenden Projekten zu beachten. Jedoch wurden die beteiligten Lehrpersonen wie bereits beschrieben in den Prozess eingebunden und erhielten auch im Nachhinein eine Rückmeldung zu den Forschungsergebnissen, nicht nur in Bezug auf die Lernmaterialien, sondern auch hinsichtlich der Analysen. Außerdem wurden zwei LehrerInnenfortbildungen für Grundschullehrkräfte durchgeführt, in denen sowohl die Unterrichtskonzeption mit ihren Lernmaterialien an sich thematisiert wurde als auch inwiefern die explizierten Merkmale in den Unterrichtsalltag gewinnbringend und flexibel eingebracht werden können. Die Ergebnisse der Analysen wurden ebenfalls präsentiert. Für diese Fortbildungen wurde eine Handreichung entwickelt, die den Lehrpersonen die Durchführung der Unterrichtksonzeption erläutert sowie Hintergründe und Gestaltungsmerkmale erklärt. Eine weiterführende Implementation und Beforschung dieser könnte auch im Sinne des DBR Ansatzes zur weiteren Innovation in der Praxis führen.
Vor den Erprobungen in den einzelnen Klassen wurde, falls möglich, hospitiert, sodass sowohl ein Kennenlernen der SchülerInnen als auch Lehrpersonen stattfinden konnte. Falls keine komplette Hospitation stattfinden konnte, wurde den SchülerInnen beim Austeilen der Einverständniserklärungen ein Einblick in das Projekt und die Personen gegeben.
Eine Triangulation sämtlicher Daten konnte aus forschungsökonomischen Gründen nicht umgesetzt werden. Es wurde vielmehr im pragmatischen Sinne ein Mixed Methods-Design gewählt und die Methoden hinsichtlich der jeweiligen Fragestellung angepasst. Eine Triangulation wurde jedoch in Ansätzen im Rahmen der Fallbeschreibungen umgesetzt, bei denen die Ergebnisse der unterschiedlichen Analysen aufeinander bezogen und in der Zusammenschau interpretiert wurden.

Die Praxisrelevanz des Projektes wird durch den Problemaufriss im Rahmen der Einleitung und deren Ausführung im theoretischen Teil dieser Arbeit dargestellt. Choice^{2}explore kann als innovatives Konzept beschrieben werden, da es sowohl fachdidaktische als auch inklusionsorientierte Momente bei der Planung berücksichtigt und dabei versucht, dem „inclusive pedagogical approach“ zu entsprechen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Unterrichtskonzeption im beschriebenen Kontext sowohl Vorstellungsentwicklungen unterstützt als auch gemeinsames fachliches Lernen initiiert. Aus dem Projekt sind außerdem konkrete Lernmaterialien entstanden, die in der Praxis eingesetzt werden können. Der beschriebene theoretische Output ermöglicht es, auch zu anderen Inhalten „inklusive“ Lernmaterialien zu gestalten und gemeinsame Lernsituationen zu initiieren. Wie mehrfach beschrieben, fehlt es bislang an solch konkreten Umsetzungsmöglichkeiten. Die Ergebnisse

beinhalten also etwas Neues, was gleichzeitig für die Praxis nützlich ist. Das Projekt und sein Output sind somit sowohl für die inklusive Unterrichtspraxis als auch für die fachdidaktische Forschung relevant.
Nachhaltige Innovation konnte bislang in Ansätzen angestoßen werden, nämlich durch die Veröffentlichung des Lernmaterials in Zeitschriften, auf Tagungen und die Durchführung von LehrerInnenfortbildungen. Außerdem ist eine Handreichung zum Einsatz von choice²explore und seinen Elementen entstanden, deren Nutzen für Lehrpersonen im Rahmen des Projektes jedoch nicht überprüft werden konnte. Weitere Überprüfungen dieser Handreichung, auch im Sinne der Umsetzbarkeit der Unterrichtskonzeption – oder Elemente dieser – im Unterrichtsalltag bleiben anzufügen.

8.2 Methodologische Reflexion im inklusiven Kontext

Wie bereits in Kap. 4.1.4 beschrieben stellen sich Forschungsprojekte im inklusiven Kontext besonderen Herausforderungen, die im Folgenden reflektiert werden. Das zugrundeliegende Inklusionsverständnis wurde bereits im theoretischen Teil der Arbeit abgeleitet und daraus resultierende Zielsetzungen hinsichtlich eines inklusiven Fachunterrichts anhand der Definition des „Netzwerks inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht“ dargestellt. Dieses weite Inklusionsverständnis wurde im Laufe des Projektes entwickelt und hatte auch einen Einfluss auf den Prozess und den Fokus des Projektes (vgl. Kap. 4.3.3). In Bezug auf die Stichprobenauswahl wurde es im pragmatischen Sinne angewendet. Die Auswahl dieser erfolgt relativ zufällig: Es wurden Schulen, die sich im nicht inklusiven Schulsystem auf den Weg zur inklusiven Schule machen (vgl. Kap. 3.1.3), angeschrieben und dadurch Kontakt zu Lehrpersonen aufgenommen. Die Klassen, die an den Erprobungen teilgenommen haben, wurden von den Lehrpersonen als sehr heterogen zusammengesetzt beschrieben und sie unterschieden sich in ihrer Zusammensetzung auch untereinander stark voneinander. Dies war schon durch den unterschiedlichen Standort und das jeweilige Einzugsgebiet der Schulen bedingt. Durch die iterative Entwicklung und Anpassung der Lernmaterialien wurde sich immer weiter den inklusiven Ansprüchen genähert. Dabei wurden zwar zur Gestaltung der Lernmaterialien Erkenntnisse in Bezug auf bestimmte Diversitätsmerkmale berücksichtigt, was jedoch nicht zu einer Differenzierung des Materials führte. Die Lernmaterialien wurden vielmehr so gestaltet, dass sie möglichst viele SchülerInnen erreichen und bieten innerhalb der Aufgabenstellungen verschiedene Zugangs- und Ausdrucksformen. Im Unterricht wurde demnach lediglich bei der Zusammenstellung heterogener Lerngruppen entlang der Diversitätsmerkmale gearbeitet. Eine ausführliche Darstellung der Umsetzungen in der Unterrichtskonzeption mit ihren theoretischen Bezügen findet sich in Kapitel 5.3.4 wieder.
Die Beschreibung der gemeinsamen Lernsituationen wurde theoriebasiert und somit normativ abgeleitet (Wocken, 1998; Florian & Spratt, 2013). Ihre fachspezifische Ausprägung

wurde anhand von lernimpulsbezogenen Handlungen und Kooperationstypen mit theoretischem Rückbezug (Naujok, 2000) am Videomaterial ausdifferenziert und im Rahmen der Theoriebildung verdichtet.
Die Kollaboration mit den beforschten Subjekten hätte, wie bereits oben erläutert, verstärkt werden können. Sie konnte in Bezug auf die SchülerInnen zumindest hinsichtlich der Gestaltung und des Verständnisses durch die Verwendung von Leichter Sprache und Symbolik im Rahmen der Lernmaterialien umgesetzt werden. Es lässt sich hier jedoch auch anmerken, dass der Output des Projektes in Bezug auf die beforschten Subjekte im Besonderen die Lehrpersonen betrifft, da die Planung und Gestaltung inklusiven Unterrichts in ihren Händen liegt. Wie beschrieben, wurden diese zum Teil in das Projekt eingebunden.
Ein weiterer zu reflektierender Punkt ist, ob die methodischen Zugänge Vielfalt wertschätzen (Walmsley & Johnson, 2003). Hierbei kommen mehrere Aspekte zum Tragen: die eingesetzten Instrumente sowie die gewählten Auswertungsmethoden. Die Interviews, die mit den SchülerInnen sowohl zur Erhebung von Vorstellungen als auch zur Beschreibung von Vorstellungsentwicklungen und der Modellnutzung durchgeführt wurden, wurden durch Materialien unterstützt. Es wurde mit symbolisierten Antwortmöglichkeiten, Versuchsmaterialien und dem Legosteinmodell gearbeitet. Im Rahmen des Projektes wurde nicht im Speziellen untersucht, inwieweit diese Materialien die Interviewsituation unterstützten. Dennoch konnte im Bereich der Modellnutzung das Legosteinmodell an sich als Möglichkeit beschrieben werden, implizite Modellkompetenz zu erfassen. Außerdem zeigte sich, dass es anhand dessen SchülerInnen mit sprachlichen Schwierigkeiten möglich war, ihre Vorstellungen auszudrücken. Bei den Interviews zeigte sich auch, dass bei diesen ein sehr sensibler Umgang mit den SchülerInnen bedeutsam ist und ggf. sogar schriftliche Befragungen von Vorteil waren.
Aus forschungsökonomischen Gründen mussten auf Dauer schriftliche Follow-up Tests eingesetzt werden, die in Leichter Sprache und mit klarer Strukturierung und Symbolik gestaltet waren. SchülerInnen mit Schwierigkeiten beim Ausfüllen wurden unterstützt. Diese pragmatische Lösung führte zu annehmbaren Daten, lässt sich jedoch weiter im Sinne eines inklusiven Anspruchs optimieren, auch hinsichtlich eines Universal Designs for Assessment.

Bei der Auswertung der Daten wurden verschiedene Diversitätsmerkmale in die Betrachtung einbezogen. Diese Gruppenbildung widerspricht zwar auf der einen Seite dem Verständnis eines weiten Inklusionsbegriffes im Sinne einer individuellen Förderung und Betrachtung jedes einzelnen. Es ermöglicht aber auch auf der anderen Seite durch eine Perspektive auf die erreichten Leistungen bestimmter SchülerInnen, PraktikerInnen aufzuzeigen, zu welchen Leistungen bestimmte Schülergruppen fähig sind. Gerade in Bezug auf das Diversitätsmerkmal des sonderpädagogischen Unterstützugnsbedarfs sind die Ergebnisse nicht nur aufgrund der bislang fehlenden fachdidaktischen Forschung in diesem Bereich bedeutsam.

Die beschriebene Perspektive auf die erreichten Leistungen der SchülerInnen im förderdiagnostischen Sinne entspricht wiederum dem inklusiven Anspruch. Außerdem wurde durch die angeführten Fallbeschreibungen versucht, der Diversität der SchülerInnen und ihrer Lernprozesse noch weiter gerecht zu werden. Auch bei diesen lag der Fokus darauf, Ansätze zur weiteren Unterstützung und Förderung zu identifizieren und Leistungen der SchülerInnen wertzuschätzen. Die für die Fallbeschreibungen ausgewählten Gruppen wurden anhand von Kriterien ausgewählt, die zur Kontrastierung dieser Fälle und der Gruppen beitragen sollten. Die Kriterien wurden aus den zuvor getätigten Analysen und auffälligen Ergebnissen herausgefiltert. Dennoch können die beschriebene Stichprobe und auch die ausgewählten Fallbeschreibungen nicht die Komplexität und Diversität von inklusiven Klassen im Allgemeinen abbilden. Gerade, da die Schulen sich derzeit stark verändern und im Prozesssinne weiter inklusiv werden, bleiben die Ergebnisse und Kategoriensysteme an weiteren Stichproben und in weiterführenden Studien zu überprüfen. Dies gilt auch für die Gestaltung der Unterrichtskonzeption und ihrer Lernmaterialien. Auch wenn diese durch das iterative Vorgehen des designbasierten Ansatzes immer mehr den Anforderungen der heterogenen Lerngruppen angepasst wurde, ist die Entwicklung dieser nicht abgeschlossen. Veränderungen der Klassenzusammensetzungen bringen wiederum Anpassungen der Unterrichtskonzeption mit sich. Beispielsweise würde die besondere Berücksichtigung von SchülerInnen mit Hörbeeinträchtigungen den Einsatz von Gebärden oder Gebärden-unterstützter Kommunikation oder etwa bei SchülerInnen mit starken Sehbeeinträchtigung die Unterstützung durch den Einsatz spezieller Technik verlangen. Im pragmatischen Sinn wurden im Projekt Anpassungen am Material vorgenommen, die von den teilnehmenden SchülerInnen erfordert wurden. Der DBR bietet hier jedoch die Möglichkeit, das Design in Folgeprojekten durch weitere Erprobung, Erhöhung der Diversität und dementsprechenden Optimierungen dem inklusiven Kontext anzupassen. Somit kann und konnte sich das didaktische Design im Rahmen von DBR auf den Weg zu einem inklusiven Design machen.

8.3 Forschungsdesiderate

Die Grenzen der Aussagefähigkeit der Ergebnisse wurden bereits im Rahmen der jeweiligen Fazits der Analysen und im Gesamtrückblick beschrieben. Aus diesen Grenzen und aus den beschriebenen Ergebnissen lassen sich Forschungsdesiderate für weiterführende Forschung ableiten. Diese beziehen sich zum einen auf die Unterrichtskonzeption choice^{2}explore an sich, auf inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht sowie Forschung im inklusiven Unterricht im Allgemeinen.

Choice²explore

Da der Fokus der Analysen unter anderem auf der Initiierung der gemeinsamen Lernsituationen lag, wurden die videografierten Plenumsphasen nicht verstärkt in die Analysen einbezogen. Eine detailliertere Analyse und Reflexion der Plenumsphasen könnte zur Verbesserung der Unterrichtskonzeption beitragen, denn innerhalb dieser wurden Strategien, wie die Unterstützung der Schlussfolgerung durch Symbolik, eingesetzt, ohne, dass diese evaluiert wurden. Aus den Fallanalysen lässt sich interpretieren, dass die Wiederholung und die Zusammenfassung der Schlussfolgerung in der Plenumsphase einzelne SchülerInnen darin unterstützen, nicht anschlussfähige Vorstellungen im Anschluss an den Unterricht auszuschließen. Welche Elemente dies explizit unterstützen und in welchem Maße Symbole oder ggf. auch Gebärden-unterstützte Kommunikation die stark verbalsprachlich orientierten und demnach kognitiv anspruchsvollen Plenumsphasen entlasten können, bleibt zu überprüfen. Dies könnte auch über die Unterrichtskonzeption hinaus und für andere Fächer im inklusiven Kontext eine bedeutsame Fragestellung sein.

- Inwelcher Weise können Plenumsphasen durch weitere Unterstützungsmaßnahmen zur Verhinderung von kognitiver Überlastung verändert werden?

Weiterhin zeigen die Analysen, dass die eingesetzten Scaffoldingmaßnahmen die Vorstellungsentwicklungen aber auch das gemeinsame Lernen unterstützen. Der Einsatz solcher Unterstützungsmaßnahmen ist für jeglichen naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutsam; gewinnt bei zunehmender Heterogenität jedoch einen noch höheren Stellenwert. Lehrpersonen können als einzelne Personen es nicht leisten, jede Unterrichtsstunde so zu differenzieren, dass alle SchülerInnen individuell angesprochen werden. Dies zeigt u. a. die lange Entwickungsarbeit für die Erstellung der Lernmaterialien in diesem Projekt. Außerdem zeigte sich, dass eine äußere Differenzierung durch verschiedenartige Materialien dem gemeinsamen Lernen entgegensteht.

- Inwiefern können auf der Grundlage der erarbeiteten Kriterien Lernmaterialien auch außerhalb von choice²explore entwickelt werden, die gemeinsames und fachliches Lernen gleichermaßen fördern?

Da die Lehrpersonen eine Differenzierung aller Lernmaterialien nicht leisten können, wird eher ein formatives und vor allem flexibles Assessment von den Lehrpersonen gefordert. Gerade dann, wenn im naturwissenschaftlichen Unterricht experimentiert und schülerorientiert gearbeitet wird oder offenere Unterrichtssituationen gestaltet werden, wird dies bedeutsam. Eine didaktische Reduktion der Lerninhalte und eine optimale Passung dieser zu den Lernausgangslagen der SchülerInnen stellt hohe Anforderungen an die Lehrpersonen. Daher sollten didaktisch aufbereitete Materialien und Unterstützungsmaßnahmen entwickelt werden, die Lehrpersonen flexibel in ihrem Unterricht nutzen können.

- In welcher Weise sollten weitere Scaffoldingmaßnahmen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht aufbereitet und eingesetzt werden?
- Wie können Lehrpersonen auf einen flexiblen Einsatz dieser Unterstützungsmaßnahmen vorbereitet werden?

Die Ergebnisse hinsichtlich des Ausschließens fachlich nicht anerkannter Vorstellungen nach dem Unterricht deuten darauf hin, dass die SchülerInnen Ansätze zu Kompetenzen im Bereich des Schlussfolgerns und Argumentierens zeigen. Inwieweit diese durch einen vermehrten Einsatz der Unterrichtskonzeption oder durch eine stärkere Fokussierung dessen im Unterricht langfristig gefördert werden können, bleibt auch im Weiteren zu betrachten.

- Inwiefern kann die Unterrichtskonzeption choice²explore naturwissenschaftliche Arbeitsweisen hinsichtlich des Schlussfolgerns und Argumentierens fördern?
- Wie könnte dies im Rahmen der Unterrichtskonzeption weiter unterstützt werden?

Eine wiederholte Durchführung der Unterrichtskonzeption in einer Klasse könnte auch zu Veränderungen hinsichtlich des gemeinsamen Lernens führen. Innerhalb der Fallanalysen wurde deutlich, dass der ritualisierte Ablauf es SchülerInnen ermöglichte, sich helfend in die Gruppenarbeit einzubringen. Dies könnte durch eine Wiederholung verstärkt werden. Jedoch wäre es auch möglich, dass sich die Motivation und Bereitschaft, in heterogenen Kleingruppen zu arbeiten, sich bei Wiederholung verändern könnte. Wenn sich das Zeigen kooperativer und helfender Verhaltensweisen auf die soziale Akzeptanz von SchülerInnen in inklusiven Klassen auswirkt, so wie Garrote (2015) es beschreibt, könnte auch das kollaborative Experimentieren eine Möglichkeit darstellen, diese zu fördern. Lehrpersonen im Projekt deuten an, dass sie sich positive Auswirkungen auf die Klassengemeinschaft bereits nach einer einmaligen Durchführung von choice²epxlore erhoffen.

- Inwiefern wirkt sich eine vermehrte Durchführung von choice²explore auf das gemeinsame Lernen und die soziale Akzeptanz von SchülerInnen aus?

Im Rahmen des Projektes sind Lernmaterialien für zwei Phänomene entwickelt worden. Eine Erweiterung der Inhalte wäre wünschenswert. Zur Entwicklung dieser können die beschriebenen Elemente zur Entwicklung der Lernmaterialien genutzt werden. Es müssten jedoch zunächst umfassendere Erhebungen von Schülervorstellungen im inklusiven Kontext erfolgen.

- Welche Vorstellungen zeigen sich in inklusiven Klassen in Bezug auf weitere Phänomene?
- Innerhalb welcher Kontexte und Lernimpulse können diese weiteren Phänomene im Rahmen von choice²explore aufbereitet werden?

Eine verstärkte Implementation der Unterichtskonzeption in die Schulpraxis stellt ein weiteres Desiderat dar. Eine Möglichkeit, um diese zu verstärken, wäre, die Entwicklung von Lernmaterialien mit Hilfe kooperierender Lehrkräfte umzusetzen, um die Anbindung an und Rückmeldung durch die Praxis zu verstärken. Fortbildungen und die erstellte Handreichung bleiben auf ihre Effektivität und ihren Nutzen hinsichtlich der Implementation zu überprüfen. Weiterhin bleibt zu hinterfragen, ob die Unterrichtskonzeption auch hinsichtlich des Vorbereitungsaufwandes u. ä. für Lehrkräfte umsetzbar ist und an welchen Stellen weiteres Optimierungspotenzial ersichtlich wird.

- Wie kann die Unterrichtskonzeption choice²explore in den Schulalltag verstärkt implementiert werden?

Ein weiterer Punkt wäre, die SchülerInnen noch stärker in einen reflexiven Prozess einzubeziehen. Dies ist, wie bereits beschrieben, gerade in Bezug auf einen inklusiven Anspruch und der eigenen Einschätzung der Partizipation bedeutsam.

- Inwieweit fühlen sich die SchülerInnen im Rahmen von choice²explore selbst als partizipierende Subjekte im und am Unterricht?

Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht

Das Projekt fokussierte sich auf den Kontext des inklusiven Sachunterrichts. Die Theoriebildung deutet jedoch an, dass gewisse Elemente auch auf die Gestaltung von naturwissenschaftlichem Unterricht verallgemeinert werden können. Deren Anwendung und mögliche Anpassungen sollten in weiterführenden Studien überprüft werden.

- In welcher Weise können Elemente aus choice²explore in den Anfangsunterricht und weiterführenden naturwissenschaftlichen Unterricht übertragen werden?
- In welcher Weise müsste der Unterricht an diese Bedingungen angepasst werden?

Der weiterführende naturwissenschaftliche Unterricht stellt sich im Vergleich zum Sachunterricht der Herausforderung, zu immer komplexer werdenden Inhalten inklusive Zugänge zu schaffen und dabei gemeinsames Lernen zu initiieren. Es bleibt daher zu prüfen, welche Inhalte oder Basiskonzepte sich anbieten und in welcher Weise Zugänge auf unterschiedlichen Aneignungsebenen ermöglicht werden können. Weitere Forschungsvorhaben sollten dabei immer die bestmögliche Förderung aller SchülerInnen im Blick behalten und dabei auch, dass ggf. gewisse Inhalte kein inklusives Potenzial bieten (können).

- Welche Inhalte oder Basiskonzepte bieten sich für ein Lernen am gemeinsamen Gegenstand an?
- An welchen Stellen werden Grenzen eines inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts sichtbar?

Forschung im inklusiven Unterricht

Ein weiterer Aspekt, der in zukünftigen Forschungsvorhaben berücksichtigt werden sollte, ist die Einschätzung der SchülerInnen hinsichtlich ihrer Einbindung und Partizipation im und am Unterricht. Hier besteht die Herausforderungen, Erhebungsmethoden zu entwickeln, die dem inklusiven Anspruch gerecht werden und es allen SchülerInnen ermöglichen, beteiligt zu sein. Einen Ansatzpunkt liefert der Einsatz des Teilchenmodells im Interview dahingehend, dass handlungsorientierter Materialeinsatz eine Möglichkeit bietet, Zugangsweisen für Erhebungsmethoden zu entwickeln.

- Wie können fachdidaktische Forschungsmethoden (weiter) an den inklusiven Kontext angepasst werden?
- Wie können (handlungsorientierte) Materialien die Erhebung von Daten unterstützen? Wie sollten diese gestaltet sein?

- Besteht die Möglichkeit, selbstdifferenzierte Erhebungsmethoden zu entwickeln?
- Wie können die SchülerInnen noch stärker in den Forschungsprozess eingebunden werden?

E. Verzeichnisse

9. Literaturverzeichnis

Abels, S. (2015a). Der Entwicklungsbedarf der Fachdidaktiken für einen inklusiven Unterricht in der Sekundarstufe. In G. Biewer & E. T. Böhm (Hrsg.), *Inklusive Pädagogik in der Sekundarstufe* (S. 135–148). Stuttgart: Kohlhammer.

Abels, S. (2015b). Scaffolding inquiry-based science and chemistry education in inclusive classrooms. In N. L. Yates (Hrsg.), *New Developments in Science Education Research* (S. 77–95). New York: Nova Science Publisher.

Adesokan, A. (2015). *Zur Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung bei Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigung – eine qualitative Studie als Beitrag zur Entwicklung eines inklusiven Chemieunterrichts*. http://kups.ub.uni-koeln.de/6291/ (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Ahrbeck, B., Bleidick, U. & Schuck, K. D. (1997). Pädagogischpsychologische Modelle der inneren und äußeren Differenzierung für lernbehinderte Schüler. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Band 3: Psychologie des Unterrichts in der Schule* (S. 739–769). Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe Verlag.

Ainscow, M., Booth, T. & Dyson, A. (2006). *Improving Schools, Developing Inclusion?* London, New York: Routledge.

Akkus, R., Gunel, M. & Hand, B. (2007). Comparing an inquiry based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: Are there differences? *International Journal of Science Education*, *29*, 1745–1765.

Altrichter, H. & Posch, P. (1998). *Lehrer erforschen ihren Unterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Anderson, T. & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41, 16 – 25.

Andresen, S., Hurrelmann, K. & Fegter, S. (2010). Wie geht es unseren Kindern? Wohlbefinden und Lebensbedingungen der Kinder in Deutschland. In World of Vision e.V. (Hrsg.), *Kinder in Deutschland 2010: 2. World Vision Kinderstudie* (S. 35–60). Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuchverlag.

Artiles, A. J. & Dyson, A. (2009). Inclusive education in the globalization age: The promise of comparative cultural-historical analysis. In D. Mitchell (Hrsg.), *Contextualising inclusive education: Evaluating old and new international perspectives* (S. 37-62). London: Routledge.

Artiles, A. J., Kozleski, E. B. & Waitoller, F. R. (2011). *Inclusive education. Examining equity on five continents.* Cambridge: Harvard Education Press.

Ashman, A. F. & Terwel, J. (2008). School and inclusive practices. In R. M. Gillies (Hrsg.), *The teacher's role in implementing cooperative learning in the classroom* (S. 163–183). New York: Springer.

Aufschnaiter, von, C. & Rogge, C. (2010). Misconceptions or Missing Conceptions? *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *6*(1), 3–18.

Avci-Werning, M. (2004). *Prävention ethnischer Konflikte in der Schule: Ein Unterrichtsprogramm zur Verbesserung interkultureller Beziehungen.* Münster: Waxmann.

Bannach, M. (2008). Fördern im Sachunterricht. *Lernvoraussetzungen und Lernen im Sachunterricht. Basiswissen Sachunterricht, 4*, 173–180.

Bannwarth, H., Kremer, B. P. & Schulz, A. (2007). *Basiswissen Physik, Chemie und Biochemie*. Berlin, Heidelberg: Springer.

Baumgarnter, P. & Payr, S. (1999). *Lernen mit Software. Lernen mit interaktivene Medien 1*. Innsbruck, Wien, München: Studienverlag GmbH.

Bar, V. & Galili, I. (1994). Stages of children's views about evaporation. *International journal of science education*, *16*(2), 157–174.

Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Berlin: Springer-Verlag.

Barke, H.-D., Harsch, G., Marohn, A. & Krees, S. (2015). *Chemiedidaktik kompakt* (2. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.

Barman, C. R. & Stockton, J. D. (2002). An evaluation of the SOAR-High Project: A Web-based science program for deaf students. *American Annals of the Deaf*, *147*(3), 5–10.

Bäumer von, M., Dunke, N., Müller, E., Claussen, B., Meyer, K. & Carle, U. (2009). Atome schon im Sachunterricht? Ein Plädoyer für die frühe Einführung der Arbeit mit Teilchenvorstellungen. *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie*, *20*(114), 33–37.

Beinbrech, C. (2013). Argumentieren im Gespräch lehren und lernen. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft* (S. 227–242). Bern: Haupt.

Berger, P. L. & Luckmann, T. (1972). *Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit.* (3. Aufl.). Frankfurt am Main: Fischer.

Berk, L. E. (2005). *Entwicklungspsychologie* (3. Aufl.). München u. a.: Addison-Wiley.

Biewer, G., Böhm, E. T. & Schütz, S. (2015). Inklusive Pädagogik als Herausforderung und Chance für die Sekundarstufe. In G. Biewer, E. T. Böhm & S. Schütz (Hrsg.), *Inklusive Pädagogik in der Sekundarstufe*. Stuttgart: Kohlhammer.

Biewer, G. & Fasching, H. (2014). Von der Förderschule zum inklusiven Bildungssystem - die Perspektive der Schulentwicklung. In U. Heimlich & J. Kahlert (Hrsg.), *Inklusion in Schule und Unterricht* (2. Aufl., S. 117–152). Stuttgart: Kohlhammer.

Binnewies, M., Jäckel, M., Willner, H. & Rayner-Canham, G. (2011). *Allgemeine und Anorganische Chemie* (2. Aufl.). Heidelberg: Spektrum.

BITV 2.0(2011). *Verordnung zur Schaffung barrierferei Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz*. http://www.gesetze-im-internet.de/bitv_2_0/BJNR184300011.html (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability?: A Quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, *94*(4), 577–616.

Bless, G. (1995). *Zur Wirksamkeit der Integration. Forschungsüberblick, praktische Umsetzung einer integrativen Schulform, Untersuchungen zum Lernfortschritt*. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt.

Bless, G. & Klaghofer, R. (1991). Begabte Schüler in Integrationsklassen: Untersuchungen zur Entwicklung von Schulleistungen, sozialen und emotionalen Faktoren. *Zeitschrift für Pädagogik*, *2*, 215–223.

Bliss, J. (1996). Piaget und Vygotsky: Ihre Bedeutung für das Lehren und Lernen der Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*.

Blumberg, E. & Fromme, T. (2017). Potentielle Gelingensbedingungen für inklusives Lernen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Grundschule - auf dem Weg zu empirischen Evidenzen. In F. Hellmich & E. Blumberg (Hrsg.), *Inklusiver Unterricht in der Grundschule* (S. 294-312). Stuttgart: Kohlhammer.

Boban, I. & Hinz, A. (2003). Der Index für Inklusion. *Sozial Extra*, *33*(9–10), 12–16.

Bolte, C. & Behrens, J. (2004). Zur Situation des Physik-/Chemieunterrichts im Förder-

schwerpunkt Lernen. In A. Pitton (Hrsg.*). Chemie- und physikdidaktische Forschung und naturwissenschaftliche Bildung: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Berlin 2003* (S. 317-319). Münster: LIT-Verlag.

Booth, T. (1995). Mapping inclusion and exclusion: Concepts for all? In C. Clark, A. Dyson & A. Millward (Hrsg.), *Towards inclusive schools?* (S. 96–108). London: David Fulton.

Borsch, F. (2010). *Kooperatives Lehren und Lernen im schulischen Unterricht*. Stuttgart: Kohlhammer.

Bransford, J. D., Franks, J. J., Vye, N. J. & Sherwood, R. D. (1989). New approaches to instruction: Because wisdom can't be told. In S. Vosniadou & A. Ortony (Hrsg.), *Similarity and analogical reasoning* (S. 470–497).

Bredel, U. & Maaß, C. (2016). *Leichte Sprache. Theoretische Grundlagen, Orientierung für die Praxis*. Berlin: Duden.

Brennan, R. L. & Prediger, D. J. (1981). Coefficient kappa: Some uses, misuses, and alternatives. *Educational and psychological measurement*, *41*(3), 687–699.

Browder, D. M., Trela, K., Courtade, G. R., Jimenez, B. A., Knight, V. & Flowers, C. (2012). Teaching mathematics and science standards to students with moderate and severe developmental disabilities. *The Journal of Special Education*, *46*(1), 26–35.

Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *The Journal of the learning sciences, 2*(2), 141–178.

Bruner, J. S. (1970). *Der Prozeß der Erziehung*. Berlin: Berlin-Verlag.

Bruner, J. S. (1974). *Entwurf einer Unterrichtstheorie*. Berlin: Berlin-Verlag.

Brüning, L. & Saum, T. (2006). *Erfolgreich unterrichten durch Kooperatives Lernen. Strategien zur Schüleraktivierung*. Essen: NDS Verlagsgesellschaft.

Buchner, T. & Koenig, O. (2013). Zum Verhältnis von Inklusion und Wissenschaft. Gedanken zu Transfomrationspotenzialen der Geistigbehindertenpädagogik. In K.-E. Ackermann, O. Musenberg & J. Riegert (Hrsg.) *Geistigbehindertenpädagogik!? Disziplin - Profession - Inklusion* (S. 247–267). Oberhausen: Athena.

Büttner, G. (2014). Kooperatives Lernen und Peer Tutoring im inklusiven Unterricht. *Zeitschrift für Inklusion*, 1–10.

Bundesamt für Migration und Flüchtlinge (2017). *Definition Migrationshintergrund*. https://www.bamf.de/DE/Service/Left/Glossary/_function/glossar.html?lv3=3198544 (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Butts, B. & Smith, R. (1987). What do students perceive as difficult in HSC chemistry. *Australian Science Teachers Journal*, *32*(4), 45–51.

Bybee, R. W. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. In W. Gräber & C. Bolte (Hrsg.), *Scientific literacy: An international symposium* (S. 37–68). Kiel: IPN-Leibniz Institute for Science and Mathematics Education.

Caravita, S. & Halldén, O. (1994). Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, *4*(1), 89–111.

Chan, C. K. K. (2001). Peer collaboration and discourse patterns in learning from incompatible information. *Instructional Science*, *29*(443–479).

Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, *8*(4), 293–332.

Chi, M. T. H. (2008). Three Types of Conceptual Change: Belief Revision, Mental Model Transformation, and Categorical Shift. *Handbook of research on conceptual change*, 61–82.

Chi, M. T. H. & Roscoe, R. D. (2002). The processes and challenges of conceptual change. In M. Limón & L. Mason (Hrsg.) *Reconsidering Conceptual Change. Issues in Theory and Practice* (S. 3-27). Dordrecht: Springer.

Chinn, C. A. & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition:

A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, (63), 1–49.

Clancey, W. J. (1993). Situated action: A neuropsychological interpretation. A response to Vera and Simon. *Cognitive Science*, 17, 87–116.

Clement, C. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science education*, *22*(9), 1041–1053.

Collective, Design-Based Research (2002). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, *32*(1), 5–8.

Collins, A. (1992). Towards a design science in education. In *New Directions in Educational Technology* (S. 15–22). Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest: Springer.

Collins, A., Brown, J. S. & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Hrsg.), *Knowing, learning, and instruction* (S. 453–494). Hillsdale: Erlbaum.

Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. (2004). Desing-Research: Theoretical and Methodical Issues. *The Journal of the Learning Sciences*, *13*(1), 15–42.

Conrads, N. (2011). Erwerb von Modellkompetenz als Bildungsziel des Sachunterrichts. *widerstreit-sachunterricht, 17*. http://www.widerstreitsachunterricht.de/ebeneI/superworte/wissenschaftsor/conrads.pdf (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.

Coştu, B., Ayas, A. & Niaz, M. (2010). Promoting conceptual change in first year students' understanding of evaporation. *Chemical Education Research and Practice, 11 (1), 5-16.*

Cowlan, G., Deppe-Wolfinger, H., Kreie, G., Kron, M. & Reiser, H. (1991). *Gemeinsame Förderung Behinderter und Nichtbehinderter in Kindergarten und Grundschule. Endbericht der wissenschaftlichen Begleitung*. Frankfurt.

Coyne, P., Pisha, B., Dalton, B., Zeph, L. A. & Smith, N. C. (2012). Literacy by Design: A Universal Design for Learning Approach for Students with Significant Intellectual Disabilities. *Remedial and Special Education*, *33*(3), 162–172.

Crawford, B. A. & Cullin, M. J. (2005). Dynamic assessments of preservice teachers' knowledge of models and modelling. In K. Boersma, M. Goedhart, O. de Jong & H. Eijkelhof (Hrsg.), *Research and the Quality of Education* (S. 309–323). Dordrecht: Springer.

Creswell, J. (2014). Die Entwicklung der Mixed-Methods-Forschung. In *Mixed Methods. Methodologie, Analyseverfahren, Forschungsdesigns.* (S. 13–26). Wiesbaden: Springer.

Czinczoll, B. & Röhrl, B. (1973). *Physik und Chemie im Sachunterricht der Grundschule*. München: Auer Verlag.

Degner, M. & Burger, C. (1996). Strukturierung, Visualisierung und Individualisierung - Unterrichtsstrategien (nicht nur) für autistisch behinderte Menschen. In J. Boenisch & C. Bünk (Hrsg.), *Methoden der Unterstützten Kommunikation* (S. 135–154). Kiel: IPN.

Dennick, R. (2016). Constructivism: reflections on twenty five years teaching the constructivist approach in medical education. *International Journal of Medical Education*, *7*, 200–205.

DiSessa, A. A. (2002). Why „Conceptual Ecology" is a Good Idea. *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice*, 28–60.

DiSessa, A. A. (2008). A bird's-eye view of the "pieces" vs. "coherence" controversy (from the "pieces" side of the fence). In S. Vosniadou (Hrsg.), *International handbook of research on conceptual change* (S. 35–60). New York: Routledge.

DiSessa, A. A., Gillespie, N. M., & Esterly, J. B. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, *28*, 843–900.

Dix, A. (1998). *Human-computer interaction* (2. Aufl.). London: Prentice Hall Europe.
Dresing, T. & Pehl, T. (2013). Praxibuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende. 5. Auflage. Marburg. http://www.audiotranskription.de/praxibuch (Letzer Zugriff: 26.09.2017)
Driver, R. & Erickson, G. (1983). Theories in action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, *10*(1), 37–60.
Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). Children's ideas and the learning of science. *Children's ideas in science*, 1–9.
Driver, R., Leach, J., Scott, P. & Wood-Robinson, C. (1994). Young people's understanding of science concepts: Implications of cross-age studies for curriculum planning. *Studies in Science Education*, 24 (1), 75-100.
Driver, R., Squieres, A., Rushworth, P. & Wood-Robinso, V. (1994). *Making sense of secondary science*. London: Routledge.
Dubs, R. (1995). Konstruktivimus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. *Zeitschrift für Pädagogik*, *41*(6), 889–903.
Dugan, E., Kamps, D. & Leonard, B. (1995). Effects of cooperative Learning groups during social studies for students with autism and fourth-grade peers. *Journal of Applied Behavior analysis*, *2*(Summer), 175–188.
Duit, R. (1992). Teilchen- und Atomvorstellungen. In H. Fischler (Hrsg.), *Quantenphysik in der Schule* (S. 204–214). Kiel: Institut für die Pädaogik der Naturwissenschaften.
Duit, R. (1995a). Vorstellungen und Lernen von Physik und Chemie. *Plus Lucis*, (2), 11–18.
Duit, R. (1995b). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr-und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, *41*(6), 905–923.
Duit, R. & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, *25*(6), 671–688.
Dyson, A. (1999). Inclusion and inclusions: Theories and discourses in inclusive education. In H. Daniels & P. Garner (Hrsg.), *World yearbook of education 1999: Inclusive education* (S. 36–53). London: Kogan.
Easterbrooks, S. R. & Baker, S. (2002). *Language instruction of students who are deaf and hard of hearing: Multiple pathways*. Boston: Allyn & Bacon.
Edelson, D. C. (2002). Design Research: What We Learn When We Engage in Design. *Journal of the Learning Sciences*, *11*(1), 105–121.
Egbers, M. (2017). *Konzeptentwicklungs- und Gesprächsprozesse im Rahmen der Unterrichtskonzeption „choice2learn". Lernen in Naturwissenschaften, Band 1*. Berlin: Logos.
Eichhorn, C. (2008). *Classroom- Management. Wie Lehrer, Eltern und Schüler guten Unterricht gestalten*. Stuttgart: Klett-Cotta.
Eilks, I. (2007). Neue Wege zum Teilchenkonzept. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *18*, 23–27.
Emmer, E. T. & Evertson, C. M. (2012). *Classroom Management for Middle and High School Teachers* (9. Aufl.). Pearson: Upper Saddle River.
Emmer, E. T. & Stough, L. M. (2001). Classroom management: A critical part of educational psychology, with implications for teacher education. *Educational Psychologist*, *36*(2), 103–112.
Enste, M. (2016). *Vorstellungsentwicklungen im Rahmen der Unterrichtskonzeption choice²explore. Unveröffentlichte Masterarbeit*. Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
Eskilsson, O. & Helldèn, G. (2003). A Longitudinal Study on 10-12-Year-Olds' Conceptions

of the Transformations of Matter. *Chemistry Education Research and Practice*, *4*(3), 291–304.

Ewerhardy, A., Kleickmann, T. & Möller, K. (2012). Fördert ein konstruktivistisch orientierter naturwissenschaftlicher Sachunterricht mit strukturierenden Anteilen das konzeptuelle Verständnis bei den Lernenden? *Zeitschrift für Grundschulforschung*, *5*(1), 76–88.

Fahrner, U. & Unwin, A. (2007). Adaptive Verfahren zur Analyse und Verbesserung realer Lehr-Lern-Systeme. In G. Reinmann & J. Kahlert (Hrsg.), *Der Nutzen wird vertagt... Bildungswissenschaften im Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Profilbildung und praktischem Mehrwert* (S. 150–172). Lengerich: Pabst.

Ferreira González, L., Leidig, T., Hennemann, T. & Schlüter, K. (2016). Inklusiver Biologieunterricht in der Jahrgangsstufe 5/6 als Grundlage zur Förderung fachlicher und sozial-emotionaler Kompetenz. In J. Menthe, D. Höttecke, T. Zabka, M. Hammann & M. Rothgangel (Hrsg.), *Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung.* (S. 333–350). Münster, New York: Waxmann.

Feirreira González, L., Lichtenberg, D., Schlüter, K. & Hövel, D. (vorr. 2018). Möglichkeiten der Unterrichtsplanung für inklusive Lerngruppen. In M. Dziak-Mahler, T. Hennemann, S. Jaster, T. Leidig & J. Springob. *(Fach-)Unterricht inklusiv gestalten – Theoretische Annäherungen und praktische Umsetzungen.* Münster: Waxmann.

Feuser, G. (1989). Allgemeine integrative Pädagogik und entwicklungslogische Didaktik. *Behindertenpädagogik*, *28*, 4–48.

Feuser, G. (1995). *Behinderte Kinder und Jugendliche zwischen Integration und Aussonderung*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchhandlung.

Feuser, G. (1998). Gemeinsames Lernen am gemeinsamen Gegenstand. Didaktisches Fundamentum einer Allgemeinen (integrativen) Pädagogik. *Integrationspädagogik. Auf dem Weg zu einer Schule für alle*, 19–36.

Feuser, G. (2002). Momente entwicklungslogischer Didaktik einer allgemeinen (integrativen) Pädagogik. In H. Eberwein & S. Knauer (Hrsg.) *Handbuch Integrationspädagogik (S.280-294).* Weinheim: Beltz.

Feuser, G. (2013). Die „Kooperation am Gemeinsamen Gegenstand“, 1–21.

Feuser, G. & Meyer, H. (1987). *Integrativer Unterricht in der Grundschule. Ein Zwischenbericht.* Solms-Oberbiel: Jarick Oberbiel.

Fischer, H.-J., Giest, H., Gläser, E. & Schomaker, C. (2014). Die Zukunft denken: Herausforderungen an die Didaktik des Sachunterrichts. In Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.), *Die Didaktik des Sachunterrichts und ihre Fachgesellschaft GDSU e.V.* (S. 101–110). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Florian, L. & Black-Hawkins, K. (2011). Exploring inclusive pedagogy. *British Educational Research Journal*, *37*(5), 813–828.

Florian, L. & Spratt, J. (2013). Enacting inclusion: A framework for interrogating inclusive practice. *European Journal of Special Needs Education*, *28*(2), 119–135.

Flott-Tönjes, U., Oberlack, S., Ross-Boelhauve, R., Schumacher, H., Thamm, J., Widlak, C., Witt, H. & Albers, S. (2010). *Fördern planen. Förderzielorientierter Unterricht auf der Basis von Förderplänen* (2. Aufl.). Lüdinghausen: Verband Sonderpädagogik Landesverband NRW e.V.

Flott-Tönjes, U., Oberlack, S., Ross-Boelhauve, R., Schumacher, H., Thamm, J., Widlak, C., & Witt, H. (2005). Fördern planen. Förderzielorientierter unterricht auf der Basis von Förderplänen.

Freeman, S. F. N. & Alkin, M. C. (2009). Academic and social attainments of children with mental retardation in general education and special education settings. *Remedial and Special Education*, *21*, 3–18.

Frenkel, S. & Bourdin, B. (2009). Verbal, visual, and spatio-sequential short-term memory:

Assessment of the storage capacities of children and teenagers with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, *53*(2), 152–160.

Frick, K. (2008). *Schülervorstellungen zu Modellen im Sachunterricht der Grundschule der Jahrgangsstufen 3 und 4.* Unveröffentlichte Masterarbeit. Humboldt Universität zu Berlin.

Friedrich, H. F. & Mandl, H. (1997). Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In F. E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.), *Psychologie der Erwachsenenbildung. Enzyklopädie der Psychologie, Bd. 4.* (S. 237–293). Göttingen: Hogrefe.

Garrote, A. (2015). Social participation in inclusive classrooms: Empirical and theoretical foundations of an intervention program. *Journal of cognitive education and psychology*, *13*(375–388).

Garrote, A. (2016). Soziale Teilhabe von Kindern in inklusiven Klassen. *Empirische Pädagogik*, *30*(1), 67–80.

GDSU. (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Gebauer, M. & Simon, T. (2012). Inklusiver Sachunterricht konkret: Chancen, Grenzen, Perspektiven. *Widerstreit Sachunterricht*. http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebeneI/superworte/inklusion/gebauer_simon.pdf (Letzer Zugriff: 26.09.2017)

Geissler, M. (2016). *Videoanalyse von Gruppenprozessen innerhalb der Unterrichtskonzeption choice²explore. Unveröffentlichte Masterarbeit*. Westfälische Wilhelms-Universität Münster.

Gergen, K. J. (1985). The social constructionist movement in modern psychology. *American Psychologist*, *37*, 266–275.

Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, *41*, 867–888.

Gibbons, P. (2002). *Scaffolding Language. Scaffolding learning. Teaching Second Language Learners in the Mainstream Classroom.* Portsmouth: NH.

Giest, H. (2015). Diagnostik und Inklusion im Sachunterricht. In *Handbuch Inklusive Diagnostik* (S. 213–229). Weinheim Basel: Beltz.

Glasersfeld, von, E. (1995). Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning. *Studies in Mathematics Education Series: 6*. Falmer Press, Taylor & Francis Inc: Bristol.

Glasson, G. G. & Lalik, R. V. (1992). A constructivist approach to teaching. In S. Hills (Hrsg.), *The history and philosophy of science in science education. Proceedings of the international Conference on the history and philosophy of science and teaching science. Vol. 1* (S. 399–404). Kingston, Ontario: The Faculty of Education, Queens University.

Goßmann, M. (2013). *Sprachförderung plus Sachunterricht. Förderbausteine für den Soforteinsatz im Sachunterricht der Grundschule. Sachunterricht, Natur. [Grundschule Klasse 1 - 4]. 1. Aufl.* Stuttgart: Klett.

Gottwald, A. (2016). *Sprachförderndes Experimeniteren im Sachunterricht*. Wiesbaden: Springer.

Gravemeijers, K. & Cobb, P. (2006). Design research from a learning perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijers, S. McKenney & N. Nieveen (Hrsg.), *Educational design research* (S. 17–51). London, New York: Routledge.

Green-Institut. (2017). Green-Institut. http://greeninstitut.squarespace.com (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Green, N. & Green, K. (2009). *Kooperatives Lernen im Klassenraum und im Kollegium*. Seelze-Velber: Kallmeyer.

Greene, J. C., Caracelli, V. J. & Graharn, W. F. (2008). Toward a conceptual framework for mixed metbod evaluation designs. In V. L. Plano Clark & J. W. Creswell (Hrsg.), *The Mixed Methods Reader* (S. 119–148). Thousand Oaks, CA: Sage.

Greeno, J. G. (1992). The Situation in cognitive theory: Some methodological implications

of situativity. In *4th Congress of the Amercian Psychological Society.* San Diego, CA.
Gropengießer, H. (2006). Lebenswelten. Denkwelten. Sprechwelten. Wie man Vorstellungen der Lerner verstehen kann. In *BzDR Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
Gropengießer, H. (2007). Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 105–116). Heidelberg: Springer.
Gropengießer, H. (2008). Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung. *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*.
Grosslight, L., Unger, C. & Jay, E. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, *28*(9), 799–822.
Grüner, T. & Hilt, F. (2010). *Bei Stopp ist Schluss* (10. Aufl.). Buxtehude: AOL-Verlag.
Grünkorn, J. (2014). Modellkompetenz im Biologieunterricht: Empirische Analyse von Modellkompetenz bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe 1 mit Aufgaben im offenen Antwortformat. Doktorarbeit. Berlin. http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_000000015696/Dissertation_Gruenkorn.pdf (Letzter Zugriff: 26.09.2017)
Grüß-Niehaus, T. & Schanze, S. (2011). Eine kategoriegestützte Übersicht von Lernervorstellungen zum Löslichkeitsbegriff. *CHEMKON*, *18*(1), 19–26.
Grygier, P., Tretter, T., Ziegler, F. & Hartinger, A. (2012). *Individuelles Lernen im Sachunterricht – Luft und ihre Eigenschaften.* Cornelsen: Berlin.
Günther, K. B. (1986). Ein Stufenmodell der Entwicklung kindlicher Lese- und Schreibstrategien. In H. Brügelmann (Hrsg.), *ABC und Schriftsprache.* (S. 32–54). Konstanz: Faude.
Habelitz-Tkotz, W. (2006). Alles Teilchen - oder was? Kumulative Entwicklung einer Teilchenvorstellung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *17*(94/95), 21–23.
Haeberlin, U. (1991). Die Integration von leistungsschwachen Schülern. Ein Überblick über empirische Forschungsergebnisse zu Wirkungen von Regelklassen, Integrationsklassen und Sonderklassen auf „Lernbehinderte". *Zeitschrift für Pädagogik*, *37*(2), 167–189.
Haeberlin, U., Bless, G., Moser, U. & Klaghofer, R. (2003). *Die Integration von Lernbehinderten. Versuchen, Theorien, Forschungen, Enttäuschungen, Hoffnungen* (4. Auflage). Bern, Stuttgart, Wien: Haupt.
Hall, T., Meyer, A. & Rose, D. H. (2012). An Introduction to Universal Design for Learning. Questions and Answers. In T. Hall, A. Meyer, & D. Rose (Hrsg.), *Univesal Design for Learning in the Classroom. Pracital Applications* (S. 1–8). New York: The Guilford Press.
Hallbauer, A. & Kitzinger, A. (2015). *Visuelle Gestaltung*. Dortmund. Vortrag auf dem ISAAC Kongress.
Hallbauer, A. & Kitzinger, A. (2016). Vom Zeichen zum Symbol. *Unterstützte Kommunikation*, 1–9.
Halldén, O. (1999). Conceptual change and contextualization. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Hrsg.), *New perspectives on conceptual change* (S. 53–65). Oxford: Elsevier.
Hänze, M. (2008). Was bringen kooperative Lernformen? Ergebnisse aus der empirischen Lehr-Lern-Forschung. *Individuell lernen - kooperativ arbeiten. Friedrich Jahresheft XXVI*, 24–25.
Hardy, I., Jonen, A., Möller, K. & Stern, E. (2006). Effects of instructional support within constructivist learning environments for elementary school students' understanding

of “floating and sinking.” *Journal of Educational Psychology*, *98*, 307–326.
Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2001). Conceptual change using multiple interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry, (1991), 45–85.
Hartinger, A. & Lange, K. (2016). Grundlagen zur Didaktik. In A. Hartinger & K. Lange (Hrsg.), *Sachunterricht. Didaktik für die Grundschule* (2. Aufl., S. 6–34). Berlin: Cornelsen.
Hasselhorn, M., Baethge, M., Füssel, H.-P., Hetmeier, H.-W., Maaz, K., Rauschenbach, T., Rockmann, U., Seeber, S. & Wolter, A. (2014). *Bildung in Deutschland 2014*. https://www.bildungsbericht.de/de/bildungsberichte-seit-2006/bildungsbericht-2014/bildung-in-deutschland-2014 (Letzter Zugriff: 26.09.2017)
Häußler, A. (2005). *Der TEACCH Ansatz zur Förderung von Menschen mit Autismus. Einführung in Theorie und Praxis* (4. Aufl.). Basel: Division of Borgmann Holding AG.
Heege, R. & Schmidkunz, H. (1997). Zur wahrnehmungsaktiven Gestaltung visueller Darstellungen. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *8*(38), 10–14.
Heimlich, U. (2014). Einleitung: Inklusion und Sonderpädagogik. In U. Heimlich & J. Kahlert (Hrsg.), *Inklusion in Schule und Unterricht* (2. Aufl., S. 9–26). Stuttgart: Kohlhammer.
Heimlich, U. & Kahlert, J. (2014). Vorwort. In U. Heimlich & J. Kahlert (Hrsg.), *Inklusion in Schule und Unterricht* (S. 7–8). Stuttgart: Kohlhammer.
Heitzmann, A. (2013). Modelle verwenden. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft* (2. Aufl., S. 87–102). Bern: Haupt.
Helmke, A. (2012). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (4. Aufl.). Seelze: Klett-Kallmeyer.
Heran-Dörr, E. (2012). *Von Schülervorstellungen zu anschlussfähigem Wissen im Sachunterricht*. IPN Leibniz-Institut für Pädagogik d. Naturwissenschaften an d. Universität Kiel.
Hesse, S. (2008). Wenn Schülern die Worte fehlen – Fachunterricht in Klassen mit Migrationshintergrund. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *19*(106/107), 66–71.
Higher Education O*pportunity Act [HEAO] (2008): Public Law* (S. 110-315). http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-110publ315/pdf/PLAW-110publ315.pdf (Letzter Zugriff: 26.09.2017)
Hildeschmidet, A. & Sander, A. (1996). Zur Effizienz der Beschulung sogenannter Lernberhinderter in Sonderschulen. In H. Eberwein (Hrsg.), *Handbuch Lernen und Lern-Behinderungen. Aneignungsprobleme - Neues Verständnis von Lernen - Integrationspädagogische Lösungsansätze* (S. 115–134). Weinheim, München: Beltz.
Hinz, A. (1993). *Heterogenität in der Schule. Integration - interkulturelle Erziehung - Koedukation.* Hamburg: Curio-Verlag.
Hoffmann, T. & Menthe, J. (2015). Sonderpädagogische Aspekte inklusiven Chemieunterrichts in der Sekundarstufe. In J. Riegert & O. Musenberg *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe 2* (S. 1–16). Stuttgart: Kohlhammer.
Hoffmann, G. (2013). Classroom Management: Anleitung zur Verhaltensmodifikation in der Schule. In U. Preuss-Lausitz (Hrsg.), *Schwierige Kinder - schwierige Schule? Inklusive Förderung verhaltentsauffälliger Schülerinnen und Schüler* (2. Aufl., S. 67–80). Weinheim, Basel: Beltz.
Hoffmann, T. & Menthe, J. (2016). Inklusiver Chemieunterricht. Ausgewählte Konzepte und Praxisbeispiele aus Sonderpädagogik und Fachdidaktik. In J. Menthe, D. Höttecke, T. Zabka, M. Hammann & M. Rothgangel (Hrsg.), *Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung* (S. 351–360). Münster, New York: Waxmann.
Hoops, W. (1998). Konstruktivismus. Ein neues Paradigma für Didaktisches Design? *Unterrichtswissenschaft 26(3), 229-253*.

Hopf, C. & Schmidt, C. (1993). *Zum Verhältnis von innerfamilialen sozialen Erfahrungen, Persönlichkeistentwicklung und politischen Orientierungen. Dokumentation und Erörterung des methodischen Vorgehens in einer Studie zu diesem Thema. Institut für Sozialwissenschaften der Universität Hildesheim* http://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/45614 (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Huber, A. A. (2004). *Kooperatives Lernen - kein Problem. Effektive Methoden der Partner- und Gruppenarbeit*. Leipzig: Ernst Klett.

Huber, G. L. (1993). Neue Perspektiven der Kooperation. In G. L. Huber (Hrsg.), *Europäische Perspektiven für kooperatives Lernen. Grundlagen der Schulpädagogik Bd. 6* (S. 244–259). Baltmannsweiler: Schneider.

Hüther, G. (2008). Die Bedeutung sozialer Erfahrungen für die Strukturierung des menschlichen Gehirns. In Mittendrin e.V. (Hrsg.), *Eine Schule für alle. Warum macht Integartion schlau?* (S. 301–310). Köln: Selbstverlag.

Ingham, A. M. & Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, *13*(2), 193–202.

Johnson, D. W. & T., Johnson R. (1998). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (5. Aufl.). Boston: Allyn and Bacon.

Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J. & Turner, L. A. (2007). Toward a Definition of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, *1*(2), 112–133.

Johnstone, A. H. (1991). Thinking about thinking. *International Newsletter of chemical education*, *36*, 7–10.

Johnstone, C. J. (2003). Improving validity of large-scale tests: Universal design and student performance. *NCEO Technical Report*, 30.

Jones, F. W., Long, K., Finlay, W. M. L., Primary, K. & Trust, C. (2006). Symbols can improve the reading comprehension of adults with learning disabilities, 545–550.

Jordan, A., Schwartz, E. & McGhie-Richmond, D. (2009). Preparing teachers for inclusive classrooms. Teacher Education for Inclusive Education. *Teaching and Teacher Education*, *25*(4), 535–542.

Justi, R. S. & Gilbert, J. K. (2003). Teachers' view on the nature of models. *International journal of science education*, *25*(11), 1369–1386.

Kahlert, J. (2005). *Der Sachunterricht und seine Didaktik*. Düsseldorf: Klinkhardt.

Kahlert, J. & Heimlich, U. (2014). Inklusionsdidaktische Netze - Konturen eines Unterrichts für alle (dargestellt am Beispiel des Sachunterrichts). In U. Heimlich & J. Kahlert (Hrsg.), *Inklusion in Schule und Unterricht. Wege zur Bildung für alle* (2. Aufl., S. 153–190). Stuttgart: Kohlhammer.

Kaiser, A. & Teiwes, K. (2003). Handelndes Lernen im Sachunterricht - auch für Kinder mit besonderem Förderbedarf? In D. Cech & H.-J. Schwier (Hrsg.) *Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht* (S. 173–186). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kaiser, A. & Seitz, S. (2007). Sachunterricht mit Kindern des Förderbereichs Lernen. In *Sonderpädagogik des Lernens Band 2 Handbuch Sonderpädagogik* (S. 689–701). Göttingen: Hogrefe Verlag.

Kamps, D. M., Leonard, B. R., Vernon, S., Dugan, E. P., Delquadri, J. C., Gershon, B., Wade, L. & Folk, L. (1992). Teaching social skills to students with autism to increase peer interactions in an integrated first-grade classroom. *Journal of Applied Behavior Analysis*, *25*(2), 281–288.

Kang, S., Scharmann, L. C. & Noh, T. (2004). Reexamining the role of cognitive conflict in science concept learning. *Research in Science Education*, *34*, 71–96.

Kasari, C., Locke, J. & Gulsrud, A. (2011). Social networks and friendships at school: Comparing children with and without ASD. *Journal of Autism and Develpmental Disorders*, *41*(5), 533–544.

Katz, J. & Mirenda, P. (2002). Includign students with developmental disabilities in general education classrooms: Educational benefits. *International Journal of special education*, *17*(1), 14–24.

Kay-Raining Bird, E. & Chapman, R. S. (1994). Sequentiell recall in individueals with Down syndrome. *Journal of Speech and Hearing Research*, *37*(4), 1354–1368.

Kemp, C. & Carter, M. (2002). The social skills and social status of mainstreamed students with intellectual disabilities. *Educational Psycholgoy*, *22*(4), 391–411.

Kershner, R. (2009). Learning in Inclusive Classrooms. In R. K. and P. F. P. Hick (Hrsg.), *Psychology for Inclusive Education: New Directions in Theory and Practice* (S. 52–65). London: Routledge.

Kitzinger, A. (2016). Metacom. http://www.metacom-symbole.de (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Klafki, W. (1963). *Studien zur Bildungstheorie und Didaktik*. Weinheim: Beltz.

Kleickmann, T., Hardy, I., Pollmeier, J. & Möller, K. (2011). Zur Struktur naturwissenschaftlichen Wissens von Grundschulkindern. *Zeitschrift fur Entwicklungspsychologie und Padagogische Psychologie*, *43*(4), 200–212.

Klemm, K. & Preuss-Lausitz, U. (2011). *Auf dem Weg zur schulischen Inklusion in Nordrhein-Westfalen. Empfehlungen zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention im Bereich der allgemeinen Schulen*. Essen/Berlin. https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Schulsystem/Inklusion/Gutachten-_Auf-dem-Weg-zur-schulischen-Inklusion-in-Nordrhein-Westfalen_/NRW_Inklusionskonzept_2011__-_neue_Version_08_07_11.pdf (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Klewitz, E. (2011). Sachunterricht zwischen Kind und Wissenschaft Elard Klewitz. *GDSU Journal*, *1*, 21–33.

KMK-Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2011). Inklusive Bildung von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen in Schulen. *Beschluss der Kultusministerkonferez vom 20.10.2011*. http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2011/2011_10_20-Inklusive-Bildung.pdf (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Knoors, H. & Marschark, M. (2014). *Teaching Deaf Learners: Psychological and Developmental Foundations*. New York, Oxford: Oxford University Press.

Kocaj, A., Kuhl, P., Kroth, A. J., Anand, H. & Petra, P. (2014). Wo lernen Kinder mit sonderpädagogischem Förderbedarf besser ? Ein Vergleich schulischer Kompetenzen zwischen Regel- und Förderschulen in der Primarstufe. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, *66*, 165–191.

Köhnlein, W. (2012). *Sachunterricht und Bildung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Konrad, K. & Traub, S. (2001). *Kooperatives Lernen. Theorie und Praxis in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung*. Baltmannsweiler: Schneider- Verlag Hohengehren.

Krahn, S. (2005). *Untersuchungen zum intuitiven naturwissenschaftlichen Wissen von Kindern im Alter zwischen zwei und sieben Jahren.* Bielefeld. https://pub.uni-bielefeld.de/publication/2303984 (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Kramer, O. & Malaka, R. (2012). *Jugend präsentiert. Handbuch für Multiplikatoren*. Heidelberg: Klaus Tschira Stiftung gGmbH.

Krappmann, L. & Oswald, H. (1985). Schulisches Lernen in Interaktionen mit Gleichaltrigen. *Zeitschrift für Pädagogik 31*, *31*, 321–337.

Krappmann, L. & Oswald, H. (1995). *Alltag der Schulkinder. Beobachtungen und Analysen von Interaktionen und Sozialbeziehungen*. Weinheim, München: Juventa.

Kronig, W., Haeberlin, U. & Eckhart, M. (2000). *Immigrantenkinder und schulische Selektion. Pädagogische Visionen, theoretische Erklärungen und empirische Unterschungen zur Wirkung integrierender und separierender Schulformen in den Grundschuljahren*. Bern:

Haupt.
Krüger, D. (2007). Die Conceptual Change-Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 81–92). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
Krüger, D. (2007). *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. In D. Krüger & H. Vogt, (Hrsg.), *Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
Krummheuer, G. (1992). *Lernen mit „Format". Elemente einer interaktionistischen Lerntheorie. Diskutiert an Beispielen mathematischen Unterrichts.* Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
Krummheuer, G. & Naujok, N. (1999). *Grundlagen und Beispiele Interpretativer Unterrichtsforschung*. Opladen: Springer.
Kucharz, D. (2015). Inklusiver Sachunterricht. In C. Huf & I. Schnell (Hrsg.), *Inklusive Bildung in Kita und Grundschule* (S. 221–236). Stuttgart: Kohlhammer.
Kuckartz, U. (2014). *Mixed Methods. Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren*. Wiesbaden: Springer.
Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (3. Aufl.). Weinheim und Basel: Beltz.
Kuhl, P., Stanat, P., Lütje-Klose, B., Gresch, C., Pant, H. A. & Prenzel, M. (2015). *Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Schulleistungserhebungen.* Wiesbaden: Springer.
Kuhn, T. (1976). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolution.* Frankfurt am Main: Suhrkamp.
Kullmann, H., Lütje-Klose, B. & Textor, A. (2014). Eine Allgemeine Didaktik für inklusive Lerngruppen – fünf Leitprinzipien als Grundlage eines Bielefelder Ansatzes der inklusiven Didaktik. In B. Amrhein & M. Dziak-Mahler (Hrsg.), *Fachdidaktik inklusiv*. Münster: Waxmann.
Kultusministerkonferenz. (2012). Sonderpädagogische Förderung in allgemeinen Schulen ohne Förderschulen 2011/2012, 1–37. http://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Statistik/Aus_SoPae_Int_2011.pdf (Letzter Zugriff: 25.05.2017)
Kultusministerkonferenz. (2016). *Sonderpädagogische Förderung in allgemeinen Schulen Fußnoten 2015*. Berlin. https://www.kmk.org/dokumentation-und-statistik/statistik/schulstatistik/sonderpaedagogische-foerderung-an-schulen.html (Letzter Zugriff: 26.09.2017)
Kupke, C. & Schlummer, W. (2010). Kommunikationsbarrieren und ihre Überwindung. Leichte Sprache und Verständlichkeit in Texten für Menschen mit Lernschwierigkeiten. *Teilhabe*, *49*(2), 67–73.
Kutzer, R. (1998). *Mathematik entdecken und verstehen. Bd. 1 Kommentarband.* Frankfurt am Main: Diesterweg.
Lakoff, G. (1990). *Women, fire, and dangerous things: What categories reveal about the mind.* Chicago: University of Chicago press.
Lakoff, G. & Johnson, M. (1998). *Leben in Metaphern: Konstruktion und Gebrauch von Sprachbildern.* Heidelberg: Carl-Auer-Systeme.
Lang, H. (1994). *Silence of the spheres: The deaf experience in the history of science*. Westport, CT: Bergan and Garvey.
Lang, H., Hupper, M., Monte, D., Brown, S., Babb, I. & Scheifele, P. (2007). A study of technical signs in science: Implications for lexical database development. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *12*(1), 65–79.
Lange, K. & Ewerhardy, A. (2016). Naturwissenschaftliches Lehren und Lernen. In A. Hartinger & K. Lange (Hrsg.), *Sachunterricht. Didaktik für die Grundschule* (2. Aufl., S. 35–57). Berlin: Cornelsen.

Langer, l., Schulz von Thun, F. & Tausch, R. (2006). *Sich verständlich ausdrücken* (8. Aufl.). München, Basel: Ernst Reinhardt.

Langermann, K. (2006). *Akzeptanz naturwissenschaftlicher Phänomene bei geistig behinderten Vorschulkindern - Untersuchungen zur affektiven und kognitiven Rezeption naturwissenschafticher Experimente*. Göttingen: Cuvillier Verlag.

Laws, G., Byrne, A. & Buckley, S. (2000). Language and memory development in children with Down syndrome at mainstream and special schools: A comparison. *Educational Psycholgoy*, *20*(4), 447–457.

Lee, G. & Byun, T. (2012). An Explanation for the Difficulty of Leading Conceptual Change Using a Counterintuitive Demonstration: The Relationship Between Cognitive Conflict and Responses. *Research in Science Education*, *42*(5), 943–965.

Lee, G., Kwon, J., Park, S. S., Kim, J. W., Kwon, H. G. & Park, H. K. (2003). Development of an instrument for measuring cognitive conflict in secondary-level science classes. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(6), 585–603.

Leenen, Y. (2016). *Entwicklung von Lernmaterialien im Rahmen des Unterrichtskonzepts choice²explore. Unveröffentlichte Masterarbeit*. Westfälische Wilhelms-Universität Münster.

Leisen, J. (2005). Muss ich jetzt auch noch Sprache unterrichten? Sprache und Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik, 16*(87), 4–9.

Leisen, J. (2010). *Handbuch Sprachförderung im Fach*. Bonn: Varus.

Leisen, J. (2013). *Handbuch Sprachförderung im Fach – Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis.* Stutgart: Klett.

Leisen, J. (2015). Fachlernen und Sprachlernen ! *Mathematischer und naturwissenschaftlicher Unterricht*, *68*(3), 132–137.

Leisen, J. & Berge, O. (2005). Das Verhältnis von Verstehen und Fachsprache. *Unterricht Physik*, *3*, 26–27.

Leisner, A. (2005). *Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht - Eine Evaluationsstudie in der Sekundarstufe I*. Berlin: Logos.

Leuckefeld, K. (2006). Wie viel Sprache steckt in den Naturwissenschaften? *Wissen & Wachsen, Schwerpunktthema Naturwissenschaften und Technik, Wissen*. http://www.wissen-und-wachsen.de/page_natur.aspx?Page=cd0a2864-fa58-4a61-b5be- 9f028ce43056 (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Leven, I. & Schneekloth, U. (2010). Die Freizeit: Sozial getrennte Kinderwelten. In World Vision e.V. (Hrsg.), *Kinder in Deutschland 2010: 2. World Vision Kinderstudie2* (S. 95–140). Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuchverlag.

Lin, J.-W., Yen, M.-H. & Liang, J.-C. (2016). Examining the Factors That Influence Students' Science Learning Processes and Their Learning Outcomes: 30 Years of Conceptual Change Research. *Eurasia Journal of Mathematics Science & Technology Education*, *12*(9), 2617–2646.

Linn, M. C. (2006). The knowledge integration perspective on learning and instruction. In R. K. Sawyer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (S. 243–264). New York: Cambridge University Press.

Lipkowsky, F., Kastens, C., Lotz, M. & Faust, G. (2011). Aufgabenbezogene Differenzierung und Entwicklung des verbalen Selbstkonzeptes im Anfangsunterricht. *Zeitschrift für Pädagogik*, *57*(6), 868–884.

Löser, J. M. & Werning, R. (2013). Inklusion aus internationaler Perspektive – ein Forschungsüberblick. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, *6*(1), 21–33.

Lou, Y., Abrami, P. C., Spence, J. C., Poulsen, C. & Apollonia, S. (1996). Within-Class Grouping: A Meta-Analysis, *66*(4), 423–458.

Lück, G. (2004). Von einsamen Elektronenpaaren oder: Warum es in der Chemie menschelt. In K. Griesar (Hrsg.), *Wenn der Geist die Materie küsst: Annäherungen an*

die Chemie (S. 162–175). Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch.
Lück, G. (2009). *Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung*. (7. Aufl.). Freiburg im Breisgau: Herder GmbH.
Lück, G. (2014). Naturwissenschaftliche Bildung für alle Kinder. Wie Inklusion auch im naturwissenschaftlichen Sachunterricht durch selbsttätiges Experimentieren gelingen kann. In E.-K. Franz, S. Trumpa & I. Esslinger-Hinz (Hrsg.), *Inklusion: Eine Herausforderung für die Grundschulpädagogik* (S. 119–128). Baltmannsweiler: Schneider Verlag.
Lück, G., Pahl, A. & Wehmeier, M. (2015). Naturphänomene bewegen alle Kinder. Wie Kinder mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen durch naturwissenschaftliche Experimente gefördert werden können. In I. Hunger & R. Zimmer (Hrsg.), *Bewegungschancen bilden* (S. 86–99). Schorndorf: Hofmann.
Maaz, K., Baethge, M., Brugger, P., Füssel, H.-P., Hetmeier, H.-W., Rauschenbach, T., Rockmann, U., Seeber, S. & Wolter, A. (2016). *Bildung in Deutschland 2016. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration. Bildung in Deutschland 2016*. https://doi.org/10.3278/6001820ew (Letzter Zugriff: 26.09.2017)
Manske, C. (2011). *Das Down-Syndrom. Begabte Kinder im Unterricht. (meine Erfahrungen mit diesen Kindern).* Berlin: Lehmanns Media.
Maras, P. & Brown, R. (1996). Effects of contact on children's attitudes toward disabilty: A longitudinal study. *Journal of Applied Social Psychology*, *26*(23), 2113–2134.
Markic, S. & Abels, S. (2013). Die Fachsprache der Chemie. Ein gemeinsames Anliegen von heterogenen Klassen. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *24*(135), 10–14.
Marohn, A., Schillmüller, R. (2016). choice2learn Schülervorstellungen verändern am Beispiel Lösen von Kochsalz. *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule*, *65*(5), 18–24.
Marohn, A. (2008). Choice2learn - eine Konzeption zur Exploration und Veränderung von Lernervorstellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 57–83.
Marohn, A. (2008). Schülervorstellungen zum Lösen und Sieden auf der Suche nach „elementaren" Vorstellungen. *MNU*, *61*(8), 451–457.
Marohn, A., & Egbers, M. (2011). Vorstellungen verändern. Lernmaterialien zum Thema Verdampfen im Rahmen der Unterrichtskonzeption choice2learn. *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule*, *60*(3), 5–9.
Martschinke, S., Kopp, B., & Ratz, C. (2012). Gemeinsamer Unterricht von Grundschulkindern und Kindern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung in der ersten Klasse - Erste Ergebnisse einer empirischen Studie zu Effekten auf sozialen Status und soziales Selbstkonzept. *Empirische Sonderpägdagogik*, *2*, 183–201.
Maxcy, S. J. (2003). Pragmatic threads in mixed methods research in the social sciences: The search for multiple modes of inquiry and the end of the philosophy of formalism. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Hrsg.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (S. 51–89). Thousand Oaks, CA: Sage.
MAXQDA 12 Referenzhandbuch. (2016). https://www.maxqda.de/download/manuals/MAX12_manual_ger.pdf (Letzter Zugriff: 26.09.2017)
Mayer, R. E. (2005). *Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
Mayring, P. (2002). *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zum qualitativem Denken* (5. Aufl.). Weinheim: Beltz.
Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. *Qualitative*

Marktforschung (12. Aufl.). Weinheim Basel: Beltz.
McCloskey, M., Caramazza, A. & Green, B. (1980). Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects. *Science*, *210*, 1139–1141.
McIntosh, R. E., Sulzen, L., Reeder, K. & Kidd, D. H. (1994). Making science accessible to deaf students: The need for science literacy and conceptual teaching. *American Annals of the Deaf*, *139*(5), 480–484.
McKenney, S. & Reeves, T. C. (2012). *Conducting educational design research*. London, New York: Routledge.
McLeskey, J. & Waldron, N. L. (2011). Educational programs for elementary students with learning disabilities: Can they be both effective and inclusive? *Journal for special education*, *26*(1), 48–57.
McMaster, K. N. & Fuchs, D. (2002). Effects of cooperative learning on the academic achievement of students with learning disabilities: An update of Tateyama Sniezek's review. *Learning Disabilities Research and Practice*, *17*, 107–117.
Meixner, J. (1997). *Konstruktivismus und die Vermittlung produktiven Wissens*. Neuwied: Hermann Luchterhand Verlag.
Menthe, J. & Hoffmann, T. (2015). Inklusiver Chemieunterricht: Chance und Herausforderung. In J. Riegert & O. Musenberg (Hrsg.), *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe* (S. 131–140). Stuttgart: Kohlhammer.
Menthe, J., Abels, S., Blumberg, E., Fromme, T., Marohn, A., Nehring, A. & Rott, L. (2017). Netzwerk Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis.* (S. 800–804). Regensburg: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016. Münster: LIT.
Menthe, J., Hoffmann, T., Nehring, A. & Rott, L. (2014). Unterrichtspraktische Impulse für einen inklusiven Chemieunterricht. In J. Riegert & O. Musenberg (Hrsg.), *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe* (S. 158-164). Stuttgart: Kohlhammer.
Meyer, A., Rose, D. H. & Gordon, D. (2014). *Universal Design for Learning*. Wakefield: CAST.
Michna, D., Melle, I. & Wember, F. B. (2016). Gestaltung von Unterrichtsmaterialien auf Basis des Universal Design for Learning. Am Beispiel des Chemieanfangsunterrichts in der Sekundarstufe 1. *Sonderpädagogische Förderung heute*, *61*(3), 286–303.
Mikelskis-Seifert, S. (2009). Lernen über Modelle. Am Beispiel der Teilchenstruktur der Materie, *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule 58(7), 15-21.*
Mikelskis-Seifert, S. & Euler, M. (2009). Eine Reise in die Mikrowelt. Einführung in die Modellierung submikroskopischer Phänomene. *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie*, *20*(114), 16–21.
Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus tow: Some limits on our capacity for processing information. *Pschological Review*, *63*, 81–97.
Miller, S. (2004). Werkstattunterricht und Stationenlernen. In D. von Reeken (Hrsg.), *Handbuch Methoden im Sachunterricht* (S. 272–281). Baltmannsweiler: Schneider.
Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen* (1. Aufl.). Frechen: Ritterbach.
Mitchell, D. (2009). *Contextualizing inclusive education. Evaluation old and new international perspectives.* London: Routledge.
Möller, K. (2001). Konstruktivistische Sichtweise für das Lernen in der Grundschule? In Czerwenka, K., Nölle, K. & Roßbach, H. (Hrsg.) *Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule* (S.16-31). Opladen: Leske und Budrich.
Möller, K. (2002). Anspruchsvolles Lernen in der Grundschule am Beispiel naturwissenschaftlich-technischer Inhalte. *Pädagogische Rundschau*. http://www.wwu-

münster.de/imperia/md/content/didaktik_des_sachunterrichts/dokumente/literaturmoeller/anlernen.pdf (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Möller, K. (2010). Lernen von Naturwissenschaften heißt: Konzepte verändern. In P. Labudde (Hrsg.) *Fachdidaktik Naturwissenschaft 1.-9. Schuljahr* (S. 52-72). Bern: Haupt.

Möller, K., Jonen, A., Hardy, I. & Stern, E. (2002). Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung. In M. Prenzel & J. Doll (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen* (S. 176-191). Weinheim: Beltz.

Möller, K., Kleickmann, T. & Sodian, B. (2011). Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich. In *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Moreno, R. (2005). Instructional technology: Promise and pitfalls. In L. Pytlik-Zillig, M. Bodvarsson, & R. Bruning (Hrsg.), *Technology-based education: Bringing researchers and practitioners together* (S. 1–19). Greenwich: Information Age Publishing.

Motsch, H.-J. (2006). *Kontextoptimierung: Förderung grammatischer Fähigkeiten in Therapie und Unterricht*. München, Basel: Ernst Reinhardt Verlag.

Murphy, E., Grey, I. M. & Honan, R. (2005). Co-operative learning for students with difficulties in learning: A description of models and guidelines for implementation. *British Journal of Special Education*, *32*(3), 157–164.

Murray, F. B. (1983). Equilibration as cognitive conflict. *Developmental Review*, *3*, 54–61.

Myklebust, J. O. (2006). Class placement and competence attainment among students with special educational needs. *British Journal of Special Education*, *33*(2), 76–81.

Naujok, N. (2000). *Schülerkooperation im Rahmen von Wochenplanunterricht : Analyse von Unterrichtsausschnitten aus der Grundschule*. Weinheim: Beltz.

Naujok, N. & Brandt, B. (2008). Interaktion im Unterricht. In W. Helsper, J. Böhme (Hrsg.), *Handbuch der Schulforschung* (S. 779–799) Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M. & Zobel, A. (2008). *Kompendium Multimediales Lernen*. Berlin: Springer.

Nind, M., Benjamin, S., Sheehy, K., Collins, J. & Hall, K. (2004). Methodological challenges in researching inclusive school cultures. *Educational Review*, *56*(3), 259–270.

Nind, M. & Vinha, H. (2012). Doing research well? Report of the study: Quality and capacity in inclusive research with people with learning disabilities. https://www.southampton.ac.uk/assets/imported/transforms/content-block/UsefulDownloads_Download/97706C004C4F4E68A8B54DB90EE0977D/full_report_doing_research.pdf (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

O'Connor, R. & Jenkins, J. R. (1996). Cooperative learning as an inclusion strategy: A closer look. *Exceptionality*, *6*(1), 29–51.

Oerter, R. & Montada, L. (2002). *Entwicklungspsychologie* (5. Aufl.). München, Wien, Baltimore: Beltz PVU.

Olson, J. L., & Platt, J. C. (2004). *Teaching children and adolescents with special needs.* Saddle River, NJ: Merrill.

Parmar, R. S., Deluca, D. B. & Janczak, T. M. (1994). Investigations into the relationship between science ans language abilities of students with mild disabilities. *Remedial and Special Education, 15,* 117-126.

Peetsma, T., Vergeer, M., Roeleveld, J. & Karsten, S. (2001). Inclusion in Education: Comparing pupils' development in special and regular education. *Educational Review*, *53*, 125–135.

Petrat, K. (2008). *Schülervorstellungen zu Modellen im Sachunterricht der Grundschule der*

Jahrgangsstufen 1 und 2. Unveröffentlichte Masterarbeit. Humboldt Universität zu Berlin.

Pfeifer, P. (2002). Chemie - ein schwieriges Unterrichtsfach? In P. Pfeifer, B. Lutz, & H. J. Bader (Hrsg.), *Konkrete Fachdidaktik Chemie* (3. Aufl., S. 120–150). München: Oldenbourg.

Pfister, M., Moser Opitz, E. & Pauli, C. (2015). Scaffolding for mathematics teaching in inclusive primary classrooms: A video study. *ZDM - Mathematics Education*, *47*(7), 1079–1092.

Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child.* New York: Orion Presss.

Piaget, J. (1992). *Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde*. München: dtv.

Piaget, J. (1993). *Probleme der Entwicklungspsychologie*. Hamburg: Europäische Verlagsanstalt.

Pierce, C. S. (1986). *Semiotische Schriften. Vol. I-III*. (hrsg. und übers. von C. Kloesel & H. Pape, Hrsg.). Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Pijl, S. J., Frostad, P. & Flem, A. (2008). The Social Position of Pupils with Special Needs in Regular Schools. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *52*(4), 387–405.

Pijl, S. J., Meijer, C. J. W. & Hegarty, S. (1997). *Inclusive education: A global agenda*. London: Routledge.

Pijl, S. J., Skaalvik, E. M. & Skaalvik, S. (2010). Students with special needs and the composition of their peer group. *Irish Educational Studies*, *29*(1), 57–70.

Pintrich, P. R., Marx, R. W. & Boyle, R. A. (1993). Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change. *Review of Educational Research*, *63*(2), 167–199.

Poncelas, A. & Murphy, G. (2007). Accessible Information for People with Intellectual Disabilities: Do Symbols Really Help? *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities, 20*(5), 466–474.

Pool Maag, S. & Moser Opitz, E. (2014). Inklusiver Unterricht - grundsätzliche Fragen und Ergebnisse einer explorativen Studie. *Empirische Sonderpädagogik*, *6*(2), 133–149.

Poppendieker, R. (1993). *Wasser. Unterrichtseinheit: Sachkunde – Natur unter besonderer Berücksichtigung von Mehrfachbehinderungen.* Seedorf: Signum.

Posner, G. J., Strike, K. A., (1982). Conceptual change and science teaching. *International Journal of Science Education. 4*(3), 231-240.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1992). Accomodation of a Scientific Conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, *66*(2), 211–227.

Prengel, A. (1993). *Pädagogik der Vielfalt. Verschiedenheit und Gleichberechtigung in interkultureller, feministischer und integrativer Pädagogik.* (3. Aufl.). Opladen: Leske und Budrich.

Prenzel, M., Geiser, H., Langeheine, R. & Lobemeier, K. (2003). Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschulzeit. In M. Prenzel, K. Schwippert, G. Walther & R. Valtin (Hrsg.), *Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich* (S. 143–187). Münster: Waxmann.

Prieto, T., Blanco, A. & Rodriguez, A. (1989). The ideas of 11 to 14-year-old students about the nature of solutions. *Journal of Science Education*, *11*(4), 451–443.

Proctor, C. P., Dalton, B. & Grisham, D. L. (2007). Scaffolding English Language Learners and Struggling Readers in a Universal Literacy Environment with Embedded Strategy Instruction and Vocabulary Support. *Journal of Literacy Research*, *39*(1), 71–93.

Qian, G. & Alvermann, D. (1995). Role of epistemological beliefs and learned helplessness in secondary school students' learning science concepts from text. *Journal of Educational Psychology*, *87*, 282–292.

Rappolt-Schlichtmann, G., Daley, S. G., Lim, S., Lapinski, S., Robinson, K. H. & Johnson, M. (2013). Universal Design for Learning and Elemntary School Science: Exploring the Efficacy, Use, and Perceptions of a Web-Based Science Notebook. *Journal of Educational Psychology*, *105*(2), 1210–1225.

Rea, P. J., McLaughlin, V. L. & Walther-Thomas, C. (2002). Outcomes for students with learning difficulties in inclusive and pull-out programs. *Exceptional Children*, *72*, 203–222.

Reich, K. (1996). Systemisch-konstruktivistische Didaktik. Eine allgemeine Zielbestimmung. In Voß, R. (Hrsg.) *Die Schule neu erfinden* (S. 70-91). Neuwied: Luchterhand.

Reich, K. (2014). *Inklusive Didaktik: Bausteine für eine inklusive Schule*. Weinheim: Beltz.

Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1999). Instruktion. In C. Rleth & A. Ziegler (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Grundlagen und Anwendungsfelder* (S. 207–215). Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Huber.

Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.) *Pädagogische Psychologie*. Ein Lehrbuch (S. 601-646). Weinheim: Beltz PVU.

Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2002). Analyse und Förderung kooperativen Lernens in netzbasierten Umgebungen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, *34*(1), 44–57.

Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft*, *33*(1), 52–69.

Reinmann, G. (2007). Innovationskrise in der Bildungsforschung: Von Interessenkämpfen und ungenutzten Chancen einer Hard-to-do-Science. In G. Reinmann & J. Kahlert (Hrsg.), *Der Nutzen wird vertagt... Bildungswissenschaften im Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Profilbildung und praktischem Mehrwert* (S. 198–220). Lengerich: Pabst.

Reis, S. M., McCoach, D. B., Little, C. A., Muller, L. M. & Kaniskan, R. B. (2011). The Effects of Differentiated Instruction and Erichment Pedagogy on Reading Achievement in Five Elementary Schools. *American Educational Research Journal*, *48*(2), 462–501.

Renkl, A. & Mandl, M. (1995). Kooperatives Lernen: Die Frage nach dem Notwendigen und dem Ersetzbaren. *Unterrichtswissenschaft*, *23*, 292–300.

Riemeier, T. (2007). Moderater Konstruktivismus. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden.* (S. 69–79). Berlin, Heidelberg: Springer.

Rincke, K. (2004). Sprechen und Lernen im Physikunterricht. In GDCP (Hrsg.), *Chemie- und physikdidaktische Forschung und naturwissenschaftliche Bildung* (S. 141–143). Berlin: Lit Verl.

Rincke, K. (2005). Eine fachsprachenorientierte Einführung in den Kraftbegriff. In GDCH (Hrsg.), *Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung* (S. 399–401). Münster: Lit Verl.

Ritsert, J. (1972). *Inhaltsanalyse und Ideologiekritik. Ein Versuch über kritische Sozialforschung*. Frankfurt am Main: Athenäum.

Rohrbach-Lochner, F. (vorr. 2018). *Design-based Research zur Weiterentwicklung der chemiedidaktischen Lehrerausbildung zu Schülervorstellungen: Entwicklung und Evaluation eines an Forschendem Lernen orientierten Seminarkonzepts.* Dissertation, Münster.

Rose, C. A., Monda-Amaya, L. E. & Espelage, D. L. (2011). Bullying perpretation and victimization in special education: A review of the literature. *Remedial and Special Education*, *32*(2), 114–130.

Rose, D. H. & Meyer, A. (2002). *Teaching every student in the digital age: Universal Design*

for Learning. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Rosen, A. B. & Rozin, P. (1993). Now you see it, now you don't: The preschool child's conception of invisible particles in the context of dissolving. *Developmental Psychology*, *29*(2), 300–311.

Rost, J., Walter, O., Carstensen, C. H., Senkbeil, M. & Prenzel, M. (2004). Naturwissenschaftliche Kompetenz. In M. Prenzel, J. Baumert, W. Blum, R. Lehmann, D. Leutner, M. Neubrad et al. (PISA Konsortium Deutschland) (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 111–146). Münster: Waxmann.

Rott, L. & Marohn, A. (2015). Oh mein Gott - man sieht den nicht! Schülervorstellungen im inklusiven Sachunterricht - Chancen und Umsetzungsmöglichkeiten. *Sache Wort Zahl*, *150*, 87–90.

Rott, L. & Marohn, A. (2016a). Entwicklung und Erprobung einer an Schülervorstellungen orientierten Unterrichtskonzeption für den inklusiven Sachunterricht In M. Menthe, J., Höttecke, D., Zabka, T., Hammann, M. & Rothgangel (Hrsg.), *Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung* (S. 373–388).

Rott, L. & Marohn, A. (2016b). Inklusiven Unterricht entwickeln und erproben – Eine Verbindung von Theorie und Praxis im Rahmen von Design-Based Research. *Zeitschrift für Inklusion*, *4*.

Rouse, M. & Florian, L. (2006). Inclusion and achievement: Student achievement in secondary schools with higher and lower proportions of pupils designated as having special education needs. *International Journal of Inclusive Education*, *10*(6), 481–493.

Ruijs, N. M. & Peetsma, T. (2009). Effects of inclusion on students with and without special educational needs reviewed. *Educational Research Review*, *4*, 67–79.

Russell, T., Harlen, W. & Watt, D. (1989). Children's ideas about evaporation. *International journal of science education*, *11*(5), 566–576.

Saleh, M., Lazonder, A. R. D. W. & Jong, T. O. N. D. E. (2005). Effects of within-class ability grouping on social interaction, achievement and motivation. *Instructional Science, 33*, 105–119.

Saljö, R. (1999). Concepts, cognition and discourse. From mental structures to discursive tools. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Hrsg.), *New perspectives on conceptual change* (S. 81–90). Oxford: Elsevier.

Sarimski, K. (2003). Psychologische Theorien geistiger Behinderung. In G. Neuhäuser & H.-C. Steinhausen (Hrsg.), *Geistige Behinderung* (S. 42–54). Stuttgart: Kohlhammer.

Schekatz-Schopmeier, S. (2010). *Storytelling. Eine narrative Methode zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte im Sachunterricht der Grundschule*. Göttingen: Cuvillier.

Scheuer, R., Kleffken, B. & Ahlborn-Gockel, S. (2010). Experimentieren als neuer Weg zur Sprachförderung. In H. Köster, F. Hellmich & V. Nordmeier (Hrsg.), *Experimentieren* (S. 91–114). Hohengehren: Schneider.

Schillmüller, R. & Marohn, A. (2017). Warum blubbert's in der Brause? Choice2learn in der Sekundarstufe 1. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *159*, 13–18.

Schlüter, A.-K., Melle, I. & Wember, F. B. (2016). Unterrichtsgestaltung in Klassen des Gemeinsamen Lernens: Universal Design for Learning. *Sonderpädagogische Förderung heute*, *61*(3), 270–285.

Schmeinck, D. & Hennemann, T. (2014). „Was sollen wir denn noch alles können?!" Kompetenzen in der Lehrerbildung aus Sicht der Sonderpädagogik und des Sachunterrichts. In A. Breges, B. Dilger, T. Hennemann, J. König, H. Lindner, A. Rohde & D. Schmeinck (Hrsg.), *Kompetenzen diskursiv. Terminologische, exemplarische und strukturelle Klärungen in der LehrerInnenbildung* (S. 49–80). Münster, New York:

Waxmann.
Schmidkunz, H. (1992). Aufbau und Durchführung chemischer Demonstrationsexperimente - Die Wirkungsweise gestaltpsychologischer Faktoren, dargestellt an einem konkreten Beispiel. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *3*(14).
Schmidt, C. (2015). Analyse von Leitfadeninterviews. In U. Flick, E. von Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch.* (S. 447–456). Hamburg: Rowohlt.
Schmitt-Sody, B. (2014). NESSI-FÖSL – Konzeption und Evaluation eines Schülerlabors für Förderschüler aus chemiedidaktischer Perspektive. https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/docId/5498 (Letzter Zugriff: 26.09.2017)
Schmölzer-Eibinger, S. (2013). Sprache als Medium des Lernens im Fach. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 25–40). Münster, New York: Waxmann.
Schneider, M. & Stern, E. (2009). The inverse relation of addition and subtraction: A knowledge integration perspective. *Mathematical Thinking and Learning*, *11*(1), 92–101.
Schneider, M. & Hardy, I. (2013). Profiles of inconsistent knowledge in children's pathways of conceptual change. *Developmental psychology*, *49*(9), 1639–49.
Schnotz, W. (2006). Conceptual Change. In D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psycholgie* (S. 77–82). Weinheim: Beltz.
Scholz, M., Dönges, C. Risch, B. & Roth, J. (2016). Anpassung von Arbeitsmaterialien für selbstständiges Arbeiten von Schülerinnen und Schülern mit kognitiven Beeinträchtigungen in Schülerlaboren – ein Pilotversuch. *Zeitschrift für Heilpädagogik, 67*(7), 318-328.
Schomaker, C. (2007). *Der Faszination begegnen. Ästhetische Zugangsweisen im Sachunterricht für alle Kinder.* Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
Schümer, G. (2004). Zur doppelten Benachteiligung von Schülern aus unterprivilegierten Gesellschaftsschichten im deutschen Schulwesen. In G. Schümer, K.-J. Tillmann & M. Weiss (Hrsg.), *Die Institution Schule und die Lebenswelt der Schüler. Vertiefende Analysen der PISA-2000-Daten zum Kontext von Schülerleistungen* (S. 73–114). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, D. & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(6), 632–654.
Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A. & Okolo, C. M. (2008). Science and social studies for children with disabilities. *Focus on Exeptional Children*, *41*(2), 1–24.
Seifert, S., Fischler, H. & Peuckert, J. (1999). Werden durch Schulbuchdarstellungen der Mikrowelt Fehlvorstellungen induziert? In GDCP (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie* (S. 310–312). Alsbach: Leuchtturmverlag.
Seitz, S. (2005). *Zeit für inklusiven Sachunterricht*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
Seitz, S. (2006). Inklusive Didaktik: Die Frage nach dem 'Kern der Sache'. *Zeitschrift für Inklusion*, *1*(1), 1–12.
Seitz, S. (2008). Zu einer inklusiven Didaktik des Sachunter. In *Basiswissen Sachunterricht. 3. Integrative Zugangsweisen für den Sachunterricht. 2., korrigierte Auflage*.
Seitz, S., & Scheidt, K. (2012). Die Gruppe ist der größte Schatz: Kooperative Lerngruppen im inklusiven Unterricht. *Grundschule*, *3*, 14–15.
Sermier Dessemontet, R., Benoit, V. & Bless, G. (2011). Schulische Integration von Kindern mit einer geistigen Behinderung: Untersuchung der Entwicklung der Schulleistungen und der adaptiven Fähigkeiten, der Wirkung auf die Lernentwicklung der Mitschüler

sowie der Lehrereinstellungen zur Integration. *Empirische Sonderpädagogik*, *3*, 291–307.

Sharpe, M. N., York, Jennifer, L. & Knight, J. (1994). Effects of inclusion on the academic performance of classmates without disabilities a preliminary study. *Remedial and Special Education*, *15*(5), 281–287.

Shepard, T. & Adjogah, S. (1994). Science performance of students with learning disabilities on language- based measures. *Learning Disabilities Research & Practice*, 9, 219-225.

Siebert, G. & Pollheimer-Pühringer, M. (2016). *Flucht und Trauma im Kontext Schule*. Wien.

Simon, H. A. (1974). How big is a chunk? *Science*, *183*, 482–488.

Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research, andpractice* (2. Aufl.). Boston: Allyn & Bacon.

Slavin, R. E. (2009). *Educational Psychology. Theory and Practice* (9. Aufl.). Boston: Pearson.

Sliwka, A. (2010). From homogeneity to diversity in German education. *Educating teachers for diversity: meeting the challenge*, *37*, 205–217.

Slone, M. & Bokhurst, F. D. (1992). Children's understanding of sugar water solutions. *International Journal of Science Education*, *14*(2), 221–235.

Smith, D. D. & Rivera, D. P. (1995). Discipline in special education and general education settings. *Focus on Exeptional Children*, *27*(5), 1–14.

Snelgrove, S. (2005). Bad, mad and sad: developing a methodology of inclusion and a pedagogy for researching students with intellectual disabilities. *International Journal of Inclusive Education*, *9*(3), 313–329.

Spägele, E. (2008). *Naturwissenschaftliches Vorverständnis von Schulanfängern*. Dissertation. Universität Bielefeld. https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiA94uUnsPWAhVDuBoKHUYlCGIQFggvMAE&url=https%3A%2F%2Fhsbwgt.bsz-bw.de%2Ffiles%2F34%2FDissertationSpaegele.pdf&usg=AFQjCNGsjkcvzn4B2tBSYczG9c54SH3faQ (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Spandagou, I. (2015). Inklusive Pädagogik als Herausforderung für Policy und Praxis - internationale und vergleichende Aspekte. In G. Giewer, E. T. Böhm, & S. Schütz (Hrsg.), *Inklusive Pädagogik in der Sekundarstufe* (S. 25–38). Stuttgart: Kohlhammer.

SPD-Fraktion. (2012). *Kleine Anfrage - Sachstand zur Förderung der Einfachen Sprache in Deutschland*. https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjslrjCnsPWAhVLPRoKHas8B2IQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fdip21.bundestag.de%2Fdip21%2Fbtd%2F17%2F111%2F1711171.pdf&usg=AFQjCNE3gYqO7BbN_uowFETNhl4GMh191Q (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Spiro, R. J., Feltovich, P. J. & Coulson, R. L. (1992). Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext: Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. *Constructivism and the Technology of Instruction*, (November 2015), 57–75.

Spiro, R. J., Vispoel, W., Schmitz, J., Samarapungavan, A. & Boerger, A. (1987). Knowledge acquisition for application: Cognitive flexibility and transfer in complex content domains. In B. C. Britton, S. Glynn (Hrsg.), *Executive and control processes.* (S. 177–199). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Spreckelsen, K. (1997). Phänomenkreise als Verstehenshilfe. In W. Köhnlein, B. Marquardt-Mau & H. Schreier (Hrsg.), *Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt.* (S. 111–127). Bad Helbrunn: Klinkhardt.

Stark, R. (2003). Conceptual Change: Kognitiv oder situiert? - Zeitschrift für Pädagogische Psychologie - Volume 17, Number 2 / 2003 - Verlag Hans Huber.

http://www.psycontent.com/content/2553771x31vgr3u5/ (Letzter Zugriff: 5.2.2014)

Stäudel, L. (2007). Vom Nutzen „unähnlicher“ Modelle. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *18*(100/101), 28–33.

Stäudel, L. (2009). Differenzieren im Chemieunterricht. Eine Herausforderung für Lehrkräfte, Lernende und das Selbstverständnis von Schule. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *20*(111/112), 8–11.

Steele, M. (2004). Teaching science to middle school students with learning problems. *Preventing School Failure, 49(1*), 19-22.

Steffensky, M., Lankes, E., Carstensen, C. & Nölke, C. (2012). Alltagssituationen und Experimente - Was sind geeignete naturwissenschaftliche Lerngelegenheiten für Kindergartenkinder? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *15*(37), 37–54.

Stern, E. (2002). Wie abstrakt lernt das Grundschulkind? In H. Petillon (Hrsg.), *Individuelles und soziales Lernen in der Grundschule. Jahrbuch Grundschulforschung, Vol. 5 (27-42)*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Stevens, R. J. & Slavin, R. E. (1991). When cooperative learning improves the achievements of students with mild disabilities: A response to Tateyama-Sniezek. *Exceptional Children*, *57*(3), 276–280.

Straatemeier, M., van der Maas, H. L. J. & Jansen, B. R. J. (2008). Children’s knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. *Journal of Experimental Child Psychology*, *100*, 276–296.

Strike, K. A. & Posner, G. J. (1982). Conceptual change and science teaching. *International Journal of Science Education*, *4*(3), 231–240.

Strunk, U. (1999). *Die Behandlung von Phänomenen aus der unbelebten Natur im Sachunterricht: Die Perspektive der Förderung des Erwerbs von kognitiven und konzeptuellen Fähigkeiten*. Der Andere Verlag.

Szagun, G. (1996). *Sprachentwicklung beim Kind*. Weinheim: Beltz, Psychologie-Verl.-Union.

Szyperski, N. & Müller-Böling, D. (1981). Zur technologischen Orientierung der empirischen Forschung. In E. Witte (Hrsg.), *Der Praktische Nutzen empirischer Forschung* (S. 159–188). Tübingen: Mohr Siebeck.

Tajmel, T. (2010). DaZ-Förderung im naturwissenschaftlichen Unterricht. In B. Ahrenholz (Hrsg.), *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache* (S. 167-184). Tübingen: Narr Fracke Attempto Verlag GmbH + Co. KG.

Tajmel, T. (2011). Sprachliche Lernziele im naturwissenschaftlichen Unterricht. Abgerufen von https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/sprachliche_lernziele_tajmel.pdf (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Tateyama-Sniezek, K. M. (1990). Cooperative learning: Does it improve the academic achievement of students with handicaps? *Exceptional children*, *56*(5), 426–437.

Taylor, P. & Fraser, B. (1991). *Development of an instrument for assessing constructivist learning environments.* Roundtable at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago.

Terfloth, K. & Bauersfeld, S. (2015). *Schüler mit geistiger Behinderung unterrichten* (2. Aufl.). München: Ernst Reinhardt.

Terhart, E. (1999). Konstruktivismus und Unterricht. Gibt es einen neuen Ansatz in der Allgemeinen Didaktik? *Zeitschrift für Pädagogik, 45(5), 629-647*.

Terzer, E., Hartig, J. E. & Upmeier zu Belzen, A. (2013). Systematische Konstruktion eines Tests zu Modellkompetenz im Biologieunterricht unter Berücksichtigung von Gütekriterien. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *19*(2), 51–76.

Terzer, E. & Upmeier zu Belzen, A. (2007). Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung

durch Modelle – Modellverständnis als Grundlage für Modellkompetenz. *IDB Münster. Bern: Institut Didaktik Biologie 16, S. 33-56*, *16*, 33–56.

Textor, A. (2015). *Einführung in die Inklusionspädagogik*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt Verlag.

Therrien, W. J., Taylor, J. C., Hosp, J. L., Kaldenberg, E. R. & Gorsh, J. (2011). Science Instruction for Students with Learning Disabilities: A Meta-Analysis. *Learning Disabilities Research & Practice*, *26*(4), 188–203.

Therrien, W. J., Taylor, J. C., Watt, S. & Kaldenberg, E. R. (2014). Science instruction for students with emotional and behavioral disorders. *Remedial & Special Education*, *35*(1), 15–27.

Thompson, S., Thurlow, M. & Malouf, D. B. (2004). Creating Better Tests for Everyone Through Universally Designed Assessments. *Journal of Applied Testing Technology*, *6*(1), 1–15.

Thümmel, E. (2008). Ausstellungsdesign. In W. Weber (Hrsg.), *Komendium Informationsdesign* (S. 151–192). Berlin Heidelberg: Springer.

Tomcin, R. & Reiners, C. S. (2009). Auf malerischem Weg zur Chemie. Zum didaktischen Potential von Chemie-Foto-Storys. *CHEMKON*, *16*(1), 6–13.

Tomporowski, P. & Tinsley, V. (1997). Attention in mentally retarded persons. In W. MacLean (Hrsg.), *Ellis' handbook of mental deficiency, psychological theory and research* (S. 219–244). Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Treagust, D. F., Chittleborough, G. & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, *24*(4), 357–368.

Trumpa, S. & Franz, E.-K. (2014). Inklusion: Aktuelle Diskussionslinien auf Makro-, Meso- und Mikroebene des Bildungssystems. In E.-K. Franz, S. Trumpa, & I. Esslinger-Hinz (Hrsg.), *Inklusion: Herausforderung für die Grundschulpädagogik* (S. 12–23). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Tuckermann, A., Häußler, A. & Laumsann, E. (2012). *Herausforderung Regelschule*. Basel: Borgmann Holding AG.

Turner, S., Alborz, A. & Gayle, V. (2008). Predictors of academic attainments of young people with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, *52*(5), 380–392.

Tytler, R. (2000). A comparison of Year 1 and Year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: Dimensions of conceptual progression. *International journal of science education*, *22*(5), 447–467.

UNESCO. (2005). Guidelines for inclusion: Ensuring access to Education for All, 40.

Unger, H., Block, M. Wright, M. T. (2007) Aktionsforschung im deutschsprachigen Raum: Zur Geschichte und Aktualität eines kontroversen Ansatzes aus Public Health Sicht. Veröffentlichungsreihe der Forschungsgruppe Public Health Schwerpunkt Arbeit, Sozialstruktur und Sozialstaat. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.
https://www.econstor.eu/bitstream/10419/47408/1/565195492.pdf (Letzter Zugriff: 26.09.2017)

Upmeier zu Belzen, A. & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *16*, 41–58.

Van den Akker, J., Gravemeijers, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (2006), *Educational design research*. London, New York: Routledge.

Vehkakoski, T. M. (2012). „More homework for me, too". Meanings of diffenrentiation constructed by elementary-aged students in classroom interaction. *European Journal of Special Needs Education*, *27*(2), 157–170.

Villanueva, M. G., Taylor, J., Therrien, W. & Hand, B. (2012). Science education for students

with special needs. *Studies in Science Education*, *48*(2), 187–215.
Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, *24*, 535–585.
Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, *4*(1), 45–69.
Vosniadou, S. (2008). *International handbook of research on conceptual change.* New York: Routledge.
Vosniadou, S., Vamvakoussi, X. & Skopeliti, I. (2008). The framework theory approach to the problem of conceptual change. In S. Vosniadou (Hrsg.), *International handbook of research on conceptual change* (S. 3–34). New York: Routledge.
Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
Wagner, L. & Bader, H. (2006). Probleme des Chemieunterrichts an Förderschulen. *ChemKon*, *13*(3), 111–116.
Walkowiak, M. & Nehring, A. (2017). Die Förderung von Konzepten über die Natur der Naturwissenschaften in einer Lernumgebung für einen inklusiven Chemieunterricht. In GDCP (Hrsg.) *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis.* (S. 460–464).
Walmsley, J. & Johnson, K. (2003). *Inclusive Research with People with Learning Disabilities. Past, Present and Futures*. London: Jessica Kingsley.
Walter-Klose, C. (2013). Kinder und Jugendliche mit Körperbehinderungen im gemeinsamen Unterricht. *Zeitschrift für Grundschulforschung. Bildung im Elementarbereich*, *6*(1), 59–71.
Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. L. Gabel (Hrsg.), *Handbook of Research on science teaching and learning* (S. 177–210). New York: Macmilan.
Weerda, J. (1981). Zur Entwicklung des Gasbegriffs beim Kinde. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, *29*, 90-98.
Wellensiek, A. & Sliwka, A. (2013). Diversität und Heterogenität. *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie*, *135,* 7-9.
Wellington, J. J. & Osborne, J. (2009). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.
Werning, R. (2007). Das systemisch-konstruktivistische Paradigma. In J. Walter & F. Wember (Hrsg.), *Sonderpädagogik des Lernens Band 2* (S. 128–142). Göttingen u. a.: Hogrefe.
Werning, R. (2014). Stichwort: Schulische Inklusion. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *17*(4), 601–623.
Werning, R. & Baumert, J. (2013). Inklusion entwickeln: Leitlinien für Schulentwicklung und Lehrerbildung. In *Schulmanagement Handbuch* (S. 38–57). München: Oldenbourg.
Werning, R. & Löser, J. M. (2010). Inklusion: Aktuelle Diskussionslinien, Widersprüche und Perspektiven. *Die Deutsche Schule*, *102*(2), 103–114.
Widodo, A. & Duit, R. (2004). Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *10*, 233–255.
Widodo, A. & Duit, R. (2005). Konstruktivistische Lehr-Lern-Sequenzen und die Praxis des Physikunterrichts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *11*, 131–146.
Wiebel, K. H. (2000). „Laborieren" als Weg zum Experimentieren im Sachunterricht. *Die Grundschulzeitschrift*, *14*(139), 44–47.
Wiener, J., & Tardif, C. (2004). Social and emotional functioning of children with learning disabilities: Does special education placement make a difference? *Learning*

Disabilities Research & Practice, *19*(1), 20–32.
Wilhelm, T. & Hopf, M. (2014). Design-Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 31-41). Berlin, Heidelberg: Springer.
Wilken, E. & Gelb, M. (2017). *Kinder und Jugendliche mit Down-Syndrom*. Stuttgart: Kohlhammer.
Wilson, S. J., Lipsey, M. W. & Derzon, J. H. (2003). The effects of schoolbased information processing interventions on aggressive behavior: A meta-analysis. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *71*, 138–149.
Windt, A., Scheuer, R. & Melle, I. (2014). Naturwissenschaftliches Experimentieren im Elementarbereich – Evaluation unterschiedlich stark angeleiteter Lernsituationen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *20*(1), 69–85.
Winnenburg, W. (1993). Tafelbilder - Lernoptimierung durch wahrnehmungspsychologisch adäquate Gestaltung. *Unterrichtsmedien*. *Friedrich Jahresheft 11.*
Winter, L. (2014). *Barrierefreie Kommunikation: Leichte Sprache und Teilhabe für Menschen mit Lernschwierigkeiten*. Hamburg: Diplomica.
Wlotzka, P. & Ralle, B. (2008). Experimentieren in der Muttersprache - Sprachförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht durch muttersprachliche Experimentieranleitungen. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *19*(106/107), 62–70.
Wocken, H. (1987). Schulleistungen in Integrationsklassen. In H. Wocken (Hrsg.), *Integrationsklassen in Hamburg. Erfahrungen-Unterschungen-Anregungen* (S. 276–306).
Wocken, H. (1998). Gemeinsame Lernsituationen - Eine Skizze zur Theorie des gemeinsamen Unterrichts. In A. Hildeschmidet & I. Schnell (Hrsg.), *Integrationspädagogik. Auf dem Weg zu einer Schule für alle* (Bd. 1, S. 37–52). Weinheim, München: Juventa.
Wocken, H. (2013). *Das Haus der inklusiven Schule*. Hamburg: Feldhaus.
Wodzinski, R. (2007). SINUS-Transfer Grundschule. Naturwissenschaften Modul G8: Eigenständig lernen - Gemeinsam lernen. http://sinus-transfer-grundschule.de/fileadmin/MaterialienIPN/G8_gesetzt.pdf (Letzter Zugriff: 26.09.2017)
Wolff, D. (1994). Konstruktivismus: Ein neues Paradigma für die Fremdsprachenpädagogik? *Die neuen Sprachen*, *93*, 407–429.
Wood, D., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*.
Woolfolk, A. (2008). *Pädagogische Psychologie* (10. Aufl.). München: Pearson Studium.
Zigmond, N. (2003). Where should students with disabilities receive special education services? Is one place better than another? *Journal of Special Education*, *37*(3), 193–199.
Zigmond, N. & Baker, J. M. (1996). Full inclusion for students with learning disabilities: Too much of a good thing? *Theory into Practice*, *35*(1), 26–34.
Zimmer, R. (2009). Sprache und Bewegung. In F. und I. des L. N.-W. Ministerium für Generationen, Familie (Hrsg.), *Kinder bilden Sprache - Sprache bildet Kinder. Sprachentwicklung und Sprachförderung in Kindertagesstätten.* (S. 71–80). Münster: Waxmann.
Zimmermann, N. & Wachtel, P. (2013). Nachteilsausgleich aus pädagogischer Perspektive. In *Schulverwaltungsblatt 11* (S. 449–452).

10. Abkürzungsverzeichnis

AB	Arbeitsblatt
Abb.	Abbildung
bM	bearbeitete Lernmaterialien
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
DBR	Design-based Research
FU	Follow-up
I	Interview
Kap.	Kapitel
LS	Leistungsstärke
MA	Motivations- und Aufmerksamkeitsprobleme
s.	siehe
S.	Seite
SO	sonderpädagogischer Unterstützungsbedarf
SP	sprachliche Schwierigkeiten
Tab.	Tabelle
u. ä.	und ähnlich
UN-BRK	UN Behindertenrechtskonvention
UDL	Universal Design for Learning
usw.	und so weiter
z. B.	zum Beispiel

11. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Modellarten entnommen aus Heitzmann (2013, 89) 27

Abb. 2: Modell der Modellkompetenz entnommen aus Upmeier zu Belzen, Krüger (2010, 53) 30

Abb. 3: Baummodell zur entwicklungslogischen Didaktik aus Feuser (1989, 10) 57

Abb. 4: Didaktische Auffächerung nach Seitz, entnommen aus Seitz (2006) 58

Abb. 5: Planungsmodell zum inklusiven Sachunterricht entnommen aus Gebauer & Simon (2012) 61

Abb. 6: Lernstrukturgitter zur Planung eines inklusiven Chemieunterrichts in Anlehnung an Menthe et al. (2014) 63

Abb. 7: Planungsmodell zur dualen Unterrichtsplanung, entnommen aus Ferreira González et al., 2018 64

Abb. 8: Darstellungsebenen und kognitive Operationen im Fachunterricht in Anlehnung an Leisen (2015, 134) 69

Abb. 9: Metacom-Symbole "Regenschirm", "Glück", "richtig" (Kitzinger, 2016) 73
Abb. 10: Allgemeines Ablaufmodell zur qualitativen Inhaltsanalyse in Anlehnung an Kuckartz (2016) 101
Abb. 11: Auswertungsformen der qualitativen Inhaltsanalyse in Anlehnung an Kuckartz (2016) 103
Abb. 12: Ablaufmodell zum Projektablauf im Rahmen von DBR in Anlehnung an Rohrbach-Lochner (vorr. 2018) 108
Abb. 13: Ablaufmodell der strukturierenden Inhaltsanalyse in Anlehnung an Kuckartz (2016) 124
Abb. 14: Phasen in choice²explore 132
Abb. 15: Symbol und Handpuppen "Milla und Lutz" 133
Abb. 16: Einführung in die Phase "Schau genau!"; Lösevorgang 134
Abb. 17: Lernmaterialien zur Phase "Schau genau!" für leistungsstärkere SchülerInnen; Lösevorgang 135
Abb. 18: Lernmaterialien der Phase "Schau genau!" für leistungsschwächere SchülerInnen; Lösevorgang 136
Abb. 19: Material zur Phase "Schau genau!"; Lösevorgang 137
Abb. 20: Lernmaterial zur Phase "Was denkst du?"; Lösevorgang 139
Abb. 21: Forscherprotokoll; Lösevorgang 140
Abb. 22: Versuchsaufbau im ersten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang 141
Abb. 23: Kontext zum ersten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang 141
Abb. 24: Lernmaterial zum ersten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang 142
Abb. 25: Kontext zum zweiten Lernimpuls der Phase „Find es heraus"; Lösevorgang 143
Abb. 26: Lernmaterial zum zweiten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang 144
Abb. 27: Kontext zum dritten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang 145
Abb. 28: Lernmaterial zum dritten Lernimpuls der Phase „Find es heraus!"; Lösevorgang 146
Abb. 29: Forscherauftrag zur Phase "Erklär es mir!"; Lösevorgang 147
Abb. 30: Legosteinmodell zum Lösevorgang 147
Abb. 31: Lernmaterial zur Phase "Erklär es mir!"; Lösevorgang 148
Abb. 32: Kontext und Lernmaterial 1 zur Phase "Weiter geht's!"; Lösevorgang 149
Abb. 33: Lernmaterial 2 zur Phase "Weiter geht's!"; Lösevorgang 150
Abb. 34: Lernmaterial zum ersten Lernimpuls zur Phase "Find es heraus!"; Verdunstung 153
Abb. 35: Lernmaterial Teil 2 zum ersten Lernimpuls zur Phase "Find es heraus!"; Verdunstung 154
Abb. 36: Lernmaterial zum dritten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Verdunstung 155
Abb. 37: Lernmaterial zur Phase "Erklär es mir!"; Verdunstung 156
Abb. 38: Regelsymbolkarten 160

Abb. 39: Symbolkarte "diskutieren 160
Abb. 40: Wortspeicherkarten 161
Abb. 41: Tischbilder zweier Gruppen 161
Abb. 42: Überarbeitetes Lernmaterial zur Phase "Schau genau!"; Lösevorgang 162
Abb. 43: Tafelbild zur Plenumsphase des ersten Lernimpulses 163
Abb. 44: Visualisierter Ausschluss zum zweiten Lernimpuls am SchülerInnenmagnetboard; Lösevorgang 163
Abb. 45: Überarbeitete Lernmaterialien zum zweiten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Lösevorgang 164
Abb. 46: Überarbeitete Lernmaterialien zum dritten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Lösevorgang 165
Abb. 47: Visualisierter Ausschluss zum dritten Lernimpuls am SchülerInnenmagnetboard; Lösevorgang 165
Abb. 48: Überarbeiteter Versuchsaufbau zum ersten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Verdunstung 166
Abb. 49: Überarbeitetes Lernmaterial zum zweiten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Verdunstung 167
Abb. 50: Überarbeitete Lernmaterialien zum dritten Lernimpuls der Phase "Find es heraus!"; Verdunstung 168
Abb. 51: Überarbeitete Lernmaterialien zur Phase "Erkär es mir!"; Verdunstung 169
Abb. 52: Visualisierte Schlussfolgerungen an der Tafel zur Phase "Find es heraus!"; Verdunstung 170
Abb. 53: Follow-up Test 180
Abb. 54: Charakterisierungsbogen 181
Abb. 55: Auszüge aus den Kategorienleitfäden 2 und 3 185
Abb. 56: Auszug aus dem Kategorienleitfaden 4 187
Abb. 57: Ausschnitt Kategorienfaden 5 zur Modellnutzung 227
Abb. 58: Zeichnungen des Legosteinmodells dreier SchülerInnen im Follow-up Test 235
Abb. 59: Technikaufbau in einem Klassenraum 243
Abb. 60: Lernimpulsbezogene Handlungen und Kooperationstypen 247
Abb. 61: Ausdifferenziertes Codesystem der Kooperationstypen aus MAXQDA 249
Abb. 62: Bildschirmansicht bei der Videocodierung in MAXQDA 250
Abb. 63: Ausschnitte der Kategorienleitfäden 6 zum gemeinsamen Lernen 251
Abb. 64: Codierte Handlungen im Codesystem in MAXQDA 253
Abb. 65: Häufigkeiten der Handlungen 253
Abb. 66: Liste der Codings mit der Spalte "Flächen 254
Abb. 67: Häufigkeiten der Kooperationstypen 256
Abb. 68: Zeitliche Anteile der Kooperationstypen 257
Abb. 69: Ausschnitt Code-Relation Browser zur Überschneidung von Kooperationshandlungen und -typen 259

Abb. 70: Häufigkeiten der Überschneidungen der Kooperationshandlungen mit dem Kooperationstyp "kollaborierend" 260
Abb. 71: Beispielsituation: kollaborierendes Erklären 261
Abb. 72: Beispielsituation kollaborierendes Erklären 2 261
Abb. 73: Beispielsituation kollaborierendes Beobachten 262
Abb. 74: Beispielsituation kollaborierendes Lesen 262
Abb. 75: Häufigkeiten der Überschneidungen der Kooperationshandlungen mit dem Kooperationstyp "helfend" 264
Abb. 76: Beispielsituation helfendes Aufschreiben 264
Abb. 77: Häufigkeiten der Überschneidungen der Kooperationshandlungen mit dem Kooperationstyp "nebeneinanderher 265
Abb. 78: Beispielsituation nebeneinanderher Aufschreiben 265
Abb. 79: Überschneidungen der Kooperationstypen je Handlungsart 268
Abb. 80: Anteile an Flächen der Kollaboration aller Gruppen im Vergleich 274
Abb. 81: Anteile an Hilfe gebenden und Hilfe nehmenden Aktionen je SchülerIn 276
Abb. 82: Anteile Flächen des Nebeneinanderher aller Gruppen 279
Abb. 83: Zeitliche Gestaltung der helfenden Anteile der Gruppe Gs2K1G1 296
Abb. 84: Antworten des Schülers Gs5K2G5-S1 im Follow-up Test 301
Abb. 85: Zusammenhänge der Wirkungsweisen in choice²explore 361

Abb. I: Helfende zeitliche Anteile der SchülerInnen in der Gruppe 486

12. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Phasen der Unterrichtskonzeption choice²learn 22
Tab. 2: Vorstellungen zum Lösevorgang 24
Tab. 3: Vorstellungen zur Verdunstung 26
Tab. 4: Rahmen zur Beschreibung inklusiver Praktiken, Bereich „Lernen" in Anlehnung an Florian & Spratt (2013) (Übers. d. Verf.) 39
Tab. 5: Schulbesuchszahlen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf in der BRD 2012/2013; 2015/2016 in Anlehnung an Hasselhorn et al. (2014), Maaz et al. (2016) 49
Tab. 6: Sprachprobleme im Fachunterricht in Anlehnung an Leisen (2015) 53
Tab. 7: Aneignungswege in Anlehnung an Bruner, Kutzer, Feuser 68
Tab. 8: Konvergierende Leichte Sprache-Regeln in Anlehnung an Bredel & Maaß (2016) 75
Tab. 9: Regeln der Leichten Sprache des Netzwerkes Leichte Sprache in Anlehnung an Bredel und Maaß (2016) 76
Tab. 10: Übersicht über das Design-Experiment 111

Tab. 11: Datenüberblick 119
Tab. 12: Grundstruktur der Interviews 122
Tab. 13: Kategoriensystem zu Vorstellungen und Beobachtungen im Rahmen der Einzelinterviews 125
Tab. 14: Zusammenschau von erhobenen und literaturbasierten Vorstellungen zum Lösevorgang sowie zur Verdunstung 126
Tab. 15: Übersicht über die Elemente der Unterrichtskonzeption choice²explore 171
Tab. 16: Ablauf der Datenaufnahme im Mesozyklus vier in einer Klasse 176
Tab. 17: Struktur der Post-Interviews in Mesozyklus vier 179
Tab. 18: Ausschnitt eines Auswertungsbogens 182
Tab. 19: Kategoriensystem zu den Beobachtungen der SchülerInnen in der Phase „Schau genau!" 189
Tab. 20: Verteilung der gewählten Antworten der SchülerInnen in der Phase „Was denkst du?" 190
Tab. 21: Beschreibung des Lösevorgangs der SchülerInnen im Post-Interview 192
Tab. 22: Beschreibungen des Lösevorgangs als das Verteilen des Salzes in kleinen Teilchen im Post-Interview 192
Tab. 23: Anzahl der „unsicher" bzw. „überzeugt" eingestuften SchülerInnen in Abhängigkeit der nicht anschlussfähigen bzw. anschlussfähigen Vorstellungen im Post-Interview 195
Tab. 24: Beschreibung des Lösevorgangs im Follow-up Test und Follow-up Interview 197
Tab. 25: Beschreibungen des Lösevorgangs mit eigener Sprache im Follow-up 197
Tab. 26: Anzahl der "unsicher" bzw. "überzeugt" eingestuften SchülerInnen in Abhängigkeit der "nicht anschlussfähigen" bzw. "anschlussfähigen" Vorstellungen im Follow-up Interview 199
Tab. 27: Ausschlussverhalten zur Idee „Das Salz ist weg." im Rahmen der Forscherprotokolle 200
Tab. 28: Ausschlussverhalten zur Idee „Das Salz ist flüssig geworden." im Rahmen der Forscherprotokolle 202
Tab. 29: Ausschlussverhalten zur Idee „Das Salz ist zu Wasser geworden." im Rahmen der Forscherprotokolle 203
Tab. 30: Ausschlussverhalten der SchülerInnen im Post-Interview 206
Tab. 31: Ausschlussverhalten der SchülerInnen zur Idee "Das Salz ist weg." im Follow-up Test 210
Tab. 32: Ausschlussverhalten der SchülerInnen zur Idee "Das Salz ist flüssig geworden." im Follow-up Test 213
Tab. 33: Ausschlussverhalten der SchülerInnen zur Idee „Das Salz ist zu Wasser geworden.“ im Follow-up Test 217
Tab. 34: Ausschlussverhalten der SchülerInnen in den Follow-up Interviews 220
Tab. 35: Ausschlussverhalten der SchülerInnen in den Follow-up Tests 221
Tab. 36: Ergebnisse der Modellnutzung innerhalb der Post-Interviews 228
Tab. 37: Ergebnisse der Modellnutzung innerhalb der Follow-up Interviews 231

Tab. 38: Modellnutzung innerhalb des Follow-up Tests 233
Tab. 39: Bezüge der Modellnutzung im Projekt zum Kompetenzmodell der Modellkompetenz 238
Tab. 40: Dauer der Handlungen insgesamt und durchschnittlich 254
Tab. 41: Durchschnittliche Dauer der Kooperationstypen 257
Tab. 42: Vorstellungsentwicklungen Gruppe Gs4K1G6 287
Tab. 43: Vorstellungsentwicklungen Gruppe Gs5K2G8 291
Tab. 44: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs2K1G1 294
Tab. 45: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs5K2G5 299
Tab. 46: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs2K1G5 305
Tab. 47: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs2K1G4 311
Tab. 48: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs2K1G3 316
Tab. 49: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs5K2G2 322
Tab. 50: Vorstellungsentwicklungen der Gruppe Gs4K1G3 326
Tab. 51: Vorstellungsentwicklung der Gruppe Gs4K1G7 330
Tab. 52: Elemente in choice²explore die den Rahmen für inklusiven Unterricht nach Florian und Spratt (2013) entsprechen 357

Tab. I: Kategorienleitfaden 1: Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf 452
Tab. II: Kategorienleitfaden 2: Vorstellungsentwicklungen 455
Tab. III: Kategorienleitfaden 3: Überzeugung der SchülerInnen 460
Tab. IV: Kategorienleitfaden 4: Ausschluss von Vorstellungen 462
Tab. V: Kategorienleitfaden 5: Modelleinsatz und –nutzung 466
Tab. VI: Kategorienleitfaden 6: gemeinsames Lernen 468
Tab. VII: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs4K1G6 487
Tab. VIII: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs2K1G1 488
Tab. IX: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs5K2G5 489
Tab. X: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs2K1G4 490
Tab. XI: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs2K1G3 491
Tab. XII: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs5K2G2 492
Tab. XIII: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs4K1G3 493

Tab. XIV: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs4K1G7 494

Anhang

Anhang A: Lernmaterial

Lösen von Salz in Wasser
Verdampfen von Wasser

Name:

Was beobachtet Milla?
Schau genau!

Du brauchst:

Material	✓
Salz	
Löffel	
Glas	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Milla und Lutz wollen Nudeln kochen.

Milla nimmt etwas Salz und gibt es in das Wasser.

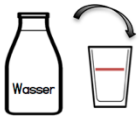
Sie beobachtet ganz genau und wundert sich.

Was hat Milla beobachtet?

Führt gemeinsam den Versuch auf der nächsten Seite durch!

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Schau genau!

Aufgabe	✓
 Fülle das Glas bis zur Hälfte mit Wasser.	
Gib einen Löffel Salz in das Wasser.	
Rühre um.	

Was kannst du beobachten? Was passiert mit dem Salz?

Schreib auf oder male was du siehst.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Was denkst du? Name:

Was passiert mit dem Salz?
Milla und Lutz haben viele Ideen.

Was denkst du? Kreuze eine Antwort an!

- ☐ Das Salz ist zu Wasser geworden.
- ☐ Das Salz ist in sehr kleinen Teilchen verteilt.
- ☐ Das Salz ist flüssig geworden.
- ☐ Das Salz ist weg.

Begründe!

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus! Name:

Ist das Salz weg?
Find es heraus!

Du brauchst:

Material	✓
Salz	
Glas	
Wasser	
Löffel	
Teelicht	
Drahtgestell	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus! Name:

Ist das Salz weg?
Find es heraus!

Maja und Lutz haben ihren Topf auf dem angeschalteten Herd vergessen.

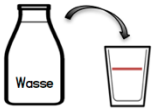
Lutz guckt in den Topf und stellt fest:

„Das Wasser ist nicht mehr da, aber schau mal, da unten am Topfboden ist etwas Weißes."

Er probiert mit einem Finger und wundert sich.

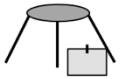
© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus!

Aufgabe		✓
	Fülle das Glas bis zur Hälfte mit Wasser.	
	Gib einen Löffel Salz in das Wasser.	
	Rühre um.	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus!

	Stelle das Teelicht unter das Drahtgestell	
	Meldet euch.	
	Nimm etwas Wasser aus dem Glas auf den Löffel.	
	Gib ein wenig Wasser in die Schale.	
	Beobachte.	
	Meldet euch.	

Diskutiert in der Gruppe!
Könnt ihr eine Idee auf dem Protokollbogen streichen?
Warum?

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus! Name:

Ist das Salz flüssig geworden?
Find es heraus!

Du brauchst:

Material	✓
Salz	
Löffel	
Teelicht	
Drahtgestell	
Sanduhr	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

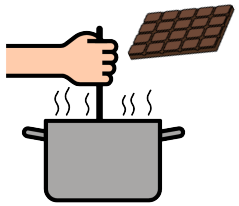
Find' es heraus!

Ist das Salz flüssig geworden?
Find' es heraus!

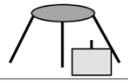
Wann wird etwas flüssig?

Lutz überlegt:

„Wenn ich meine Plätzchen mit Schokolade verzieren möchte, dann erwärme ich die Schokolade in einem Topf auf dem Herd. So wird sie flüssig.
Schmilzt auch das Salz, wenn ich es im Topf erwärme?"



© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Aufgabe		✓
	Stelle das Teelicht unter das Drahtgestell.	
	Meldet euch.	
	Gib etwas Salz in die kleine Schale.	
	Drehe die Sanduhr um.	
	Beobachte.	
	Warte, bis die Zeit vorbei ist.	
	Puste das Teelicht aus.	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Ist das Salz flüssig geworden?
Find es heraus!

Überlegt zusammen:

1. Reicht die Wärme von der Kerze aus, um das Salz flüssig zu machen?

☐ Ja, _____.

☐ Nein, _____.

2. Reicht die Wärme vom Wasser aus, um das Salz flüssig zu machen?

☐ Ja, weil_____.

☐ Nein, weil_____.

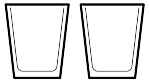
3. Könnt ihr eine Idee auf dem Protokollbogen streichen?
   Warum?

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus! Name:

Ist das Salz zu Wasser geworden?
Find es heraus!

Du brauchst:

Material	✓
Wasser + Salz	
Wasser	
 2 Gläser	
Kartoffeln	

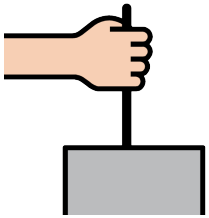
© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

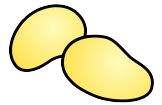
Find' es heraus!

Ist das Salz zu Wasser geworden?
Find' es heraus!

Woher wissen wir, dass es „nur" Wasser ist?
(Vergleich mit Wasser aus der Leitung)

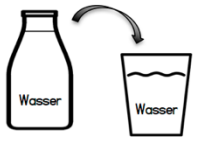
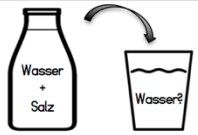
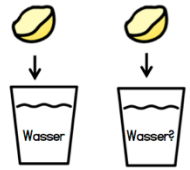
Milla und Lutz wollen das Wasser mit Wasser aus der Leitung vergleichen.
Lutz gibt Kartoffeln zu seinem Wasser.
Milla füllt einen Topf mit Wasser aus der Leitung und gibt Kartoffeln dazu.
Sie wundern sich.





© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus!

Aufgabe		✓
	Fülle in ein Glas Wasser.	
	Fülle in das andere Glas „Wasser und Salz“.	
	Gib in jedes Glas ein Stück Kartoffel.	
	Beobachte.	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

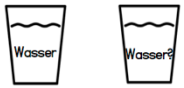
Find es heraus!

Male, was du siehst!

Glas 1: Wasser	Glas 2: Wasser und Salz (Wasser?)

Überlegt gemeinsam:

Wenn das Salz zu Wasser würde, wäre nur noch Wasser im Glas.
Kann in Glas 2 wirklich nur Wasser sein?



☐ Ja, weil_____.

☐ Nein, weil_____.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Forscherprotokoll

Welche Idee können wir streichen?	Warum können wir die Idee streichen? Begründet gemeinsam!
Das Salz ist weg.	Wir können die Idee streichen, weil ...
Das Salz ist flüssig geworden.	Wir können die Idee streichen, weil...
Das Salz ist zu Wasser geworden.	Wir können die Idee streichen, weil...
Das Salz ist in sehr kleinen Teilchen verteilt.	Wir können die Idee streichen, weil...

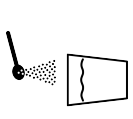
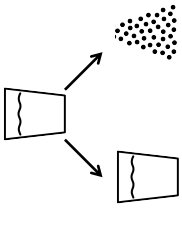
© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Name:

Erklär es mir!

Forscher benutzen besondere Wörter für Dinge, die sie beschreiben und beobachten.

Wir sagen, etwas löst sich, wenn...

sich zwei Stoffe mischen	wir aber nur eine gleichmäßige Flüssigkeit sehen	wir die Stoffe wieder trennen können
		

Wir sagen:

Das Salz **löst sich** im Wasser.
Es ist in kleinen Teilchen im Wasser verteilt.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Erklär es mir!

Wir benutzen das Wort „lösen" auch in anderen Situationen.
Dann meinen wir aber auch etwas anderes.

lösen
- eine Eintrittskarte am Schalter lösen
- eine Aufgabe lösen
- einen Konflikt lösen
- einen Knoten lösen
- ein Rätsel lösen
- eine Fall lösen

auflösen
- einen Vertrag auflösen
- Wolken lösen sich auf
- eine Brausetablette löst sich auf

Wo benutzt ihr das Wort?

Wir sagen:

Das Salz **löst sich** im Wasser.
Es ist in kleinen Teilchen im Wasser verteilt.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Erklär es mir!

Forscherauftrag:

Spiele mit dem Modell nach, was mit dem Salz im Wasser passiert.
Die roten Legosteine stehen für die Salzteilchen.
Die gelben Legosteine stehen für die Wasserteilchen.
Gib die roten Salzteilchen zu den gelben Wasserteilchen.
Rühre um!

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's! Name:

Du brauchst:

Material	✓
Zucker	
Löffel	
Glas	
Wasser	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Milla trinkt mit ihrer Oma Tee.
Sie gibt etwas Zucker in ihre Tasse.
Die Oma sagt:
„Schau mal, Milla! Der Zucker ist verschwunden!"

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's!

Aufgabe		✓
	Fülle das Glas mit Wasser.	
	Gib einen Löffel Zucker in das Wasser.	
	Rühre mit dem Löffel um.	

Was kannst du beobachten?

Schreib auf, was du siehst!

Stimmt es, was Majas Oma sagt?
Was sagt Maja ihrer Oma?

☐ Ja!
☐ Nein!

Der Zucker _____

_____

Er ist _____

_____

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's!

Name:

Forscherfrage:

Meinst du, du kannst unendlich viel Salz im Wasser lösen?

Du brauchst:

Material	✓
Wasser	
Glas	
Salz	
Löffel	

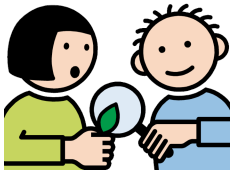
© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

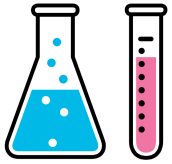
Mein Forscherwörterbuch

	das Salz
	der Löffel
	das Glas
	die Gläser
	das Wasser
	das Teelicht
	das Drahtgestell
	die Sanduhr
	die Kartoffel

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Forscherheft





Hier forscht: _____

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Schau genau!

Milla und Lutz spielen im Garten.

Sie merken gar nicht, dass es plötzlich anfängt zu regnen.

Als sie wieder im Haus sind, sind ihre Anziehsachen schon pitschnass.

Milla hängt ihre Sachen zum Trocknen auf und gibt Lutz neue Anziehsachen.

Seine nassen Sachen verstauen sie in seiner Tasche.

Als Milla abends nach ihren Sachen guckt, staunt sie nicht schlecht.

Was hat Milla festgestellt?

Führt gemeinsam den Versuch auf der nächsten Seite durch!

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Schau genau! Name:

Was hat Milla festgestellt?
Schau genau!

Du brauchst:

Material	✓
T-Shirt	
Schüssel	
Sprühflasche	
Wäscheleine	
2 Büroklammern	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Was denkst du? Name:

Was passiert mit dem Salz?
Milla und Lutz haben viele Ideen.

Was denkst du? Kreuze eine Antwort an!

- ☐ Das Wasser wurde vom T-shirt aufgesogen.
- ☐ Das Wasser ist weg.
- ☐ Das Wasser ist zu sowas wie Luft geworden.
- ☐ Das Wasser ist heruntergefallen.

Begründe!

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Schau genau!

Aufgabe		✓
	Lege das T-Shirt in die Schüssel.	
	Besprühe das T-Shirt mit Wasser.	
	Hänge das T-Shirt mit den Büroklammern an die Wäscheleine.	

Wie fühlt sich das T-Shirt jetzt an?

Was kannst du nach 2 Stunden beobachten?

Was ist mit dem T-Shirt passiert? Schreib auf, was du siehst.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus! Name:

Ist das Wasser heruntergefallen?
Find es heraus!

Milla schaut zwischendurch nach den nassen Sachen.
Sie fühlen sich schon trockener an.
Auf dem Boden entdeckt sie eine Pfütze.
„Nanu, wie kommt die denn hierher?"

Wie kommt die Pfütze auf den Boden?
Ist sie der Grund dafür, dass das T-Shirt trocken wird?
Führt gemeinsam den Versuch auf der nächsten Seite durch.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus! Name:

Ist das Wasser heruntergefallen?
Find es heraus!

Du brauchst:

Material	✓
1 T-shirt	
1 Schüssel	
Sprühflasche	
Wäscheleine	
4 Büroklammern	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Ist das Wasser heruntergefallen?
Find es heraus!

Überlege alleine:

1. Wie fühlt sich das T-Shirt an?

_____
_____
_____

2. Warte einen Tag und fühle erneut an dem T-Shirt. Ist das T-Shirt trocken?

☐ Ja
☐ Nein

Was ist mit der Schüssel?

_____
_____
_____

Tausche dich mit deiner Gruppe aus:

Könnt ihr eine Idee auf dem Protokollbogen streichen? Warum?

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Aufgabe		✓
	Lege das T-shirt in die Schüssel.	
	Sprühe das T-shirt an, bis es nass ist.	
	Hänge das T-shirt mit den Büroklammern an die Wäscheleine.	
	Stelle die Schüssel unter das T-shirt.	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus! Name:

Wurde das Wasser vom T-shirt aufgesogen?
Find es heraus!

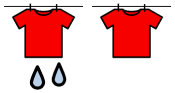
Lutz packt seine nassen Sachen ein.

Sie fühlen sich schwerer an.

„Ob das an dem Wasser liegt?"

Milla überlegt: „Vielleicht saugt das T-Shirt das Wasser auf?"

Ist das T-shirt nass genauso schwer, wie nach dem Trocknen?



Hat Milla recht?

Führt gemeinsam den Versuch auf der nächsten Seite durch!

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus! Name:

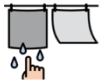
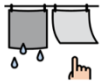
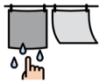
Wurde das Wasser vom T-shirt aufgesogen?
Find es heraus!

Du brauchst:

Material	✓
T-Shirt	
Waage	
Schüssel	
Sprühflasche	
Wäscheleine	
Büroklammern	

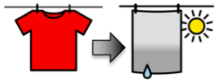
© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Notiere das Gewicht:

Zustand vom T-Shirt	Gewicht
 nass	
 trocken	
 nass	

Schreib auf, was dir aufgefallen ist!

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Aufgabe		✓
	Wiege das trockene T-Shirt. Notiere das Gewicht.	
	Besprühe das T-Shirt über der Schüssel mit Wasser.	
	Wiege das feuchte T-Shirt erneut. Notiere das Gewicht.	
	Hänge das T-Shirt mit den Büroklammern an die Wäscheleine.	
	Lass das T-Shirt trocknen.	
	Wiege das getrocknete T-Shirt erneut. Notiere das Gewicht.	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Überlegt in der Gruppe:

1. Schaut euch eure Ergebnisse genau an.
   Wie wäre das Gewicht, wenn das T-shirt das Wasser aufgesogen hätte?

   _____
   _____
   _____

2. Könnt ihr eine Idee auf dem Protokollbogen streichen?
   Warum?

   _____
   _____
   _____

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Name:

Ist das Salz weg?
Find es heraus!

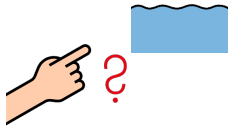
Millas Sachen sind trocken.

Aber wo ist das Wasser?

Sie schaut auf dem Boden, fühlt am T-Shirt und an der Wäscheleine.

Nirgends kann sie es finden.

„Dann ist es wohl weg." Oder?



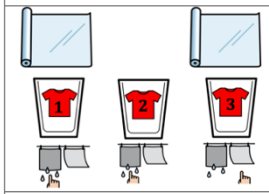
Hat Milla mit ihrer Vermutung recht?

Führt gemeinsam den Versuch auf der nächsten Seite durch.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus!

Ist das Wasser weg?
Find' es heraus!

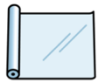
Aufgabe		✓
	Lege zwei T-Shirts in die Schüssel.	
	Besprühe die zwei T-Shirts.	
	Lege die T-Shirts in die Becher.	
	Verschließe ein nasses und ein trockenes T-Shirt in den Bechern mit Frischhaltefolie.	
	Warte bis zum nächsten Tag.	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Find es heraus! Name:

Ist das Wasser weg?
Find es heraus!

Du brauchst:

Material	✓
3 T-Shirts	
Sprühlfasche	
1 Schüssel	
3 Becher	
 Frischhaltefolie	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Untersuche die Folie auf den Bechern.

Was kannst du beobachten?

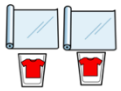
Schreib auf oder male, was du siehst!

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Ist das Wasser weg?
Find es heraus!

mmh **Überlege alleine:**

1. Warum sind auf der einen Folie Tröpfchen und auf der anderen nicht?



2. Überlege genau:
   Ist das Wasser weg?

☐ Ja, weil _____.

☐ Nein, weil _____.

Tausche dich mit deiner Gruppe aus:

Könnt ihr eine Idee auf dem Protokollbogen streichen? Warum?

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

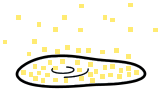
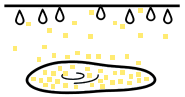
Forscherprotokoll

Welche Idee können wir streichen?	Warum können wir die Idee streichen? Begründet gemeinsam!
Das Wasser ist heruntergefallen.	Wir können die Idee streichen, weil ...
Das Wasser wurde vom T-shirt aufgesogen.	Wir können die Idee streichen, weil...
Das Wasser ist weg.	Wir können die Idee streichen, weil...
Das Wasser ist zu sowas wie Luft geworden.	Wir können die Idee streichen, weil...

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott

Erklär es mir!

Forscher benutzen besondere Wörter für Dinge,
die sie beschreiben und erklären.
Wir sagen, etwas verdunstet, wenn...

	die Teilchen einer Flüssigkeit
	aus der Flüssigkeit heraustreten
	und sich in der Luft verteilen.
	Wir können diesen Vorgang nicht sehen,
	er braucht viel Zeit,
	aber die Flüssigkeit wird immer weniger.
	Kommen viele Teilchen zusammen, werden sie wieder zu Tropfen. Sie sind also nicht dasselbe wie Luft.

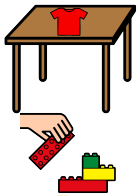
Das Wasser verdunstet.
Es ist in kleinen Wasserteilchen in der Luft verteilt.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Erklär es mir!

Name:

Forscherauftrag:



Zeigt mit dem Modell, was mit dem Wasser aus den Anziehsachen passiert.

Füllt euer T-Shirt mit gelben Legosteinen, die für die Wasserteilchen stehen.
Legt die Wasserteilchen so, dass sie dicht beieinander liegen und das ganze T-Shirt bedeckt ist.

Legt nun grüne Legosteine als Luft um das T-Shirt.
Was passiert beim Trocknen mit den gelben Wasserteilchen?

Spielt mit den Legosteinen nach, was mit dem Wasser passiert.
Ist es immer noch Wasser?

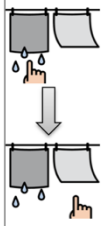
_____

_____

_____

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's!



Was macht man mit nassen Sachen, damit sie schnell trocknen?

_____

_____

_____

Ist das nur bei Anziehsachen so?

☐ Ja, weil _____.

☐ Nein, weil _____.

Besprecht in der Gruppe eure Ergebnisse.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's!

Name:

Abends ist Lutz sehr müde.

Er vergisst sogar seine Tasche auszuräumen.

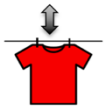
Am nächsten Tag möchte er wieder sein Lieblings-T-Shirt vom Vortag anziehen.

Als er es aus seiner Tasche holt, ist es immer noch nass.

Überlege alleine:

Lutz

Wieso ist das T-Shirt von Lutz noch nass, obwohl Millas Anziehsachen schon trocken sind?



Mila

Wo liegt der Unterschied?

_____

_____

_____

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's!

Name:

Lutz überlegt:

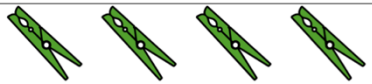
Gibt es noch andere Möglichkeiten das T-Shirt schnell zu trocknen?

Helft Lutz herauszufinden, wie er sein Lieblings-T-Shirt am schnellsten trocken bekommt.

Führt dazu gemeinsam den nächsten Versuch durch.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's!

Material	✓
4 T-Shirts	
Wäscheleine	
Sprühflasche	
 4 Wäscheklammern	
Schüssel	
Fön	

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's!

	Versucht das 3. T-Shirt mit dem Mund trocken zu pusten.	
	Das 4. T-Shirt soll durch den warmen Fön getrocknet werden.	

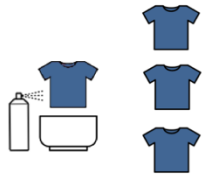
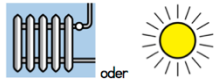
Lege die Reihenfolge (1-4) fest:

	Wärme
	Dunkelheit und Kälte
	Kalte Luft
	Warme Luft

Notizen zum Versuch

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's!

Aufgabe		✓
	Besprühe die 4 T-Shirts hintereinander über der Schüssel mit Wasser.	
	Befestige 2 der nassen T-Shirts mit den Wäscheklammern an der Wäscheleine.	
	Versucht die folgenden 4 Vorgänge gleichzeitig durchzuführen und zu beobachten.	
 oder	Legt das 1. T-Shirt auf die Heizung oder in die Sonne.	
	Legt das 2. T-Shirt in den Schatten oder an einen möglichst dunklen Ort.	

Weiter geht's!

Überlege alleine:

Welche Unterschiede fallen dir auf?

_____

_____

Vervollständige:

Je _____ es ist, desto _____ ist das Wasser _____.

kälter • verdunstet • langsamer • wärmer •schneller • weg

Besprecht eure Ergebnisse innerhalb der Gruppe.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's!

Name:

Milla ist bei Lutz zu Besuch.
Als sie ins Haus kommt, riecht es anders als sonst.

Lutz erklärt ihr, dass seine Mutter eine neue Duftlampe hat.

© LEONARDO Stores GmbH

Die Duftlampe steht entfernt von Milla.
Wie kann es sein, dass Milla den Geruch der Duftlampe trotzdem riechen kann?

Überlege alleine:

Vervollständige den Weg der Teilchen.

Milla

Erkläre was passiert.
Verwende dabei die Fachwörter.

_____

_____

_____

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's!

Name:

Beim Spielen sehen sie Lutz' Mama mit einem Berg frischgewaschener Wäsche hereinkommen.

Als Experten im Waschetrocknen, geben sie Lutz' Mama Tipps, wie die Wäsche am schnellsten trocknet.

Welche Tipps würdest du Lutz' Mutter geben?
Kreuze an.

☐ Die Wäsche sollte an einem warmen und windigen Ort stehen.

☐ Die Wäsche sollte zerknüllt im Wäschekorb bleiben.

☐ Die Wäsche sollte in einem dunklen und kalten Raum stehen.

☐ Die Wäsche sollte ausgebreitet und aufgehangen werden.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Weiter geht's!

Was passiert mit der braunen Flüssigkeit in der Schale? Kreuze an.

Die Flüssigkeit in der Schale...

☐ ... wird mehr, weil

_____.

☐ ... wird weniger, weil

_____.

☐ ... bleibt gleich, weil

_____.

Fallen dir noch weitere Flüssigkeiten ein, die du riechen kannst?

_____

_____

Besprecht eure Ergebnisse innerhalb der Gruppe.

© Institut für Didaktik der Chemie – WWU Münster – Lisa Rott & Annette Marohn

Anhang B: Interviewleitfäden

1. Leitfaden zur Erhebung von Schülervorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf
2. Leitfaden Post-Interview
3. Leitfaden Follow-up Interview
4. Leitfaden Interview Lehrpersonen

Leitfaden zur Erhebung von Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf

Einführung:

- Allgemeine Begrüßung
- Wertschätzung

Phasenübergänge

1. Maja putzt die Tafel. Wie du dir sicher vorstellen kannst, ist sie nun nass. Zeichne, wie die Tafel aussieht. (nach dem Putzen)
   Doch nach einiger Zeit verändert sich die Tafel.
   Zeichne, was mit dem Wasser passiert. Beschreibe, was du malst.
   - Was passiert mit dem Wasser?
   - Wo ist das Wasser jetzt?
   - Hat es sich verändert?
   →Blatt mit Tafel

ODER: ***Diagnoseaufgabe 1***

ODER: Kennst du noch andere Situationen, wo etwas trocknet? Bzw. in denen so etwas mit dem Wasser passiert?
ODER: Maja geht im Sommer gerne baden. Nach dem baden legt sie sich in die Sonne.

- Was passiert mit ihrem Körper?
- Was passiert mit dem Wasser?
- Wo ist das Wasser jetzt?
- Hat es sich verändert?

2. Lutz möchte sich einen Tee/Nudeln kochen. Dabei stellt er fest, dass das Wasser im Wasserkocher/im Topf weniger wird.
   - Hast du das schon einmal beobachtet?
   - Was passiert mit dem Wasser?
   - Wo ist das Wasser jetzt?
   - Hat es sich verändert?
   →ggf. Topf mit Wasser & Herdplatte / Wasserkocher

   a. Außerdem beobachtet er, dass es ganz schön blubbert im Wasserkocher/Topf
   - Was könnte stimmen? Hast du eine andere Idee?

HIER: ***Diagnoseaufgabe 2***

b. ***MODELL***:
Wir können nicht genau sehen, was mit dem Wasser passiert. Aber wenn wir uns vorstellen, dass wir durch eine gaanz tolle Lupe schauen könnten, die alles ganz doll vergrößert, können uns vllt die Steine hier helfen. Wenn wir das Wasser erwärmen, fügen wir Energie hinzu. ***LEGO & Becher***

- Durch die Wärme werden die Wasserteilchen gezwungen, sich zu bewegen, Was passiert, wenn sie dies ganz schnell tun?
→Steine fliegen aus dem Karton

3. Während des Kochens hebt Lutz den Deckel des Wasserkochers/Topfes an, um nach dem Wasser zu schauen. Dabei bemerkt er, dass sich an dem Deckel Tropfen gebildet haben.
   - Hast du das schon einmal beobachtet?
   - Was meinst du, warum bilden sich dort Tropfen an dem Deckel?

→ die Steine knallen gegen den Deckel und werden wieder zu Wassertropfen

Tee und Zucker

4. Maja trinkt ihren Tee gerne mit Zucker. Sie nimmt einen Löffel voll Zucker und gibt ihn in ihre Tasse.
   - Was passiert mit dem Zucker?
   - Was würde man mit einer besonders starken Lupe sehen?
   →Zeichne deine Vermutung!

UND: ***Glas, Zucker:*** selber ausprobieren

ODER: ***Diagnoseaufgabe 3***: - Was könnte stimmen?
- Wie könnte man das überprüfen?
- Wenn jemand behaupten würde, das in dem Tee schon Zucker wäre – wie könntest du das herausfinden?

HIER: ***Modell*** – Wasser und Zucker mischen
Wir können mit bloßem Auge nicht sehen, was mit dem Zucker passiert, aber vllt helfen uns ja die Lego Steine dabei. Wenn wir wieder durch eine ganz tolle Lupe schauen, sodass wir die kleinen Wasserteilchen sehen können und Zucker dazu geben. Was passiert dann mit den Steinen? Probiere es aus!

- Kennst du noch was anderes, das sich genauso verhält, wie der Zucker?
- Ist das bei allen Sachen so, die man in Wasser gibt?
  →Wie könnte man das herausfinden?
  →Bsp. Sand
- Muss das Wasser warm sein?
  →Ist es ein Unterschied, ob ich das mit kaltem oder warmen Wasser mache? (Ausprobieren!)
- Wenn ich noch mehr Zucker in das Wasser gebe, funktioniert das dann immer noch so?

<u>Zusätzliche Fragen:</u>

Aggregatzustände

- Was ist Eis?
- Was ist der Unterschied zwischen Wasser, Eis und Wasserdampf? Was sind Gemeinsamkeiten?
- Kann man das eine in das andere umwandeln? Wie funktioniert das?

→evtl. zeichnen lassen

Wärmeleitfähigkeit

- Maja überlegt was wohl passiert, wenn sie eine Tasse mit heißem Wasser und eine Tasse mit kaltem Wasser zusammenschüttet. Hast du eine Idee?
- Was passiert denn wohl, wenn man zwei Tassen heißes Wasser zusammen schüttet?
- Wieso fühlt sich ein Holzlöffel „wärmer“ an, als ein Metalllöffel?

- Was bedeutet Temperatur? / Was bedeutet Wärme?

Leitfaden –Post-Interviews

- Einleitung:

  (Etwas Allgemeines als Begrüßung)

  - Hallo! Ich bin... Ich habe noch einmal ein paar Fragen zu eurem Projekt mit Milla und Lutz.
  - Für uns ist es spannend, wie es dir gefallen hat und was du dabei gelernt hast.
    Wir sind auch Forscher und wollen herausfinden, wie Kinder am besten lernen können.
  - Wir wollen dies noch mit anderen Kindern machen und vielleicht können wir ja etwas besser machen, das wollen wir herausfinden.
  - Daher haben wir auch alles gefilmt.
  - Was hat dir gut gefallen?
  - Was hat dir nicht gefallen?
  - Wie hat dir die Gruppenarbeit gefallen?
  - War irgendwas besonders schwierig?

- Versuch:
  - Weißt du noch? So sind wir angefangen:
  - Gib einen Löffel Salz in ein Glas Wasser.
    (→Kind bitten, den Versuch durch zuführen)
  - Was denkst du: was passiert mit dem Salz?
  - Warum denkst du das?

- Konfrontation:
  - Das hast du am Anfang angekreuzt. (AB zeigen)
  - Warum denkst du jetzt etwas anderes/folgendes:...?
  - Bzw.: Warum denkst du nun, dass die anderen nicht stimmen können?

- Modell:
  - Erkläre mir anhand der Legosteine was mit dem Salz im Wasser passiert!

- Ende:
  - Danke, du hast uns sehr geholfen! (Ich wünsche dir noch einen schönen Tag.)

Leitfaden – Follow-up Interviews

- Einleitung:
  (Etwas Allgemeines als Begrüßung)
  - Hallo! Ich bin... Ich habe noch einmal ein paar Fragen zu eurem Projekt mit Milla und Lutz.

- Versuch:
  - Weißt du noch? So sind wir angefangen:
  - Gib einen Löffel Salz in ein Glas Wasser.
    (→Kind bitten, den Versuch durch zuführen)

  - Was denkst du: was passiert mit dem Salz?
  - Warum denkst du das?
  - Kann das Salz weg sein?
  - Kann es flüssig geworden sein?
  - Kann es zu Wasser geworden sein?

- Modell:
  - Erkläre mir anhand der Legosteine was mit dem Salz im Wasser passiert!

- Ende:
  - Danke, du hast uns sehr geholfen! (Ich wünsche dir noch einen schönen Tag.)

Leitfaden – Interviews Lehrpersonen

- Einleitung
    - Vielen Dank, noch einmal, dass Sie sich bereit erklärt haben, an unserem Projekt teilzunehmen. Wir freuen uns über ihre Rückmeldungen dazu. Sie sind die Experten für die Praxis und erleben diese täglich.
    - Wir wollen im Projekt herausfinden, wie Schüler gemeinsam lernen können, ob sie ihre Vorstellungen verändern und wie sie sich dabei in der Gruppe zusammenarbeiten.

- Sie haben die einzelnen Stunden mit verfolgt. Erzählen Sie doch mal, wie sie die Stunden erlebt haben.
    - Ist Ihnen am *Verhalten* der einzelnen Kinder etwas besonders aufgefallen? Hat sich ein Kind anders verhalten als sonst?
        - Worauf führen Sie dies zurück?
    - Beschreiben Sie die *Zusammenarbeit* der Schüler in der Stunde. Ist ihnen etwas besonders aufgefallen?
    - Hat aus ihrer Sicht dort gemeinsames Lernen zwischen Regel- und Förderschülern stattgefunden?
    - Denken Sie nun besonders an die *Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf*: wie haben Sie diese Schüler (evtl. Schüler XY) erlebt?
    - Haben Sie *Verbesserungsvorschläge* in Bezug auf die Materialien? die
        - War dies passend für alle Schüler? War etwas zu schwierig? Was könnte man verbessern?
    - Haben Sie Verbesserungsvorschläge in Bezug auf das Konzept im gesamten?
    - Können Sie sich vorstellen, so eine Stunde mit ihren Schülern *durchzuführen*?
    - Welche Anregungen können Sie aus dem Konzept mitnehmen?
    - Was denken Sie ist die größte Herausforderung bei der Gestaltung von Lernmaterial und Unterricht für inklusive Klassen?

Anhang C: Kategorienleitfäden

Tab. I: Kategorienleitfaden 1: Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf

Tab. II: Kategorienleitfaden 2: Vorstellungsentwicklungen

Tab. III: Kategorienleitfaden 3: Überzeugung der SchülerInnen

Tab. IV: Kategorienleitfaden 4: Ausschluss von Vorstellungen

Tab. V: Kategorienleitfaden 5: Modelleinsatz und –nutzung

Tab. VI: Kategorienleitfaden 6: gemeinsames Lernen

Tab. I: Kategorienleitfaden 1: Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf

Kategorienleitfaden 1: Vorstellungen von SchülerInnen mit sonderpädagogischem Unterstützungsbedarf

1.1 Phasenübergänge

Daten: Interviews
Kategorien: induktiv
Codiereinheit: bedeutungstragende Phrase
Kontexteinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen
Auswertungseinheit: vorfindbare Äußerung der SchülerInnen
Abstraktionsniveau: mittleres Abstraktionsniveau: möglichst nah an Aussagen der SchülerInnen orientiert

	Benennung	Ankerbeispiele
A Verdunstung		
1 Tafel		
1a)	**Das Wasser verschwindet.**	„Dann, das Wasser verschwindet." (S6, Z.1)
1b)	**Das Wasser wird aufgesogen**	„Ähm das läuft in die Tafel." (S4, Z.1)
1c)	**Das Wasser fällt runter.**	„Also das geht da so runter, Tropfen so." (S5, Z.1)
1d)	**Das Wasser wird zu Staub.**	„Also, hier siehst du? Hier Staub! Und siehst du, das Wasser wird hier alles so zu Staub, hier! Alles trocken!" (S5, Z.1)
2 Schwimmbad		
2a)	**Das Wasser löst sich auf.**	„Da bleibt das am Körper. Dann.. es löst sich wohl auf." (S1, Z.2)
2b)	**Das Wasser trocknet.**	„Die Sonne trocknet mich aus." (S9, Z.2)
2c)	**Das Wasser tropft herunter (und die Erde saugt es auf).**	„Dann geht das in die Erde rein, dann trocknet das richtig aus, dann kriegt die Erde Wasser." (S8, Z.2)
2d)	**Das Wasser geht in die Luft.**	
3 Föhn		
3a)	**Das Wasser geht in den Föhn hinein.**	„Dann geht das in den Föhn." (S16, Z.3)
3b)	**Das Wasser tropft herunter.**	„Warteee. Das fließt runter." (S13, Z.3)

3c)	**Das Wasser wird zu Luft.**	„Dann geht das, dann wird das zu sowas wie Luft!“ (S3, Z.2)
3d)	**Das Wasser fliegt weg.**	„Dann ist das weggeflogen.“ (S12, Z. 3)
3e)	**Das Wasser zieht in den Körper rein.**	„Das geht in den Körper.“ (S17, Z.3)
B Verdampfung		
1 Es dampft/ qualmt. (z. B. S3, S6, S14)		
Dampf/Qualm/Rauch besteht aus		
1a)	**Dampf/ Qualm/ Rauch**	
1b)	**Wasser/ Wasserdampf/ heißem Wasser**	„Aus Wasser! Man kann das auch durch dem Atem machen.“ (S6, Z. 5)
1c)	**heißer Luft**	„Ja, aus Luft, da kommt so Luft und dann so fuuuhhh“ (S14, Z.4)
1d)	**sowas wie Luft**	„Dann geht das, dann wird das zu sowas wie Luft!“ (S3, Z. 3)
2 Blasen steigen auf. (z. B. S1, S5, S12)		
Blasen bestehen aus		
2a)	**Luft**	„Da kommt Luft raus, diese Blasen, das da!“ (S12, Z.5)
2b)	**Wasser/ Wasserbläschen/ Wasserdampf**	„Das Wasserdampf geht in die Luft. Da ist sogar Wasser, was da raus kommt.“ (S1, Z.5)
2c)	**Hitze**	„Heiße Bläs.. heiße Bläschen! Hitzebläschen!“ (S5, Z.5)
2d)	**Koffein**	„Koffein. Das ist doch auch manchmal im Wasser drinne!“ (S4, Z. 6)

1.2 Lösevorgang

Daten: Interviews
Kategorien: induktiv
Codiereinheit: bedeutungstragende Phrase
Kontexteinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen
Auswertungseinheit: vorfindbare Äußerung der SchülerInnen
Abstraktionsniveau: mittleres Abstraktionsniveau: möglichst nah an Aussagen der SchülerInnen orientiert

	Benennung	**Ankerbeispiele**
1	**Der Zucker hat sich aufgelöst.**	„der hat sich aufgelöst“ (S1, Z. 6)
2	**Der Zucker ist verschwunden/ weg.**	„der ist weg/verschwunden“ (S2, Z.5)
3	**Der Zucker ist noch im Glas.**	
3a	**Er hat sich verändert und**	
	...ist klein geworden.	„manche Sachen werden durch Wasser klein und weich.“ (S4, Z.?)
	...ist unsichtbar.	„Doch, der ist unsichtbar! Der ist innendrinne in dem Tee.“ (S8, Z.?)
	...ist geschmolzen.	„Die sind – eh jetzt weiß ich, die sind geschmolzen.“ (S10, Z.?)
	...ist zu Wasser geworden.	„Dann wird das auch so zu Wasser, das geht in die Wasser drinne, (...) Ne, der ist zu Wasser geworden.“ (S18, Z.)
3b	**Er hat sich verteilt und**	„Das wird verteilt, weil das geht unter.“ (S3, Z.?)
	...ist klein geworden	„das wird dann so ganz klein mikroskopische Teile verteilt im Wasser“ (S5, Z.?)

Tab. II: Kategorienleitfaden 2: Vorstellungsentwicklungen

Kategorienleitfaden 2: Vorstellungsentwicklungen

2.1 Datenart: Bereiche im Auswertungsbogen

Daten: Lernmaterialien, Interviews, Follow-up (Interviews und Tests)
Kategorien: deduktiv, ordinal
Codiereinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen, der zur jeweiligen Phase gehört
Kontexteinheit: Auswertungsbogen
Auswertungseinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen (keine Mehrfachnennung)
Abstraktionsniveau: hoch

	Benennung
1	**Auswahlantwort**
Definition: Daten, die in der Phase „Was denkst du?" entstanden sind.	
2	**Interview**
Definition: Daten, die während des Interviews direkt nach der Erprobung entstanden sind.	
3	**Follow-up**
Definition: Daten, die während des Follow-up Interviews/Tests nach 4-5 Wochen nach der Erprobung entstanden sind.	

2.2 Beobachtungen

Welche Beobachtungen formulieren die Schüler in der Phase „Schau genau“?

Daten: Lernmaterialien, Interviews, Follow-up (Interviews und Tests)
Kategorien: induktiv, nominal
Codiereinheit: bedeutungstragende Phrase
Kontexteinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen zur Datenart „Beobachtung“
Auswertungseinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen zur Datenart „Beobachtung“
Abstraktionsniveau: mittleres Abstraktionsniveau: vorfindbare Äußerungen, möglichst nah an Aussagen der SchülerInnen orientiert

	Benennung	Ankerbeispiele
1 Das Wasser verändert sich.		
1a)	**Das Wasser wird salzig.**	„das Wasser wird salzig“ (Gs4K1G9-S1, Z. 1)
1b)	**Das Wasser sieht anders aus.**	„es wird grau“ (Gs2K1G1-S2, Z.1)
2 Das Salz ist noch da.		
2a)	**Das Salz ist im Wasser verteilt.**	„Das Salz verteilt sich“ (Gs5K1G6-S2, Z. 1)
2b)	**Das Salz ist zu sehen.**	„wenn man genau hin siet dann siet man es“ (Gs4K1G7-S2, Z. 2)
2c)	**Das Salz dreht sich.**	„Das Salz hat sich gedreht“ (Gs4K1G4-S3, Z.1)
2d)	**Das Salz klebt am Boden.**	„klebt am Boden“ (Gs4K1G4-S2, Z.1)
3 Das Salz verändert sich		
3a)	**Das Salz wird zu Blasen.**	„Salz ist zu Blasen geworden“ (Gs2K1G5-S1, Z. 1)
3b)	**Das Salz wird zu Wasser.**	„Das Salz ist zu Wasser geworden“ (Gs5K1G8-S2, Z. 1)
4 Das Salz ist weg.		
4a)	**Das Salz löst sich auf.**	„Das Salz hat sich aufgelöst“ (Gs5K1G1- S3)
4b)	**Man sieht das Salz nicht.**	„ich sehe das Salz nicht mehr“ (Gs5K1G5-S3, Z. 1)

2.3 Vorstellungen

Welche Vorstellungen zeigen sich bei den SchülerInnen in der Phase „Was denkst du“, im Interview und im Follow-up?

Daten: Interviews, Follow-ups (Interviews und Tests)
Kategorien: deduktiv mit induktiver Erweiterung, nominal
Codiereinheit: bedeutungstragende Phrase, entweder Videoausschnitt oder geschriebene Aussage
Kontexteinheit: gesamtes Interview bzw. Test
Auswertungseinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen zum jeweiligen Datenmaterial (Was denkst du?; Interview; Follow-up)
Abstraktionsniveau: mittel

	Benennung	**Beispiele**
A Fachwissenschaftlich nicht anschlussfähige Erklärungen		
1	**Das Salz ist weg (Nicht-Erhaltung) (D)**	
Definition: Schüler/in beschreibt, dass das Salz, wenn es in Wasser gegeben wird, nicht da ist.		*Ankerbeispiel*: „Das Salz ist weg“ (Gs2K2G1-S1, Z. 12) *weitere beispielhafte Formulierungen der SchülerInnen:* - Das Salz ist weg. - Das Salz ist verschwunden. - Das Salz ist nicht mehr da. - Das Salz ist weggegangen.
2	**Das Salz ist flüssig (Veränderung_Aggregatzustand) (C)**	
Definition: Schüler/in beschreibt, dass das Salz, wenn es in Wasser gegeben wird, vom festen in den flüssigen Aggregatzustand übergeht.		*Ankerbeispiel*: „Weil das Salz flüssig geworden ist“ (Gs4K1G6-S1, Z. 22) *weitere beispielhafte Formulierungen der SchülerInnen:* - Das Salz wird flüssig. - Das Salz ist flüssig.
3	**Das Salz ist zu Wasser geworden (Veränderung_Stoffveränderung) (A)**	
Definition: Schüler/in beschreibt, dass das Salz, wenn es in Wasser gegeben wird, zu Wasser wird.		*Ankerbeispiel*: „Das hat sich aufgelöst also ist es zu Wasser geworden“

		(Gs2K1G5-S1, Z. 20) *weitere beispielhafte Formulierungen der SchülerInnen:* - Das Salz wird zu sowas wie Wasser. - Das Salz wird zu Wasser.
4	**Das Salz bewegt sich in eine Richtung.**	
Definition: Schüler/in beschreibt, dass das Salz, wenn es in Wasser gegeben wird, sich in eine Richtung bewegt.		*Ankerbeispiel*: „Das Salz geht an die Seite" (Gs5K1G7- S2, Z. 18) *weitere beispielhafte Formulierungen der SchülerInnen:* - Das Salz klebt am Boden. - Das Salz schwimmt nach oben. - Das Salz wird an die Seite gedrückt.
B Fachwissenschaftlich anschlussfähige Erklärungen		
5	**Das Salz ist noch da.**	
Definition: Schüler/in beschreiben, dass das Salz noch da ist, obwohl sie es nicht mehr sehen können.		*Ankerbeispiel*: „Das kann man nicht sehen aber es ist noch da" (Gs4K1G7-S1, Z. 16)
6	**Das Salz versteckt sich.**	
Definition: Schüler/in beschreibt, dass sich das Salz versteckt und man es deshalb nicht mehr sehen kann.		*Ankerbeispiel*: „Also, dass sich das Salz versteckt, dass man das fast nicht mehr sieht" (Gs2K2G2-S2, Z. 10)
7	**Das Salz wird kleiner.**	
Definition: Schüler/in beschreibt, dass das Salz kleiner wird wenn es ins Wasser gegeben wird .Sobald die SchülerInnen Aussagen tätigen, wie beispielsweise „Teilchen", „mikroskopisch klein", „mini mini klein" etc. werden die Aussagen der SchülerInnen in 9 „Es ist in kleine Teilchen verteilt" eingeordnet.		*Ankerbeispiel*: „Es ist kleiner geworden" (Gs5K1G1- S1, Z. 11)
8	**Das Salz und das Wasser vermischen sich.**	
Definition:		*Ankerbeispiel*:

Schüler/in beschreibt, dass sich das Salz im Wasser verteilt.		„Das hat sich verteilt“ (Gs4K1G6-S1, Z. 16) *weitere beispielhafte Formulierungen der SchülerInnen:* Das Salz befindet sich überall. Das Salz hat sich vermischt.
9	**Es ist in kleinen Teilchen verteilt. (Teilchenvorstellung) (B)**	
Definition: Schüler/in formuliert Antworten auf einem höheren Niveau als die anderen anschlussfähigen Beschreibungen. Er/sie benutzt das Wort „Teilchen“ oder ein Synonym für dieses. Er/sie verwendet Wörter, wie „mikroskopisch“ „klein“ „mini“ etc.		*Ankerbeispiel*: „Das Salz hat sich im Wasser in ganz kleine Teilchen verteilt“ (Gs5K1G2-S2, Z. 18)

Kategorienleitfaden 3: Überzeugung der SchülerInnen

Scheinen die SchülerInnen in ihren Vorstellungen überzeugt?

Daten: Interviews, Follow-ups (Interviews und Tests)
Kategorien: induktiv, evaluativ
Codiereinheit: bedeutungstragende Phrase, entweder Videoausschnitt oder geschriebene Aussage
Kontexteinheit: gesamte Videodatei/Testbogen
Auswertungseinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen zum jeweiligen Datenmaterial (Interview; Follow-up)

	Benennung	**Ankerbeispiele**
1	**Phänomen_Richtig**	
Definition: SchülerIn nennt nach Einstiegsversuch auf die Frage 'Was ist jetzt mit dem Salz passiert?' eine fachlich anschlussfähige Vorstellung.		Interview: Gs3K1G2-S1; 03:08-04:32 Min.
1a	**PR_Unsicher**	
Definition: • SchülerIn wechselt im Laufe des Interviews die zu Anfang geäußerten Vorstellung (mehrfach) • SchülerIn kann die Vorstellung nicht begründen • SchülerIn wirkt im Gespräch deutlich unsicher ○ Erkennbar durch: verzögerte Antwort, Kratzen am Kopf, verlegenes Räuspern, Vermeidung von Blickkontakt, nervöses „Spielen“ mit Fingern oder Material		Interview: Gs3K1G2-S1; 03:08-04:32 Min.
1b	**PR_Überzeugt**	
Definition: • SchülerIn weicht auch durch Nachfragen nicht von dieser Vorstellung ab und nennt keine andere Vorstellung. • SchülerIn entkräftet Nachfragen durch Argumente (bspw. Ausschluss anderer Vorstellungen)		Interview: Gs2K2G1-S2; 3:14-3:32 Min.
2	**Phänomen_Anders**	
Definition:		Interview: Gs4K1G6-S1; 4:34-4:40 Min.

Tab. III: Kategorienleitfaden 3: Überzeugung der SchülerInnen

Schüler/in nennt nach Einstiegsversuch auf die Frage 'Was ist jetzt mit dem Salz passiert?' eine von der Antwortmöglichkeit 'D' (Das Salz in in kleinen Teilchen verteilt) **deutlich abweichende und nicht anschlussfähige** Vorstellung. (Definition zu „nicht anschlussfähig“ s. Kategorienleitfaden3)		
2a	**PA_Unsicher**	
Definition: • Schülerin wechselt im Laufe des Interviews die zu Anfang geäußerte Vorstellung (mehrfach). • SchülerIn kann die geäußerte Vorstellung nicht begründen. • SchülerIn wirkt im Gespräch deutlich unsicher. o Erkennbar durch: verzögerte Antwort, Kratzen am Kopf, verlegenes Räuspern, Vermeidung von Blickkontakt, nervöses „Spielen“ mit Fingern oder Material		Interview: Gs4K1G6-S1; 4:34-4:40 Min.
2b	**PA_Überzeugt**	
Definition: • SchülerIn weicht auch durch Nachfragen nicht von dieser Vorstellung ab • SchülerIn versucht die Vorstellung zu begründen (bspw. durch Beobachtungen, Erfahrungen, etc.)		-

Tab. IV: Kategorienleitfaden 4: Ausschluss von Vorstellungen

Kategorienleitfaden 4: Ausschluss von Vorstellungen

Daten: Forscherprotokolle, Interviews, Follow-ups (Interviews und Tests)
Kategorien: induktiv, analytisch
Codiereinheit: bedeutungstragende Phrase, entweder Videoausschnitt oder geschriebene Aussage
Kontexteinheit: gesamte Videodatei/Testbogen
Auswertungseinheit: Abschnitt im Auswertungsbogen zum jeweiligen Datenmaterial (Interview; Follow-up); Forscherprotokoll: Abschnitt in diesem

	Benennung	Ankerbeispiel
0	**F_AA - Frage nach allgemeinem Ausschluss**	
Definition: InterviewerIn fragt allgemein nach dem Ausschluss der Antwortmöglichkeiten A-C „Und wieso können die anderen nicht stimmen?"		Interview: Gs5K1G1-S1 5:42-5:48 Min.

A	Benennung	Ankerbeispiel
1	**F_A_A (Ausschluss A; der Auswahlantwort A)**	
Definition: InterviewerIn fragt nach Ausschluss der Antwortmöglichkeit A: „Das Salz ist weg!"		Interview: Gs4K1G5-S2 3:32-3:36 Min.
2	**R_A_I Reproduktion des Versuchs zu ‚A' Interviewer**	
Definition: InterviewerIn beschreibt den Versuch zur Antwortmöglichkeit ‚A'. Er/sie beschreibt, dass Wasser, in das Salz gegeben wurde über einem Teelicht erhitzt wurde.		Interview: Gs5K2G4-S1 3:56-4:04 Min.
3	**R_A_S Reproduktion des Versuchs zu ‚A' SchülerIn**	
Definition: SchülerIn beschreibt den Versuch zur Antwortmöglichkeit ‚A'		Interview: Gs5K2G4-S3 4:18-4:40 Min.
4	**nbA_A (nicht begründeter Ausschluss A)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist weg" aus und gibt dazu keine Begründung an.		-
5	**bA_A (begründeter Ausschluss A)**	
5a	**PbA_A (personenbezogen begründeter Ausschluss A)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist weg" aus und gibt eine Begründung dafür an, bei der er/sie sich auf die Aussagen einer anderen Person (Eltern, Lehrer, etc.) stützt.		Interview: Gs4K1G8-S1 5:05-5:30 Min.
5b	**rbA_A (fachlich richtig begründeter Ausschluss von A)**	

Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist weg“ aus und gibt eine fachlich richtige Begründung dazu an.	Interview: Gs5K1G5-S1 5:36-5:46 Min.
5c **ibA_A (intendiert begründeter Ausschluss von A)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist weg“ aus und führt als Begründung den Lernimpuls 1 an. Er/sie beschreibt, dass das Salz nach Durchführung des Versuches in der kleinen Schale sichtbar war und es daher nicht weg sein kann.	Interview: Gs5K1G2-S2 5:52-6:14 Min.
5d **LbA_A (lebensweltlich, kindlich begründeter Ausschluss von A)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist weg“ aus und führt als Begründungen eigene, fachlich nicht anschlussfähige Erklärungen an.	Interview: Gs2K1G4-S1 3:24-3:34 Min. Follow-up Test:

B	**Benennung**	**Ankerbeispiel**
1	**F_A_B (Ausschluss B; der Auswahlantwort B)**	
Definition: InterviewerIn fragt nach Ausschluss der Antwortmöglichkeit B: „Das Salz ist flüssig geworden!“		Interview: Gs4K1G7-S2 3:25-3:28 Min.
2	**R_B_I Reproduktion des Versuchs zu ‚B’ Interviewer**	
Definition: InterviewerIn beschreibt den Versuch zur Antwortmöglichkeit ‚B’. Er/sie beschreibt, dass etwas Salz über einer Kerze erhitzt wurde. Dieses wurde dabei nicht flüssig.		Interview: Gs5K1G3-S3 3:59-4:10 Min.
3	**R_B_S Reproduktion des Versuchs zu ‚B’ SchülerIn**	
Definition: SchülerIn beschreibt den Versuch zur Antwortmöglichkeit ‚B’. Er/sie beschreibt, dass etwas Salz über einer Kerze erhitzt wurde. Dieses wurde dabei nicht flüssig.		Interview: Gs4K1G2-S1 4:16-4:31 Min.
4	**nbA_B (nicht begründeter Ausschluss B)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist flüssig geworden“ aus und gibt dazu keine Begründung an.		Interview: Gs2K1G1-S2 3:44-3:56 Min.
5	**bA_B (begründeter Ausschluss B)**	
5a	**PbA_B (personenbezogen begründeter Ausschluss B)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist flüssig geworden“ aus und gibt eine Begründung dafür an, bei der er/sie sich auf die Aussagen einer anderen Person (Eltern, Lehrer, etc.) stützt.		-

5b	**rbA_B (fachlich richtig begründeter Ausschluss von B)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist flüssig geworden“ aus und gibt eine fachlich richtige Begründung dazu an.		Follow-up Interview: Gs2K1G1-S2FU 2:40-2:45 Min.
5c	**ibA_B (intendiert begründeter Ausschluss von B)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist flüssig geworden“ aus und führt als Begründung den Lernimpuls 2 an. Er/sie beschreibt, dass das Salz durch die Hitze der Kerze nicht flüssig geworden ist und es somit im kalten Wasser auch nicht flüssig werden kann. Auch wenn dieser Lernimpuls teilweise wieder gegeben wird, wird die Codierung vergeben.		Interview: Gs5K1G4-S1 5:15-5:35 Min.
5d	**LbA_B (lebensweltlich, kindlich begründeter Ausschluss von B)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist flüssig geworden“ aus und führt als Begründungen eigene, fachlich nicht anschlussfähige Erklärungen an.		Interview: Gs5K1G1-S1 6:33-6:45 Min.

C	**Benennung**	**Ankerbeispiel**
1	**F_A_C (Ausschluss C; der Auswahlantwort C)**	
Definition: InterviewerIn fragt nach Ausschluss der Antwortmöglichkeit C: „Das Salz ist zu Wasser geworden!“		Interview: Gs4K1G3-S2 4:11-4:16 Min.
2	**R_C_I Reproduktion des Versuchs zu ‚C‘ Interviewer**	
Definition: InterviewerIn beschreibt den Versuch zur Antwortmöglichkeit ‚C‘. Er/sie beschreibt, dass jeweils ein Stück Kartoffel in ein Glas mit Wasser und in ein Glas mit Wasser und Salz gegeben wurde. Das Kartoffel Stück im Wasser sank zu Boden, das andere schwamm.		-
3	**R_C_S Reproduktion des Versuchs zu ‚C‘ SchülerIn**	
Definition: SchülerIn beschreibt den Versuch zur Antwortmöglichkeit ‚C‘. Er/sie beschreibt, dass jeweils ein Stück Kartoffel in ein Glas mit Wasser und in ein Glas mit Wasser und Salz gegeben wurde. Das Kartoffel Stück im Wasser sank zu Boden, das andere schwamm.		Interview: Gs5K2G4-S2 4:04-4:26 Min.
4	**nbA_C (nicht begründeter Ausschluss C)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist flüssig geworden“ aus und gibt dazu keine Begründung an.		-

5	**bA_C (begründeter Ausschluss C)**	
5a	**PbA_C (personenbezogen begründeter Ausschluss C)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist zu Wasser geworden" aus und gibt eine Begründung dafür an, bei der er/sie sich auf die Aussagen einer anderen Person (Eltern, Lehrer, etc.) stützt.		Interview: Gs4K1G4-S3 3:59-4:12 Min.
5b	**rbA_C (fachlich richtig begründeter Ausschluss von C)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist zu Wasser geworden" aus und gibt eine fachlich richtige Begründung dazu an.		Interview: Gs5K2G4-S2 3:44-3:54 Min.
5c	**ibA_C (intendiert begründeter Ausschluss von C)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist zu Wasser geworden" aus und führt als Begründung den Lernimpuls 3 an. Er/sie beschreibt, dass das wenn das Salz zu Wasser werden würde nur noch Wasser im Glas sein müsste. Daher müssten sich beide Kartoffeln unten am Glasboden befinden. Da dies nicht der Fall ist, kann das Salz nicht zu Wasser geworden sein. Teile dieser Begründung reichen aus, um diese Codierung zu vergeben.		Interview: Gs5K1G4-S1 5:50-6:30 Min.
5d	**LbA_C (lebensweltlich, kindlich begründeter Ausschluss von C)**	
Definition: SchülerIn schließt die Antwort „Das Salz ist zu Wasser geworden" aus und führt als Begründungen eigene, fachlich nicht anschlussfähige Erklärungen an.		Interview: Gs4K1G6-S2 5:14-5:29 Min.

Tab. V: Kategorienleitfaden 5: Modelleinsatz und –nutzung

Kategorienleitfaden 5: Modelleinsatz und –nutzung

Daten: Interviews, Follow-up Interviews
Codiereinheit: bedeutungstragender Videoausschnitt (Aussage, Handlung der SchülerIn)
Kontexteinheit: gesamte Videodatei
Abstraktionsniveau: höheres Abstraktionsniveau, Beschreibung nach übergeordneten Merkmalen

	Benennung	Beispiele
1	**Adäquate Modellbenennung**	
Definition: • SchülerIn führt den Modellversuch auf Nachfrage selbstständig durch (gelbe Steine in den Becher, rote Steine hinzufügen, umrühren). • & SchülerIn benennt die Legosteine als Modell für Wasser (gelb) und Salz (rot).		*Ankerbeispiel:* Interview: Gs2K1G4-S3; 6:48-7:10 Min.
2	**Adäquate Modellnutzung 1**	
Definition: • SchülerIn überträgt den Modellversuch auf das kennengelernte Phänomen des Salzlösevorgangs. • SchülerIn verbindet Beobachtungen während der Experimente (i. d. Unterrichtseinheit oder dem Einstiegsversuch im Interview) mit den Beobachtungen im Modellversuch.		*Ankerbeispiel:* Interview: Gs5K2G1-S1; 6:48-7:00 Min. *weitere beispielhafte Formulierungen der SchülerInnen:* „Salz und Wasser vermischen sich; Das Salz ist überall; Das Salz ist in kleinen Teilchen verteilt.“
3	**Adäquate Modellnutzung 2**	
Definition: • SchülerIn überträgt den Modellversuch wieder zurück auf das Phänomen.		*Ankerbeispiel:* Interview: Gs2K1G1-S3; 6:02-6:14 Min. *weitere beispielhafte Formulierungen der SchülerInnen:* „Und daher sieht man das nicht mehr, man sieht nur das Wasser“
4	**Frage Adäquate Modellübertragung**	
Definition:		*Ankerbeispiel:*

Interviewer fordert SchülerIn auf den Versuch zu ‚A' (erhitzen des Salzwassers) mit dem Modell nachzustellen	Interview: Gs5K1G5-S3; 8:22-8:52 Min.
4a ***Adäquate Modellübertragung***	
Definition: SchülerIn ist auf Nachfrage in der Lage eigenständig weitere, kennengelernte Experimente mit dem Modell nachzustellen und zu erklären (z.B. Versuch zu ‚A', Verdampfen einer Salzwasserlösung).	*Ankerbeispiel:* Interview: Gs5K1G5-S1; 8:22-8:52
5 **Adäquate Modellkritik**	
Definition: • SchülerIn äußert während des Interviews angemessene Modellkritik. • SchülerIn erkennt Grenzen des Modells. • SchülerIn nennt/kritisiert Unterschiede zwischen Realität und Modell.	*Ankerbeispiel:* Interview: Gs2K1G1-S3; 5:54-6:05 Min.

Tab. VI: Kategorienleitfaden 6: gemeinsames Lernen

Kategorienleitfaden 6: Gemeinsames Lernen

Allgemeine Codierregeln:

- lediglich die Handlungen, die sich auf einen Lernimpuls beziehen, werden codiert.
- ein Bruch in der Handlung markiert das Ende einer Codiereinheit.
- Stellen, an denen sich Kooperationstypen überlagern, werden zusätzlich mit einem „aufzeigenden Finger" gekennzeichnet (Emoticon).
- teilweise ergeben sich Kooperationstypen und Handlungen erst beim zweiten Materialdurchlauf, daher werden die Videoausschnitte mehrfach angeschaut
    - Codierung der Abschnitte der Lernimpulse
    - Sichtung eines Lernimpulses
    - Codierung von Kooperationshandlungen am Lernimpuls
    - erster Prüfdurchgang der Codierung
    - Codierumg von Kooperationstypen am Lernimpuls
    - zweiter Prüfdurchgang der Codierung
    - erneute Sichtung des Lernimpulses und dritter Prüfungdurchgang (ggf. diesen Vorgang wiederholen)
    - Vorgang für weitere Lernimpulse durchführen
    - wenn alle Lernimpulse codiert werden einen weiteren Kontrollcodiervorgang für die jeweilige Gruppe anschließen

6.1 Phasen und Lernimpulse

Daten: Videografien der Kleingruppen
Kategorien: deduktiv, ordinal
Codiereinheit: bedeutungstragender Videoausschnitt der eine Phase umreißt
Kontexteinheit: Videomaterial einer Gruppe, ggf. Artefakte als Ergänzung (Arbeitsmaterialien der SuS, Charakterisierungsbögen)

	Benennung	**Beispiele**
1	**Schau genau**	*Ankerbeispiel:* Gs5K1G5_Di 19:25 – 25:01 min.
	Definition: Zeitabschnitt, in dem die SchülerInnen die Lernmaterialien zur Phase „Schau genau" bearbeiten.	
2	**Find es heraus 1**	*Ankerbeispiel*: Gs5K1G5_Di 37:33 – 55:47 min.
	Definition: Zeitabschnitt, in dem die SchülerInnen die Lernmaterialien zum ersten Lernimpuls der Phase „Find es heraus" bearbeiten.	
3	**Find es heraus 2**	*Ankerbeispiel*: Gs5K1G5_Di 1:06:06 – 1:18:07 min.
	Definition: Zeitabschnitt, in dem die SchülerInnen die Lernmaterialien zum zweiten Lernimpuls der Phase „Find es heraus" bearbeiten.	
4	**Find es heraus 3**	*Ankerbeispiel*: Gs5K1G5_Do 8:46 – 21:08 min.
	Definition: Zeitabschnitt, in dem die SchülerInnen die Lernmaterialien zum dritten Lernimpuls der Phase „Find es heraus" bearbeiten.	

6.2 Lernimpulsbezogene Handlungen, die Kooperation ermöglichen

Daten: Videografien der Kleingruppen
Kategorien: deduktiv-induktiv erweitert, analytisch
Codiereinheit: bedeutungstragender Videoausschnitt der eine Handlung umreißt
Kontexteinheit: Videomaterial einer Gruppe, ggf. Artefakte als Ergänzung (Arbeitsmaterialien der SuS, Charakterisierungsbögen)
Auswertungseinheit: Videomaterial einer Gruppe, Mehrfachcodierungen möglich (nominale Kategorien)

<table>
<tr><th></th><th>Benennung</th><th colspan="2">Beispiele</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>Erklären</td><td colspan="2" rowspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min. 17:34.5</td></tr>
<tr><td>Definition:
SchülerInnen sagen einem/zwei anderen Schüler/Innen, wie etwas geht/funktioniert oder auch wie etwas gemeint ist. Sie sagen den Grund für etwas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Indikatoren:
- Handlung kann sich thematisch auf fachliche oder methodische Angelegenheiten beziehen
- Vorschläge, die gemacht werden
- meint auch ein Klären von Sachverhalten
- Schüler sprechen explizit über einen Sachverhalt
- meint ein „Beibringen; Erklären; Sagen, wie etwas geht“ – in Abgrenzung zur bloßen Mitteilung einer Lösung in Abgrenzung zur Kategorie „Vorsagen“
- eine beteiligte Person verfügt über einen für das Aufgabenlösen relevanten Wissensvorsprung, den sie vermittelt, ohne die Lösung vorweg zu nehmen
- die Handlung ist in sich asymmetrisch, diese kann sich jedoch umkehren, wenn die Rollen wechseln
- die Handlung kommt nicht nur punktuell vor, setzt ein Mindestmaß an gemeinsamer Konzentration voraus.</td><td>Wird z. B. erkennbar durch...
Gestik/ Mimik
- Zeigen auf etwas
- Zeigen wie etwas gemacht werden soll
- Handlungsablauf wird dargestellt</td><td>Verbale Äußerungen
- Sagen wie etwas gemacht werden soll
- Schüler sprechen explizit darüber, wie etwas gemacht werden soll
- meint eher nicht: bestätigen bei Nachfragen
- aber erläutern, beschreiben, was gemacht werden muss
Beispiele:
- „Wir müssen das von Neuem machen“
- „Ein ganz bisschen Wasser auf das Drahtgestell legen, nicht zu viel.“</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>Vorsagen/-machen</td><td colspan="2" rowspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min. 0:13</td></tr>
<tr><td>Definition:</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>SchülerInnen sagen, was zu tun ist/machen dies selbst. Sie sprechen etwas vor, das aufgeschrieben werden soll oder was die Lösung ist.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Indikatoren:
- Nennen der Lösung, was erwünscht oder nicht erwünscht sein kann
- asymmetrische Handlung
- die vorsagende Person weiß etwas, das sie weitergibt
- überlegene Person ist aktiv
- thematisch ist etwas Fachliches oder Methodisches gemeint
- eher von kurzer Dauer und geringer Intensität, im Sinne einer „schnellen Hilfe“
- stärkeres Entgegenkommen der überlegenen Person zur unterlegenen Person, als beim Abgucken (mündliche Hilfe)
- etwas wird geklärt</td><td colspan="2">Wird z. B. erkennbar durch...
Gestik/ Mimik:
- Vormachen
- selber Machen
- Handlung übernehmen
- auf etwas zeigen (ein Teelicht hochheben)

Verbale Äußerungen:
- Sagen was (gemacht werden soll/muss)
- bei Nachfrage kann dies auch ein einzelnes Wort sein
- die Antwort wird wiederholt</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>Abgucken</td><td colspan="2" rowspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min. 8:03</td></tr>
<tr><td>Definition:
SchülerInnen übernehmen durch genaues Hinsehen/lesen etwas von jemandem.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Indikatoren:
- thematisch: etwas Fachliches
- ähnlich zum Vorsagen (Abgucken lassen)
- asymmetrische Handlung
- unterlegene Person ist aktiv, überlegene kann aber aktiv dazu beitragen (Abgucken lassen)
- verläuft still, über schriftlich fixierte Lösung
- Aufwand ist für Helfenden gering
- ist teils negativ konnotiert, wird als illegal beschrieben, wird mit Nicht-Können gleichgesetzt
- Abgrenzung zum Vergleichen: Abgucken, wenn man selbst noch keine Lösung hat</td><td colspan="2">Wird z. B. erkennbar durch...
Gestik/Mimik:
- auf Lernmaterialien der anderen schauen
- nach vorne beugen, hin zum Arbeitsmaterial des anderen Schülers
→ dann dessen Ergebnisse aufschreiben

Verbale Äußerungen:
- verläuft still, über schriftlich fixierte Lösung.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Vergleichen</td><td colspan="2">Ankerbeispiel:</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>Definition:
SchülerInnen setzen etwas in Beziehung, wie z. B. ein Ergebnis, eine Beobachtung. Unterschiede und Übereinstimmungen werden festgestellt.</td><td colspan="2">Gs2K1G1 – Min. 04:24</td></tr>
<tr><td colspan="2">Indikatoren:
- thematisch: etwas Fachliches
- Informieren über Arbeitsergebnisse von MitschülerInnen im Nachhinein
- Orientierung im Material
- Aufgaben wurden zuvor mehr oder weniger unabhängig voneinander bearbeitet
- Überprüfung der Arbeits- und Ergebnisqualität, Kontrollfunktion
- Dauer und Intensität gering, wenn hohe Übereinstimmung in Ergebnissen
- asymmetrisch (einer vergleicht) oder symmetrisch (gegenseitiger Austausch)</td><td colspan="2">Wird z. B. erkennbar durch...
Mimik/Gestik:
- Lesen und Schauen
- Materialien nebeneinanderlegen
- Materialien hochheben und zeigen

Verbale Äußerungen:
- Informieren über Arbeitsergebnisse von MitschülerInnen im Nachhinein
Beispiele:
- „Was hast du aufgeschrieben?“
- „Für welche Antwort hast du dich entschieden?“</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien
Definition:
SchülerInnen reichen sich gegenseitig Materialien oder fordern diese ein.</td><td colspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min. 0:38</td></tr>
<tr><td colspan="2">Indikatoren:
- korrespondiert mit einem der thematischen Bereiche
- Verbesserung/Schaffung von äußeren Arbeitsvoraussetzungen
- symmetrisch/ Asymmetrisch
- Beteiligte nutzen die Summe ihrer Mittel gemeinsam</td><td colspan="2">Wird z. B. erkennbar durch...
Mimik/Gestik:
- Experimentiermaterial reichen
- ein Kind gibt, ein anderes nimmt
- Stifte/Arbeitsblätter werden verteilt

Verbale Äußerungen:
- eher begleitendes Sprechen
Beispiele:
- „Hier sind die Arbeitsblätter.“
- „Kannst du mir den Stift geben?“
- „Brauchst du einen Stift?“</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Erfragen
Definition:
Durch Fragen bringen die SchülerInnen etwas in Erfahrung oder versuchen es in Erfahrung zu bringen.</td><td colspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min. 04:12</td></tr>
<tr><td colspan="2">Indikatoren:</td><td colspan="2">Wird z. B. erkennbar durch...</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">- potenzielle Teilhandlung der anderen Kooperationshandlungen
- zielt auf Erwiderung
- punktuell bis ausgedehnt, beiläufig bis intensiv, offen bis geschlossen, implizit bis explizit
- Form der Selbsthilfe</td><td>Mimik/Gestik:
- andere Person anschauen
- andere Person antippen
- auf etwas zeigen, auf das sich die Frage bezieht</td><td>Verbale Äußerungen:
- „Wie sollen wir das nochmal machen?“
- „Wieviel Salz soll ich reingeben?“
- „Was soll ich da aufschreiben?“
- „Wie schreibt man XY?“</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Metakooperieren
Definition:
SchülerInnen sprechen über ihre Kooperation, sie verteilen z.B. die Aufgaben beim Experimentieren.</td><td colspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min. 14:55</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Indikatoren
- ein Kooperieren über Kooperieren
- die Lern- oder Autonomieförderlichkeit von bestimmten Methoden der Kooperation wird verhandelt
- Kooperation wird zum Gegenstand des Kooperierens
- Einfordern, dabei zu sein
- Aufgaben werden verteilt und ausgehandelt</td><td colspan="2">Wird z. B. erkennbar durch:</td></tr>
<tr><td>Mimik/Gestik:
- auf jemanden zeigen
- auf Material zeigen
- Material verteilen
- Material ergreifen
- Einsammeln von Materialien/Stiften</td><td>Verbale Äußerungen:
Beispiele:
- „Jeder hat eine Aufgabe.“
- „Du machst das mit dem Salz, ich mach das mit dem Löffel.“
- „Wer möchte was machen?“
- „Wer möchte aufschreiben?“
- „Jeder darf etwas aufschreiben.“
- „Also jetzt diskutieren wir, jeder darf etwas sagen.“</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Versuchsschritt
Definition:
SchülerInnen führen einen Arbeitsschritt des Versuches durch.</td><td colspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min. 01:32</td></tr>
<tr><td colspan="2">Indikatoren:</td><td colspan="2">Wird z. B. erkennbar durch:</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">- Arbeitsschritt wird durchgeführt
- reines Handeln im Versuch ist gemeint, in Abgrenzung zu „beobachten“, „deuten“, „schlussfolgern“</td><td>Mimik/Gestik:
- Löffel nehmen
- Umrühren
- Aufzeigen (ist auch Teil von Versuchsschritten in Lernimpuls 2)</td><td>Verbale Äußerungen:
- begleitendes Sprechen
Beispiele
- „Ich nehme den Löffel und rühre um.“</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Beobachten
Definition:
SchülerInnen nehmen deutlich wahr, was passiert, sie formulieren, was sie sehen.</td><td colspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min. 20:48</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Indikatoren:
- Beobachtungen, Wahrnehmungen in Bezug auf den Versuch werden verbalisiert
- Handlung muss nicht durch Sprache begleitet sein, kann auch lediglich ein „Schauen“ beinhalten</td><td colspan="2">Wird z. B. erkennbar durch:</td></tr>
<tr><td>Mimik/Gestik:
- genaues Hinschauen
- Zeigen auf etwas</td><td>Verbale Äußerungen:
- sagen, was man sieht
- jemanden auffordern, hinzuschauen
- fragen, was die anderen sehen</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Deuten
Definition:
SchülerInnen interpretieren, was sie sehen/gesehen haben, sie legen einen bestimmten Sinn hinein.</td><td colspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min. 18:19</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Indikatoren:
- Versuch und dessen Ablauf wird gedeutet
- Beobachtungen werden hinterfragt, begründet</td><td colspan="2">Wird z. B. erkennbar durch:</td></tr>
<tr><td>Mimik/Gestik:
- Begleitende Handbewegungen</td><td>Verbale Äußerungen:
- „Das Wasser verdunstet.“
- „Ich glaube, das Salz kann nicht weg sein, weil...“</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Schlussfolgern
Definition:
SchülerInnen ziehen eine logische Folgerung auf Grundlage ihrer Beobachtung und Deutung mit Bezug zur übergeordneten Fragestellung.</td><td colspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Indikatoren:
- Auf Grundlage von Beobachtung oder Deutung werden Schlüsse in Bezug auf die übergeordnete Fragestellung gezogen</td><td colspan="2">Wird z. B. erkennbar durch:</td></tr>
<tr><td>Mimik/Gestik:
- Begleitende Handbewegungen</td><td>Verbale Äußerungen:</td></tr>
</table>

- Die Schlussfolgerungen können auch lediglich schriftlich festgehalten werden: siehe hierzu Arbeitsmaterialien der SchülerInnen (Forscherprotokoll)			- „Wenn das Salz nicht schmilzt, dann ist es nicht flüssig geworden." - „Dann kann es auch im Wasser nicht flüssig werden"
12	**Aufschreiben** *Definition:* SchülerInnen halten schriftlich etwas fest.	*Ankerbeispiel:* Gs2K1G1 – Min. 03:19	
Indikatoren: - Notieren von Ergebnissen/ Beobachtungen o.ä. auf den Lernmaterialien - Wenn andere Schüler Anmerkungen zum Aufschreiben des einen Schülers geben, zählt dies auch zu dieser Kooperationshandlung, außer es wird durch eine andere beschriebene Handlung ausgedrückt		*Wird z. B. erkennbar durch:*	
		Mimik/Gestik: - Mit dem Stift schreiben Mit dem Stift malen	Verbale Äußerungen: - Anmerkungen zum Aufschreiben/Malen werden gegeben
13	**Lesen** *Definition:* SchülerInnen entnehmen die Informationen von den Arbeitsblättern.	*Ankerbeispiel:* Gs2K1G1 – Min. 13:28	
Indikatoren: - Informationen werden erlesen - Lesen und abhaken von vorhandenen Arbeitsmaterialien und Versuchsschritten fällt auch in diese Kategorie, nicht zusätzlich in „Aufschreiben"		*Wird z. B. erkennbar durch:*	
		Mimik/Gestik: - Auf ABs schauen - Jemanden anschauen (aktiv zuhören)	Verbale Äußerungen: - Vorlesen der Informationen - Bestätigen des Vorgelesenen - „mitmurmeln" wenn ein anderer liest

6.3 Kooperationstypen

Daten: Videografien der Kleingruppen
Kategorien: deduktiv-induktiv erweitert, analytisch
Codiereinheit: bedeutungstragender Videoausschnitt der einen Typen umreißt
Kontexteinheit: Videomaterial einer Gruppe, ggf. Artefakte als Ergänzung (Arbeitsmaterialien der SuS, Charakterisierungsbögen)
Auswertungseinheit: Videomaterial einer Gruppe, Mehrfachcodierungen möglich (nominale Kategorien)

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">Benennung</th><th>Beispiel</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="2">Nebeneinanderher-Arbeiten</td><td rowspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min. 4:45- 4:53</td></tr>
<tr><td colspan="2">Definition:
Die Kooperation weist lediglich eine geringe Intensität auf und verläuft beiläufig.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Indikatoren:
- Geringe Intensität, beiläufige Kooperation
- Beziehung unbedeutend
- Jeder arbeitet an seiner Aufgabe; kann auch bedeuten, dass 2 SuS kollaborieren/helfen und 3. ist nicht involviert, übt aber eine andere lernimpulsbezogene Handlung aus
- Schmales Zeitfenster
- Oft: lediglich eine Weitergabe von Infos (dies kann aber auch lernförderlich sein)
- Das potenzielle Lernen wird zumeinst nicht während eines Austauschs stattfinden, eher im anschließenden individuellen Teil des Arbeitsprozesses</td><td>Beispiele:
Alle Schüler lesen/schreiben

Typische Kooperationshandlungen sind:
- Vorsagen
- (Erklären, Metakooperieren kommt nicht vor)
- Abgucken
- Vergleichen
- Zur-Verfügung Stellen von Arbeitsmaterialien
- Erfragen</td></tr>
<tr><td colspan="4">Unterkategorien (der Kooperationstyp „Nebeneinanderher-Arbeiten“ wird umgesetzt durch…)</td></tr>
<tr><td>1a)</td><td>S1</td><td colspan="2">Definition: S1 führt nebeneinanderher eine lernimpulsbezogene Handlung durch.</td></tr>
<tr><td>1b)</td><td>S2</td><td colspan="2">Definition: S2 führt nebeneinanderher eine lernimpulsbezogene Handlung durch.</td></tr>
<tr><td>1c)</td><td>S3</td><td colspan="2">Definition: S3 führt nebeneinanderher eine lernimpulsbezogene Handlung durch.</td></tr>
<tr><td>1d)</td><td>alle</td><td colspan="2">Definition: Alle SchülerInnen führen ohne intensive Kooperation eine lernimpulsbezogene Handlung durch.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td colspan="2">Helfen</td><td rowspan="2">Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – Min. 39:40 – 40:07</td></tr>
<tr><td colspan="2">Definition:</td></tr>
</table>

	SchülerInnen unterstützen sich und bestimmte Personen sind anderen überlegen (asymmetrisch).	
Indikatoren: - Relativ intensive Kooperation - Kann aktiv, aber auch passiv sein (Abgucken als passive Selbsthilfe) - Der Kompetentere hat die Kontrolle über den Unterweisungsverlauf - Asymmetrische Beziehung - Vorankommen des einen - Rollen: potenzieller Helfer, potenzieller Hilfe-Nehmer - Verschiedene Formen des Helfens: o Überhilfe und Vorbei-Helfen (bezogen auf Funktionalität) o Metahilfe (bezogen auf den Inhalt) o Kurzhilfe (bezogen auf die Interaktionsdauer und –intensität) o Selbsthilfe (bezogen auf die InteraktantInnen)		*Beispiele:* Ein Schüler liest den anderen vor, da diese den Text nicht lesen können. Ein Schüler diktiert, was aufgeschrieben werden soll (buchstabiert Wörter). Typische Kooperationshandlungen sind: - Möglich sind alle - Großes Potenzial an Lern- und Autonomieförderlichkeiten besitzen: Erklären, Vergleichen, Metakooperieren
Unterkategorien (der Kooperationstyp „Helfen" wird umgesetzt durch…)		
2a)	**S1->S2**	*Definition:* S1 hilft S2 während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.
2b)	**S1->S3**	*Definition:* S1 hilft S3 während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.
2c)	**S2->S3**	*Definition:* S2 hilft S3 während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.
2d)	**S2->S1**	*Definition:* S2 hilft S1 während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.
2e)	**S3->S1**	*Definition:* S3 hilft S1 während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.
2f)	**S3->S2**	*Definition:* S3 hilft S2 während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.
2g)	**S1+S2->S3**	*Definition:* S1+S2 helfen S3 während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.
2h)	**S1+S3->S2**	*Definition:* S1+S3 helfen S2 während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.

<table>
<tr><td>2i)</td><td>S2+S3->S1</td><td colspan="2">Definition: S2+S3 helfen S1 während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">Kollaboration
Definition:
SchülerInnen arbeiten zusammen in einem symmetrischen Verhältnis.</td><td>Ankerbeispiel:
Gs2K1G1 – 39:16 – 39:25</td></tr>
<tr><td colspan="3">Indikatoren:
- Kooperationstyp mit stärkster Intensität
- Beteiligte fokussieren mit symmetrisch aufgabenbezogenen Kompetenzen die Bearbeitung derselben Aufgabe, welche beide voranbringen soll,
- Gegenseitiges Unterstützen
- Aushandeln, diskutieren
- SuS beziehen sich aufeinander</td><td>Beispiel:
Ein Schüler liest vor, die anderen verfolgen den Text, ergänzen und lesen teilweise laut mit.

Ein Schüler schüttet Wasser in das Glas, ein anderer hält einen Löffel an das Glas um die mittlere Höhe anzuzeigen. Der dritte Schüler ruft „stopp“, wenn diese Höhe erreicht ist.

Typtische Kooperationshandlungen sind:
- Erklären
- (Abgucken nicht)
- Vergleichen
- Zur-Verfügung-Stellen von Arbeitsmaterialien
- Erfragen
- Metakooperieren</td></tr>
<tr><td colspan="4">Unterkategorien (der Kooperationstyp „Kollaboration“ wird umgesetzt durch…)</td></tr>
<tr><td>3a)</td><td>S1+S2</td><td colspan="2">Definition: S1+S2 kollaborieren während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.</td></tr>
<tr><td>3b)</td><td>S1+S3</td><td colspan="2">Definition: S1+S3 kollaborieren während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.</td></tr>
<tr><td>3c)</td><td>S2+S3</td><td colspan="2">Definition: S2+S3 kollaborieren während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.</td></tr>
<tr><td>3d)</td><td>alle</td><td colspan="2">Definition: Alle SchülerInnen kollaborieren während eine lernimpulsbezogene Handlung durchgeführt wird.</td></tr>
</table>

Anhang D: Transkriptsonsregeln und Beispieltranskript

Transkriptionsregeln

Beispieltranskript

Transkriptionsregeln für die wörtliche Transkription

1. Transkribiert werden inhaltliche und aufgabenspezifische Aspekte; nicht transkribiert werden organisatorische und private Aspekte, sondern lediglich als „off-topic“ gekennzeichnet: (OT) Da die Unterscheidung zwischen aufgabenspezifischen und organisatorischen Aspekten fließend ist, wird im Grenzfall die Passage transkribiert.
2. Das Ziel der Transkription ist das Schaffen einer Basis für die semantische Analyse der Gespräche. Eine Feintranskription (bspw. unter Beachtung prosodischer Aspekte) ist nicht erforderlich.
3. Es wird wörtlich transkribiert, also nicht lautsprachlich oder zusammenfassend. Dialekte werden so geschrieben, wie sie gesprochen werden, grammatikalische Fehler werden nicht korrigiert.
4. Transkribiert wird nah am Text, sodass grammatikalisch umgangssprachliche Formulierungen beibehalten werden können („hab“ statt „habe“ etc). Die Satzform wird beibehalten, auch wenn sie syntaktische Fehler beinhaltet, beispielsweise: „bin ich nach Kaufhaus gegangen“.
5. Wort- und Satzabbrüche werden mit / markiert: „Ich habe mir Sor/ Gedanken gemacht“. Wortdoppelungen werden immer notiert.
6. Interpunktion wird zu Gunsten der Lesbarkeit geglättet, das heißt bei kurzem Senken der Stimme oder uneindeutiger Betonung wird eher ein Punkt als ein Komma gesetzt. Dabei sollen Sinneinheiten beibehalten werden.
7. Pausen werden je nach Länge durch Auslassungspunkte in Klammern markiert. Hierbei steht (.) für circa eine Sekunde, (..) für circa zwei Sekunden, (...) für circa drei Sekunden und (Zahl) für mehr als drei Sekunden.
8. Verständnissignale und Fülllaute des Interviewers („mhm, ja, aha, ähm“ etc.) werden transkribiert. Alle Äußerungen des Befragten werden tran- skribiert. Dies bedeutet auch Fülllaute wie Mhm und Ähm. Eine Antwort besteht NUR aus „mhm“ ohne jegliche weitere Ausführung. Dies wird als „mhm (bejahend)“, oder „mhm (verneinend)“ erfasst, je nach Interpretation.
9. Besonders betonte Wörter oder Äußerungen werden durch GROSSSCHREIBUNG gekennzeichnet.
10. Jeder Sprecherbeitrag erhält eigene Absätze. Zwischen den Sprechern gibt es eine freie, leere Zeile. Auch kurze Einwürfe werden in einem separaten Absatz transkribiert. Am Ende und am Anfang eines Absatzes werden Zeitmarken eingefügt.
11. Emotionale nonverbale Äußerungen der befragten Person und des Interviewers, die die Aussage unterstützen oder verdeutlichen (etwa wie lachen oder seufzen), werden beim Einsatz in Klammern notiert.
12. Unverständliche Wörter werden mit (unv.) gekennzeichnet. Längere unverständliche Passagen sollen möglichst mit der Ursache versehen werden (unv., Handystörgeräusch) oder (unv., Mikrofon rauscht). Vermutet man einen Wortlaut, ist sich aber nicht sicher, wird das Wort bzw. der Satzteil mit einem Fragezeichen

in Klammern gesetzt. Zum Beispiel: (Xylomethanolin?). Generell werden alle unverständlichen Stellen mit einer Zeitmarke versehen, wenn innerhalb von einer Minute keine Zeitmarke gesetzt ist.

13. Die interviewende Person wird durch ein „I:“, die befragte Person durch ein „S:“ gekennzeichnet. Bei mehreren Interviewpartnern (z.B. Gruppendiskussion) wird dem Kürzel „S“ eine entsprechende Kennnummer oder ein Name zugeordnet (z.B. „S1:“, „Peter:“).
14. Spricht ein Schüler einen anderen gezielt an, wird dieses über „Sx zu Sy“ kenntlich gemacht.
15. Sprecherüberlappungen werden mit [ ] gekennzeichnet. Bei Beginn des Einwurfes folgt ein [. Der Text, der gleichzeitig gesprochen wird, liegt dann innerhalb dieser [ ] und der Einwurf der anderen Person steht in einer separaten Zeile und ist ebenfalls mit [ ] gekennzeichnet. Sprecherüberlappungen werden mit Zeitmarken versehen.
16. Interpretierende Kommentare werden nur bei eindeutigen Aussagen gesetzt (z. B. „Faszinierend. (ironisch) Das Volumen nimmt zu.“)
17. Das Transkript wird als Rich Text Format (.rtf-Datei) gespeichert. Benennung der Datei entsprechend des Audiodateinamens (ohne Endung wav, mp3). Beispielsweise: Interview_04022011.rtf oder Interview_schmitt.rtf. mp3-Datei und Transkript werden im gleichen Ordner gespeichert.

<u>Schreibweise</u>

1. Zeichen und Abkürzungen werden ausgeschrieben, zum Beispiel Prozent, Meter und so weiter.
2. Wortverkürzungen wie „runtergehen“ statt „heruntergehen“ oder „mal“ statt „einmal“ werden genauso geschrieben, wie sie gesprochen werden.
3. Englische Begriffe werden nach deutschen Rechtschreibregeln in Groß- und Kleinschreibung behandelt.
4. Anredepronomen der zweiten Person (du und ihr) werden klein geschrieben, die Höflichkeitsanrede-Pronomen (Sie und Ihnen) werden groß geschrieben.
5. Zahlen werden wie folgt dargestellt:
   a. Zahlen null bis zwölf im Fließtext mit Namen, größere in Ziffern.
   b. Auch weitere Zahlen mit kurzen Namen schreibt man aus, vor allem runde: zwanzig, hundert, dreitausend.
   c. Dezimalzahlen und mathematische Gleichungen sind stets in Ziffern zu schreiben. Also: „4 + 5 = 9“ und „3,5“.
   d. Bei nur ungefähr gemeinten Zahlenangaben schreibe man den Zahlennamen, bei exakt gemeinten die Ziffernform. Also: „Die fünfzig Millionen Euro Staatshilfe“.
   e. Wo feste Konventionen zugunsten einer Schreibweise herrschen, befolge man diese. Hausnummern, Seitenzahlen, Telefonnummern, Kontonummern, Datum oder Ähnliches werden nie ausgeschrieben. Also: „auf Seite 11“ und „Am Markt 3“.
6. Auch Redewendungen/Idiome werden wörtlich und Standarddeutsch wiedergegeben, z. B. „übers Ohr hauen“ (statt: über das Ohr hauen).

7. Wird in der Aufnahme wörtliche Rede zitiert, wird das Zitat in Anführungszeichen gesetzt: und ich sagte dann „Na, dann schauen wir mal“.

8. Einzelbuchstaben: immer großschreiben, zum Beispiel „wie Vogel mit V“.

9. Wichtige nichtsprachliche Vorgänge werden ebenfalls notiert. (Verb)

10. Besondere Schreibweisen:

Mh	Eingipfliges Rezeptionssignal; neutral bis zustimmend
Mhm (zustimmend) Mhm (verneinend)	Zweigipfliges Rezessionssignal; zustimmend s.o.; verneinend
Hm	Interjektion, die ein Nachdenken andeutet
Ne	nachgestellte, bestärkende Interjektion; Aufforderung des Gesprächspartners zur Zustimmung oder Ablehnung des Gesagten
Nee	Verneinung (ugs. von „nein“)
.,?	Satzzeichen zur Verbesserung der Lesbarkeit
[bzw.]	Einsetzen bzw. Ende des gleichzeitigen Sprechens
Doppelpunkt (Bspw. „Ja:::“)	Langgezogenes Phonem; jeder Doppelpunkt entspricht einer Verlängerung von ca. einer Sekunde

In Anlehnung an Kuckartz et al. (2008, S.27) überarbeitet von Desing & Pehl (2013, S.20ff)

Dresing, T. & Pehl, T.: *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende*. 5. Auflage. Marburg, 2013.Quelle: www.audiotranskription.de/praxisbuch

Kuckartz, U.; Dresing, T.; Rädiker, S.; Stefer, C. (2008). *Qualitative Evaluation. Der Einstieg in die Praxis.* Wiesbaden: VS-Verlag.

Egbers, M. (2017). *Konzeptentwicklungs- und Gesprächsprozesse im Rahmen der Unterrichtskonzeption „choice2learn“. Lernen in Naturwissenschaften, Band 1*. Berlin: Logos.

Auszug aus einem Beispieltranskript

Mesozyklus 3; Kleingruppenerprobung; Gs2G5

#00:04:40-4# Interviewer: Dennis? #00:04:40-8#

#00:04:40-8# Schüler 3: (Liest vor) #00:05:07-9#

#00:05:07-9# Schüler 3 zu Schüler 2: Jetzt liest du (Versuch auf nächster Seite) #00:05:09-0#

#00:05:09-0# Schüler 2: Oke #00:05:09-6#

#00:05:09-6# Interviewer: Blättert mal um, die Fatima hat das ganze mit Bildern und ihr habt das mit Text. #00:05:13-3#

#00:05:13-3# Schüler 3: Wer ist Fatima? #00:05:14-4#

#00:05:14-4# Interviewer: Dein Gruppenmitglied was zwei Plätze neben dir sitzt. #00:05:18-7#

#00:05:17-7# Schüler 3: Achso #00:05:18-7#

#00:05:20-7# Schüler 2: (Liest vor) #00:05:46-3#

#00:05:46-3# Interviewer zu Schüler 1: Fatima ist alles da was wir brauchen? #00:05:48-2#

#00:05:48-2# Schüler 1: (Liest vor) Salz, Löffel #00:05:50-7#

#00:05:50-7# Schüler 3: [Da fehlt Wasser] #00:05:52-2#

#00:05:50-7# Schüler 2: [(Liest vor) Salz, Glas, Löffel, Wasser, ja.] #00:05:54-0#

#00:05:50-7# Schüler 1: [(Liest vor) Glas, Wasser] #00:05:53-2#

#00:05:53-2# Schüler 3: Mit Wasser drin. #00:05:54-4#

#00:05:54-4# Schüler 2: [WASSER] #00:05:55-8#

#00:05:54-4# Schüler 3: [Salz] #00:05:55-5#

#00:05:57-3# Interviewer: Okay (.) legt los. (..) Was müsst ihr machen? #00:06:00-7#

#00:06:00-7# Schüler 1: Müssen das Salz #00:06:02-9#

#00:06:02-9# Schüler 3: (Liest vor) Fülle das Glas zur Hälfte mit Wasser. #00:06:05-4#

#00:06:05-4# Interviewer: (Unv., spricht sehr leise) #00:06:08-0#

#00:06:06-0# Schüler 2: 400 Milliliter #00:06:07-5#

#00:06:07-5# Schüler 3: Wer macht jetzt des? #00:06:09-3#

#00:06:11-2# Schüler 2: Hm? Bei mir gibts keine Seiten mehr. #00:06:13-0#

#00:06:13-0# Interviewer: Ja das (unv., spricht sehr leise) #00:06:15-4#

#00:06:17-0# Schüler 3: Hat die was leichteres? #00:06:18-7#

#00:06:18-7# Schüler 1: [Wir müssen da Wasser reinschütten.] #00:06:20-8#

#00:06:19-7# Schüler 2: [Könn wir schon (unv.) #00:06:20-4#

#00:06:21-9# Schüler 3: Ich will umrührn. #00:06:23-2#

#00:06:23-9# Schüler 2: Ich mach Salz rein. #00:06:24-9#

#00:06:25-4# Schüler 3: [Nein ich.] #00:06:25-9#

#00:06:25-4# Schüler 2: [Und Zucker] #00:06:26-5# Salz #00:06:27-5#

#00:06:27-7# Schüler 3 zu Schüler 2: Ich mach schon das Wasser rein, ne? #00:06:29-1#

#00:06:29-2# Schüler 2: (Versucht Flasche aufzudrehen) Boah geh doch auf. #00:06:30-4#

#00:06:33-4# Schüler 2 zu Interviewer: Bis (.) vierzig Milli/ Liter? #00:06:35-5#

#00:06:35-5# Schüler 3: Nein, Hälfte (.) zweihundert oder so. #00:06:38-0#

#00:06:38-0# Schüler 2: Was istn die Hälfte? #00:06:38-8#

#00:06:38-8# Schüler 3: Vierhundert ist die Mitte? (.) ÄHM ist das die Mitte? #00:06:43-2#

#00:06:44-3# Interviewer: Zweihundert ist die (Mitte?) #00:06:45-9#

#00:06:45-9# Schüler 3: [Hab ich doch gesagt.] #00:06:47-4#

#00:06:45-9# Interviewer: [Vierhundert ist die (unv.) #00:06:48-4#

#00:06:48-4# Schüler 2: (Schüttet Wasser in das Becherglas) (...) Passt perfekt. #00:06:58-4#

#00:07:04-0# Schüler 2 zu Schüler 3: Ein Löffel, ne? #00:07:05-0#

#00:07:04-5# Schüler 3: Wie macht man das auf? (Versucht Salzbehältnis aufzumachen) #00:07:05-8#

#00:07:07-7# Schüler 3: [Noch leichter als ich dachte.] #00:07:09-0#

#00:07:07-7# Schüler 2: [Ist das noch zu?] #00:07:09-1#

#00:07:10-9# Schüler 3: Ja kommt drauf an, wieviel solln wir jetzt da rein machen? #00:07:13-9#

#00:07:13-9# Schüler 2: Ein Löffel. #00:07:15-0#

#00:07:15-0# Schüler 3: So (Füllt Salz in das Becherglas) #00:07:17-8#

#00:07:17-8# Schüler 2: Kann ich rühren? #00:07:18-9#

#00:07:18-9# Schüler 2: (Rührt Gemisch um) #00:07:27-8#

#00:07:27-8# Schüler 3: Uhrzeigersinn hab ich gehört. Muss man rühren. #00:07:30-5#

Anhang E: weitere Ergebnisdarstellungen

Abb. I Helfende zeitliche Anteile der SchülerInnen in der Gruppe

Tab. VII Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs4K1G6

Tab. VIII Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs2K1G1

Tab. IX Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs5K2G5

Tab. X Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs2K1G4

Tab. XI Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs2K1G3

Tab. XII Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs5K2G2

Tab. XIII Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs4K1G3

Tab. XIV Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs4K1G7

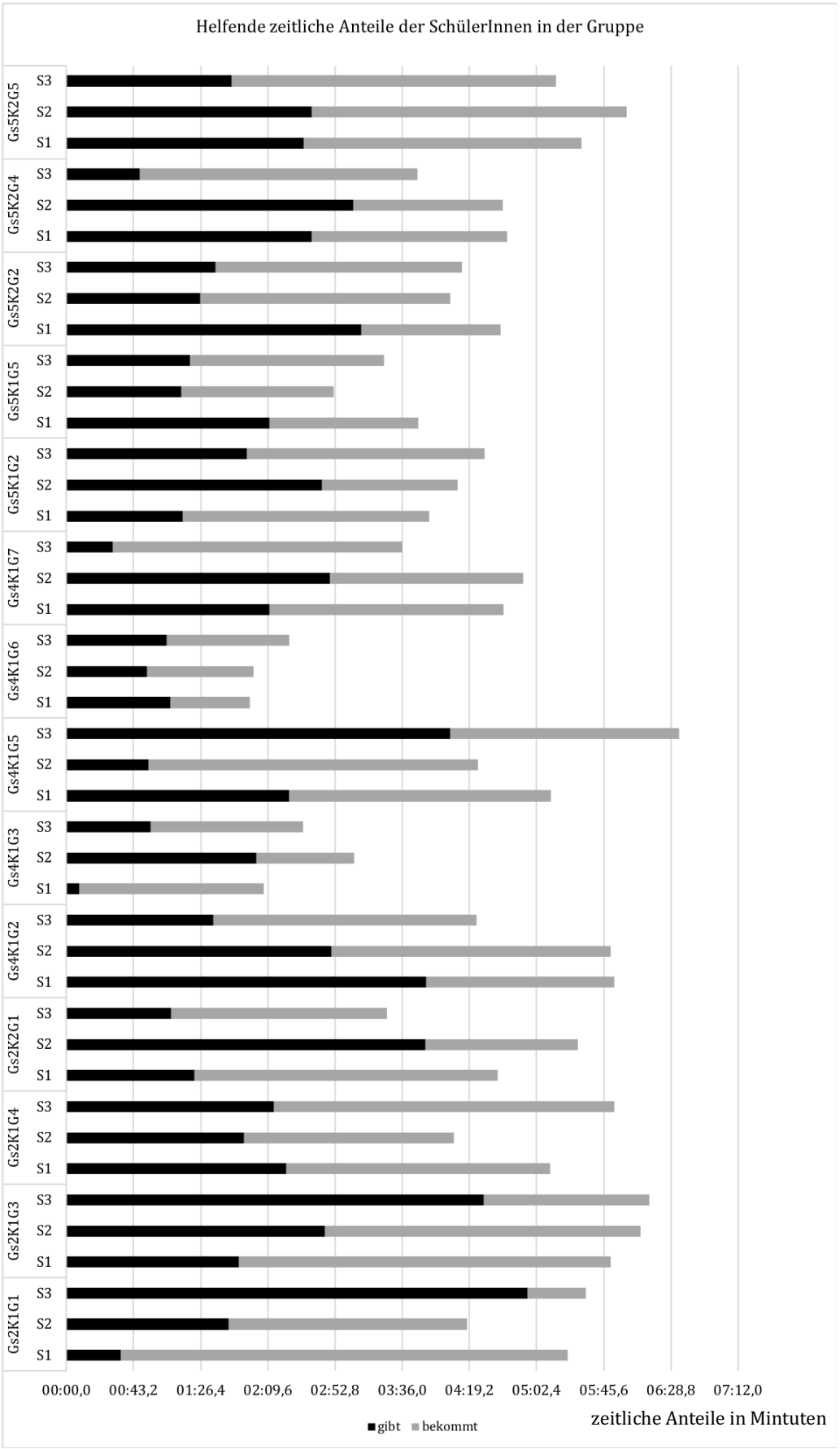


Abb. I: Helfende zeitliche Anteile der SchülerInnen in der Gruppe

Tab. VII: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs4K1G6

Handlungsart / Kooperationstyp	Vorsagen	Erklären	Deuten	Aufschreiben	Abgucken	Vergleichen	Beobachten	Lesen	Schlussfolgern	Zur-Verfügung-Stellen von	Versuchsschritt	Erfragen	Metakooperieren
kollaborierend													
kollaborierend insgesamt	0	47	3	6	0	7	33	45	0	12	16	15	9
kollaborierend alle (S1+S2+S3)	0	43	3	2	0	5	26	41	0	6	15	14	9
S1+S2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S1+S3	0	3	0	2	0	2	3	4	0	1	0	0	0
S2+S3	0	0	0	1	0	0	4	0	0	5	1	1	0
helfend													
helfend insgesamt	27	19	0	1	0	0	2	10	0	6	0	5	0
1->2+3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2->1+3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3->1+2	4	3	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0
1+2->3	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1+3->2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
2+3->1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1->2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
1->3	2	4	0	1	0	0	1	2	0	0	0	2	0
2->1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2->3	4	3	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
3->1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3->2	4	3	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
nebeneinanderher													
nebeneinanderher insgesamt	1	5	0	23	6	4	9	12	1	1	2	6	0
alle (S1; S2; S3)	1	2	0	22	6	4	8	11	0	1	2	3	0
S3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
S2	0	2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
S1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Tab. VIII: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs2K1G1

Handlungsart / Kooperationstyp	Vorsagen	Erklären	Deuten	Aufschreiben	Abgucken	Vergleichen	Beobachten	Lesen	Schlussfolgern	Zur-Verfügung-Stellen von	Versuchsschritt	Erfragen	Metakooperieren
kollaborierend													
kollaborierend insgesamt	12	22	7	5	0	11	34	20	4	16	33	24	31
kollaborierend alle (S1+S2+S3)	8	12	2	1	0	4	25	14	0	8	22	17	17
S1+S2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
S1+S3	2	2	0	0	0	2	2	1	0	2	6	0	1
S2+S3	2	8	5	4	0	5	6	5	4	6	5	6	12
helfend													
helfend insgesamt	41	11	1	19	3	5	4	7	2	2	8	37	2
1->2+3	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
2->1+3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3->1+2	6	2	1	6	2	0	1	4	1	0	0	2	0
1+2->3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0
1+3->2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2+3->1	6	1	0	4	0	1	0	0	0	0	1	9	0
1->2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1->3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2->1	6	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	6	0
2->3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3->1	9	4	0	2	0	0	1	1	0	2	6	11	2
3->2	5	3	0	3	1	2	1	0	0	0	0	6	0
nebeneinanderher													
nebeneinanderher insgesamt	16	6	4	24	2	7	11	19	3	4	8	15	4
alle (S1; S2; S3)	11	2	4	17	2	4	7	13	1	2	3	6	1
S3	0	0	0	2	0	0	2	0	1	0	0	3	0
S2	3	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0
S1	2	4	0	4	0	3	2	4	1	2	5	4	3

Tab. IX: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs5K2G5

Handlungsart / Kooperationstyp	Vorsagen	Erklären	Deuten	Aufschreiben	Abgucken	Vergleichen	Beobachten	Lesen	Schlussfolgern	Zur-Verfügung-Stellen von	Versuchsschritt	Erfragen	Metakooperieren
kollaborierend													
kollaborierend insgesamt	14	24	2	8	0	7	27	17	5	9	14	9	12
kollaborierend alle (S1+S2+S3)	11	18	2	5	0	3	18	16	3	8	12	8	11
S1+S2	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
S1+S3	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0
S2+S3	2	5	0	2	0	4	6	0	0	0	1	0	1
helfend													
helfend insgesamt	41	33	2	8	1	2	7	13	2	5	0	22	2
1->2+3	7	5	0	1	0	0	2	1	1	1	0	1	2
2->1+3	8	5	1	2	0	0	1	8	1	0	0	5	0
3->1+2	4	3	0	1	0	0	3	2	0	0	0	2	0
1+2->3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1+3->2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2+3->1	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1->2	8	5	0	3	1	2	0	1	0	1	0	6	0
1->3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2->1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2->3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
3->1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
3->2	4	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
nebeneinanderher													
nebeneinanderher insgesamt	3	2	0	18	2	2	7	13	1	3	1	5	0
alle (S1; S2; S3)	3	1	0	15	2	2	4	9	0	3	1	3	0
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	0	0	0	3	0	0	1	2	1	0	0	0	0
S1	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0

Tab. X: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs2K1G4

Handlungsart / Kooperationstyp	Vorsagen	Erklären	Deuten	Aufschreiben	Abgucken	Vergleichen	Beobachten	Lesen	Schlussfolgern	Zur-Verfügung-Stellen von	Versuchsschritt	Erfragen	Metakooperieren
kollaborierend													
kollaborierend insgesamt	5	58	7	9	0	13	12	13	1	6	14	22	11
kollaborierend alle (S1+S2+S3)	1	29	6	5	0	6	6	11	1	4	8	12	7
S1+S2	0	7	0	0	0	2	0	0	0	1	2	1	1
S1+S3	4	13	0	3	0	4	3	2	0	1	3	5	3
S2+S3	0	9	1	1	0	1	3	0	0	0	1	4	0
helfend													
helfend insgesamt	60	28	0	13	0	3	2	17	1	4	7	27	4
1->2+3	9	3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0
2->1+3	7	4	0	2	0	0	1	3	0		0	1	0
3->1+2	9	2	0	3	0	0	0	2	0	1	1	0	0
1+2->3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1+3->2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
2+3->1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1->2	3	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
1->3	9	3	0	4	0	1	1	3	0	2	2	8	0
2->1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0
2->3	9	5	0	2	0	2	0	2	0	0	0	5	0
3->1	8	5	0	2	0	0	0	3	1	1	1	4	0
3->2	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	4
nebeneinanderher													
nebeneinanderher insgesamt	7	4	1	27	3	1	9	24	0	3	6	11	1
alle (S1; S2; S3)	6	3	1	26	3	1	9	20	0	1	6	4	1
S3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	0	1	0	1	0	0	0	3	0	1	0	5	0
S1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0

Tab. XI: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs2K1G3

Handlungsart / Kooperationstyp	Vorsagen	Erklären	Deuten	Aufschreiben	Abgucken	Vergleichen	Beobachten	Lesen	Schlussfolgern	Zur-Verfügung-Stellen von	Versuchsschritt	Erfragen	Metakooperieren
kollaborierend													
kollaborierend insgesamt	1	77	9	12	1	24	32	16	1	25	21	24	64
kollaborierend alle (S1+S2+S3)	0	49	4	7	0	17	26	12	0	15	16	16	50
S1+S2	1	11	0	1	0	1	2	1	0	6	0	3	7
S1+S3	0	10	2	1	0	3	4	0	0	2	3	2	3
S2+S3	0	7	3	3	1	3	0	3	1	2	2	3	4
helfend													
helfend insgesamt	76	28	0	21	3	7	7	7	2	12	9	54	13
1->2+3	5	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
2->1+3	3	2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
3->1+2	2	3	0	2	0	1	0	2	0	0	1	5	0
1+2->3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1+3->2	2	1	0	0	1	0	0	2	0	1	0	4	0
2+3->1	15	7	0	2	0	1	1	0	0	1	2	4	4
1->2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	7	2
1->3	6	0	0	2	0	1	2	0	0	2	0	6	1
2->1	11	4	0	2	0	2	2	0	0	2	1	2	1
2->3	5	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	3	1
3->1	9	5	0	1	0	1	0	3	1	0	1	4	1
3->2	14	3	0	10	2	1	1	0	0	1	1	17	2
nebeneinanderher													
nebeneinanderher insgesamt	6	3	3	45	1	1	9	14	3	1	2	12	3
alle (S1; S2; S3)	6	2	1	23	1	1	6	13	1	0	0	11	2
S3	0	0	0	7	0	0	1	0	1	0	0	0	0
S2	0	1	1	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1
S1	0	0	1	15	0	0	0	1	1	0	1	0	0

Tab. XII: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs5K2G2

Handlungsart / Kooperationstyp	Vorsagen	Erklären	Deuten	Aufschreiben	Abgucken	Vergleichen	Beobachten	Lesen	Schlussfolgern	Zur-Verfügung-Stellen von	Versuchsschritt	Erfragen	Metakooperieren
kollaborierend													
kollaborierend insgesamt	0	86	10	30	1	16	25	58	10	9	17	41	18
kollaborierend alle (S1+S2+S3)	0	72	8	17	1	10	24	56	8	8	17	36	18
S1+S2	0	5	0	4	0	2	1	2	1	0	0	2	0
S1+S3	0	5	2	5	0	1	0	0	0	1	0	1	0
S2+S3	0	4	0	4	0	3	0	0	1	0	0	2	0
helfend													
helfend insgesamt	40	24	1	16	0	1	4	16	3	6	7	30	1
1->2+3	11	5	0	0	0	0	1	5	2	0	2	4	0
2->1+3	6	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0
3->1+2	4	1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0
1+2->3	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	1	3	0
1+3->2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
2+3->1	3	5	0	2	0	0	0	1	0	1	0	3	0
1->2	1	2	0	3	0	0	2	0	0	3	0	2	0
1->3	5	4	0	3	0	1	1	1	0	0	2	3	0
2->1	2	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	2	0
2->3	2	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3	1
3->1	3	3	0	2	0	0	0	0	1	0	1	2	0
3->2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
nebeneinanderher													
nebeneinanderher insgesamt	2	4	0	15	0	1	1	9	0	0	0	0	0
alle (S1; S2; S3)	2	2	0	14	0	0	1	9	0	0	0	0	0
S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S1	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Tab. XIII: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs4K1G3

Handlungsart / Kooperationstyp	Vorsagen	Erklären	Deuten	Aufschreiben	Abgucken	Vergleichen	Beobachten	Lesen	Schlussfolgern	Zur-Verfügung-Stellen von	Versuchsschritt	Erfragen	Metakooperieren
kollaborierend													
kollaborierend insgesamt	29	54	4	6	0	3	41	26	2	4	19	20	11
kollaborierend alle (S1+S2+S3)	23	46	4	0	0	1	36	21	0	3	17	16	6
S1+S2	2	1	0	1	0	1	3	1	0	0	0	2	3
S1+S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2+S3	4	7	0	5	0	1	2	4	2	1	2	2	2
helfend													
helfend insgesamt	11	16	1	7	0	3	0	2	2	5	1	11	1
1->2+3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2->1+3	3	8	1	1	0	0	0	2	1	0	1	1	0
3->1+2	1	2	0	1	0	1	0	0	0	1	0	2	0
1+2->3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1+3->2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2+3->1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1->2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1
1->3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2->1	4	2	0	3	0	0	0	0	0	2	0	2	0
2->3	0	3	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0
3->1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3->2	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0
nebeneinanderher													
nebeneinanderher insgesamt	1	1	1	23	0	2	4	13	0	1	1	0	0
alle (S1; S2; S3)	0	1	1	7	0	0	0	6	0	1	0	0	0
S3	0	0	0	11	0	0	0	1	0	0	1	0	0
S2	0	0	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0
S1	1	0	0	2	0	1	3	6	0	0	0	0	0

Tab. XIV: Überschneidungen von Kooperationshandlungen und –typen der Gruppe Gs4K1G7

Handlungsart / Kooperationstyp	Vorsagen	Erklären	Deuten	Aufschreiben	Abgucken	Vergleichen	Beobachten	Lesen	Schlussfolgern	Zur-Verfügung-Stellen von	Versuchsschritt	Erfragen	Metakooperieren
kollaborierend													
kollaborierend insgesamt	0	62	13	6	4	8	38	23	3	10	17	20	20
kollaborierend alle (S1+S2+S3)	0	47	9	3	2	4	30	20	3	9	13	16	17
S1+S2	0	4	4	0	0	0	4	1	0	0	3	0	0
S1+S3	0	7	0	1	2	1	2	1	0	1	1	2	3
S2+S3	0	4	0	2	0	3	2	1	0	0	0	2	0
helfend													
helfend insgesamt	44	21	0	6	1	1	0	20	0	7	5	23	0
1->2+3	16	3	0	1	0	0	0	5	0	1	2	2	0
2->1+3	3	4	0	0	0	0	0	3	0	3	1	1	0
3->1+2	3	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
1+2->3	1	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0
1+3->2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2+3->1	1	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0
1->2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1->3	2	0	0	1	1	1	0	1	0	2	0	0	0
2->1	12	5	0	3	0	0	0	3	0	0	1	11	0
2->3	3	3	0	0	0	0	0	2	0	0	1	5	0
3->1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3->2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nebeneinanderher													
nebeneinanderher insgesamt	5	3	2	23	10	0	4	26	0	2	5	16	0
alle (S1; S2; S3)	2	3	1	21	8	0	4	23	0	1	4	7	0
S3	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	4	0
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
S1	3	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	5	0

Anhang F: Projektdateien und bearbeitete Materialien

digital sind der Arbeit hinzugefügt:

1. Projektdateien aus MAXQDA
    - Vorstellungsentwicklungen
    - Modellnutzung
    - gemeinsames Lernen
    - LehrerInneninterviews

2. Bearbeitete Lernmaterialien, die im Rahmen der Analysen zitiert wurden

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Lisa Maria Rott

Geburtsdatum: 29.11.1988

Geburtsort: Marl

Studium

07/2013:	Erstes Staatsexamen für das Lehramt für Sonderpädagogik an der Universität zu Köln

Beruflicher Werdegang

seit 11/2017	Studienreferendarin an der LWL Regenbogenschule, Münster
10/2013 bis 10/2017	Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Didaktik der Chemie an der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster Promotionstätigkeit im Fach Chemiedidaktik

_____

Unterschrift (Lisa Rott)

Teilpublikationen

Rott, L. & Marohn, A. (2015), „Oh mein Gott – man sieht den nicht!“ Schülervorstellungen im inklusiven Sachunterricht – Chancen und Umsetzungsmöglichkeiten. *Sache, Wort Zahl – Lehren und Lernen in der Grundschule*, 150/43, 87-90.

Rott, L. & Marohn, A. (2015), Choice²explore – eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtskonzeption für den inklusiven Sachunterricht. *Sache, Wort, Zahl – Lehren und Lernen in der Grundschule*, 154/4, 52-58.

Rott, L. & Marohn, A. (2016), Inklusiven Unterricht entwickeln und erproben – eine Verbindung von Theorie und Praxis im Rahmen von Design-Based Research. Zeitschrift für Inklusion, 1. Verfügbar unter: http://www.inklusion-online.net/index.php/inklusion-online/article/view/325/277

Rott, L., Marohn, A. (2016), Entwicklung und Erprobung einer an Schülervorstellungen orientierten Unterrichtskonzeption für den inklusiven Sachunterricht – choice²explore, S. In: J. Menthe, D. Höttecke, T. Zabka, M. Hammann, M. Rothgangel (Hrsg.) *Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung*. Münster, New York: Waxmann.

Rott, L., Marohn, A. (2017), Choice²explore – eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtskonzeption für den inklusiven Sachunterricht. GDSU Journal, 7, 105-116.

Rott, L., Marohn, A. (2017), Unterstützte Kommunikation im inklusiven Sachunterricht.“ *Unterstützte Kommunikation*, 1, 49-53.

Rott, L., Marohn, A. (2017), Gemeinsam lernen an naturwissenschaftlichen Phänomenen: choice²explore, S. 227- In: D. Laubenstein, D. Scheer: Zwischen Wirksamkeitsforschung und Gesellschaftskritik.

Rott, L., Nowosadek, B., Marohn, A. (2017), Abstrakt und doch anschaulich – Teilchenmodell im inklusiven Sachunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 126, 16-21.*

Rott, L., Marohn, A. (angenommen, voraussichtlich 2018), Choice²explore: Gemeinsam lernen im inklusiven Sachunterricht. *GDSU Tagungsband 2017.*

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass die Dissertation von mir selbstständig verfasst wurde und alle in Anspruch genommenen Quellen und Hilfsmittel in der Dissertation vermerkt wurden. Ich habe mich nicht bereits früher einem Promotionsverfahren unterzogen, und die als Dissertation vorgelegte Arbeit wurde nicht bereits in der gegenwärtigen oder einer anderen Fassung im Zusammenhang mit einer staatlichen oder akademischen Prüfung vorgelegt. Gegen die Teilnahme von Zuhörern an der mündlichen Prüfung gemäß § 90 Abs. 6 UG wird kein Widerspruch erhoben.

_____

Münster, 02.01.2018, Lisa Rott

Bisher erschienene Bände der Reihe

Lernen in Naturwissenschaften

ISSN 2566-493X

1	Maria Egbers	Konzeptentwicklungs- und Gesprächsprozesse im Rahmen der Unterrichtskonzeption „choice2learn“ ISBN 978-3-8325-4510-9 53.00 EUR
2	Daniel Laumann	Magnetismus hoch 4. Fachliche Strukturierung und Entwicklung multipler Repräsentationen zum Magnetismus für die Hochschule ISBN 978-3-8325-4571-0 60.50 EUR
3	Friederike Rohrbach-Lochner	Design-Based Research zur Weiterentwicklung der chemiedidaktischen Lehrerausbildung zu Schülervorstellungen. Entwicklung und Evaluation eines an Forschendem Lernen orientierten Seminarkonzepts ISBN 978-3-8325-4944-2 53.50 EUR
4	Lisa Rott	Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren. Die Unterrichtskonzeption „choice2explore“ ISBN 978-3-8325-4817-9 83.00 EUR
5	Eva Julia Kolbeck	Schulung von Vermittlungsfähigkeiten Promovierender im Fach Chemie. Die Weiterbildung „How to communicate chemistry?“ ISBN 978-3-8325-4953-4 71.00 EUR
6	Björn Dellbrügge	Choice2interact. Interaktiv Lernen mit Tablets im Chemieunterricht ISBN 978-3-8325-5119-3 79.00 EUR
7	Felicitas Jürgensmeier	Offene Experimentiersituationen ermöglichen und charakterisieren. Eine Schülerlaboreinheit zu einem curricular innovativen Thema ISBN 978-3-8325-5184-1 89.00 EUR
8	Jan-Bernd Haas	chem.LEVEL. Fachsprachlich sensibler Chemieunterricht auf Basis des Johnstone Dreiecks ISBN 978-3-8325-5345-6 89.00 EUR

9	Florian Jungkamp	Kontroversen mit Hilfe wissenschaftlicher Prüfkriterien bewerten. Die Unterrichtskonzeption choice^{2}reflect ISBN 978-3-8325-5362-3 69.50 EUR
10	Christopher Kralisch	Wissenschaftskriterien verstehen und anwenden Weiterentwicklung der Unterrichtskonzeption choice^{2}reflect zur Bewertung gesellschaftlicher Kontroversen ISBN 978-3-8325-5517-7 91.50 EUR
11	Fabian Gust	Das Self-assembLAB. Entwicklung, Erprobung und Optimierung eines curricular innovativen Schülerlabors zum Thema Self-assembly ISBN 978-3-8325-5517-7 85.50 EUR
12	Marius van den Boom	Die Unterrichtskonzeption *feil*. Fehlschlüsse identifizieren lernen ISBN 978-3-8325-5562-7 87.00 EUR
13	Larissa Katharina Fühner	Experimentierpraxis im Spektrum der Möglichkeiten. Eine rekonstruktive Analyse der Experimentierpraxis im inklusionsorientierten Physikunterricht ISBN 978-3-8325-5562-7 59.50 EUR
14	Tobias Bergold	NAWI-Konzepte. Digitaler Transfer von neuen Unterrichtskonzepten für den naturwissenschaftlichen Unterricht mithilfe einer Website ISBN 978-3-8325-5719-5 78.00 EUR
15	Yvonne Rath	Stolpersteine im Lehrerhandeln. Anbahnung eines Handlungsrepertoires durch videobasierte Reflexionen im Lehr-Lern-Labor ISBN 978-3-8325-5769-0 89.00 EUR
16	Carolin Banse	Nachhaltigkeit bewerten mithilfe einer Bewertungsscheibe. Entwicklung einer Konzeption für den naturwissenschaftlichen Unterricht am Beispiel Elektromobilität ISBN 978-3-8325-5895-6 98.50 EUR

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN-Nummer direkt online (http://www.logos-verlag.de) oder per Fax (030 - 42 85 10 92) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.

Verstehen und *Entwickeln* bilden eine fachdidaktische Einheit: das Verstehen von Lernprozessen hilft uns, innovative Lernangebote zu entwickeln und an Rahmenbedingungen anzupassen. Die Erprobung und Analyse dieser Angebote kann wiederum zu erweiterten Erkenntnissen und einem tieferen Verstehen führen. Diese Schriftenreihe rückt daher beide Aspekte in den Fokus – mit dem Ziel, das zu fördern, was uns als Naturwissenschaftsdidaktikern am Herzen liegt: das Lernen in Naturwissenschaften!

Wie können SchülerInnen im inklusiven Unterricht fachlich und gemeinsam lernen? Wie sollte dafür der Unterricht aufbereitet und das Lernmaterial gestaltet sein?
Diesen Fragen geht das Projekt nach und findet Antworten auf praktischer und theoretischer Ebene. Zunächst werden sowohl sonderpädagogische und fachdidaktische Konzepte, wie etwa die Unterrichtskonzeption choice2learn (Marohn, 2008), als auch normative Forderungen der inklusiven Pädagogik beleuchtet und miteinander verknüpft. Aufbauend darauf wird im Rahmen von Design-Based Research in einem zyklischen Vorgehen die Unterrichtskonzeption choice2explore entwickelt, erprobt und optimiert. Die Konzeption hat das Ziel sowohl das fachliche als auch das gemeinsame Lernen zu fördern. Dabei spielt unter anderem die Anknüpfung an den individuellen Schülervorstellungen und eine besondere Gestaltung des Lernmaterials eine Rolle. Um zu beschreiben, inwieweit die Unterrichtskonzeption ihre Ziele erreicht und einzelne Aspekte der Konzeption das Gelingen unterstützen, wurden Vorstellungsentwicklungen, SchülerInnen-Interaktionen, die Nutzung eines eingesetzten Modells sowie einzelne Fälle analysiert und die Ergebnisse miteinander in Beziehung gesetzt.
Das zyklische Vorgehen im Design-Based Research Ansatz und die enge Verknüpfung von Material- und Theorieentwicklung ermöglicht es, dem herausfordernden (Forschungs-)Kontext des inklusiven Sachunterrichts zu begegnen. Als zentrale Erkenntnis hat sich herausgestellt, dass das Experimentieren eine Möglichkeit darstellt, gemeinsames und fachliches Lernen gewinnbringend miteinander zu verknüpfen. Diese und weitere Erkenntnisse aus dem Projekt können bedeutsam für weitere Forschungs- und Unterrichtsprojekte im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht sein.

ISBN 978-3-8325-4817-9

Logos Verlag Berlin

ISSN 2566-493X